

Oppdragsgiver: KRISTIANSAND KIRKELIG FELLESRÅD  
Oppdragsnavn: Randesund gravplass  
Oppdragsnummer: 637248-01  
Utarbeidet av: Nina Syversen  
Oppdragsleder: Ida Helen Tørud  
Dato: 07.03.2023  
Tilgjengelighet: Åpent

# Notat Resipientvurdering Frikstadtjønn

## Sammendrag

### 1. Bakgrunn

### 2. Eksisterende situasjon i planområdet

#### 2.1. Løsmasser

#### 2.2. Nedbørsfelt og økologisk tilstand i Frikstadtjønn

#### 2.3. Overvannsystem (eksisterende gravplass) og flomveier

### 3. Avrenning

#### 3.1. Eksisterende gravplass

##### 3.1.1. Prøvetaking eksisterende situasjon

##### 3.1.2. Avrenning fra eksisterende gravplass

##### 3.1.3. Avbøtende tiltak

#### 3.2. Planlagt gravplass

#### 3.3. Antatt påvirkning på Frikstadtjønn etter utbygging

##### 3.3.1. Driftsfasen

##### 3.3.2. Anleggsfasen

## Kilder

## Versjonslogg:

03	07.03.23	Revidert etter innspill fra Miljørettet helsevern og Plan og bygg, Kristiansand kommune	NS	BS
02	28.02.23	Oppdaterte med nye tegninger rensertiltak	NS	BS
01	22.12.22	Nytt dokument	NS	BS
<b>VER.</b>	<b>DATO</b>	<b>BESKRIVELSE</b>	<b>AV</b>	<b>KS</b>

## Sammendrag

Randesund gravplass i Kristiansand kommune skal utvides. Både eksisterende og ny gravplass har avrenning til Frikstادتjønn, et mindre tjern hvor det er påvist innlandsørret i tjernet og det sannsynligvis er sjørørret i utløpsbekken til tjernet. I tillegg er det habitat for ål i vassdraget. Ål er definert som «sterkt truet» på norsk rødliste for arter 2021.

Vassdraget har derfor høy sårbarhet. Frikstادتjønn drenerer østover mot Dolsvann og videre ut i sjøen.

Det finnes lite dokumentasjon på vannkvaliteten i bekk som drenerer fra gravplass og ut i Frikstادتjønn, og det er derfor tatt ut vannprøver. Det er foreløpig kun tatt ut vannprøver en gang, og det anbefales minst to prøvetakingsomganger til (vår og sommer). Resultater fra vannprøvene indikerer noe økning av nitrogen fra gravplassen. De andre parameterne viser liten økning i avrenningen fra gravplassen. Det understrekes at dette er usikre vurderinger da dette er på basis av en prøvetakingsomgang.

Da Frikstادتjønn og spesielt vassdraget nedstrøms Frikstادتjønn er svært sårbart, blir det foreslått rensertiltak både fra eksisterende og ny gravplass. Det foreslås etablering av rensedam i lavbrekk like nord for gravplass for rensing av avrenningsvann fra eksisterende gravplass og et gjennomgående rensfilter/filterlag av sand under alle kistegraver, samt en rensedam for ny gravplass. Rensedammene må detaljprosjekteres, og bør bestå av et sedimentasjonsbasseng før et etterfølgende filterbasseng (permeable terskler og våtmarksfilter). Rensfilteret under ny gravplass skal være 50 cm dypt og bestå av godt sortert sand.

Rensedammene må driftes. Ved gjennomføring av rensertiltak, vurderes det at påvirkning på Frikstادتjønn blir liten. Det anbefales oppfølging med prøvetaking i både anleggs- og driftsfasen med uttak av vannprøver. Det bør etableres en miljøoppfølgingsplan for

anleggsfasen for å minimere forurensningstilførselen. En miljøoppfølgingsplan for driftsfasen bør inneholde forslag til driftsrutiner for rensedammene samt et prøvetakingsopplegg for disse.

## 1. Bakgrunn

Parkvesenet, i oppdrag for Kirkelig Fellesråd, skal utvide Randesund gravplass på Frikstad i Kristiansand kommune. Asplan Viak AS har ansvar for prosjektering av området.

Utvidelsen av gravplassen vil bli i området mellom eksisterende gravplass og Frikstadtjønnen. Bruttoarealet er på ca 12 daa, hvorav 6-7 daa skal utnyttes til nye gravfelt fordelt på 3 teiger vist i Figur 1. Det vises for øvrig til overvannsnotat (VAO-notat Randesund gravplass) hvor flere av figurene i dette notatet er hentet fra.



Figur 1. Områder for nye gravfelt

## 2. Eksisterende situasjon i planområdet

Planområdet ligger sør for Frikstادتjønna i Randesund. Det utvidede området vil ligge nord for eksisterende gravlund og kirke (Figur 2). Området består i hovedsak av uberørt skog eller jordbruksmark. Omkringliggende arealer er uberørt skog, jordbruk og noen boliger. Området ligger langs Kongshavnveien.





Figur 2. Planområdet nord for eksisterende gravplass

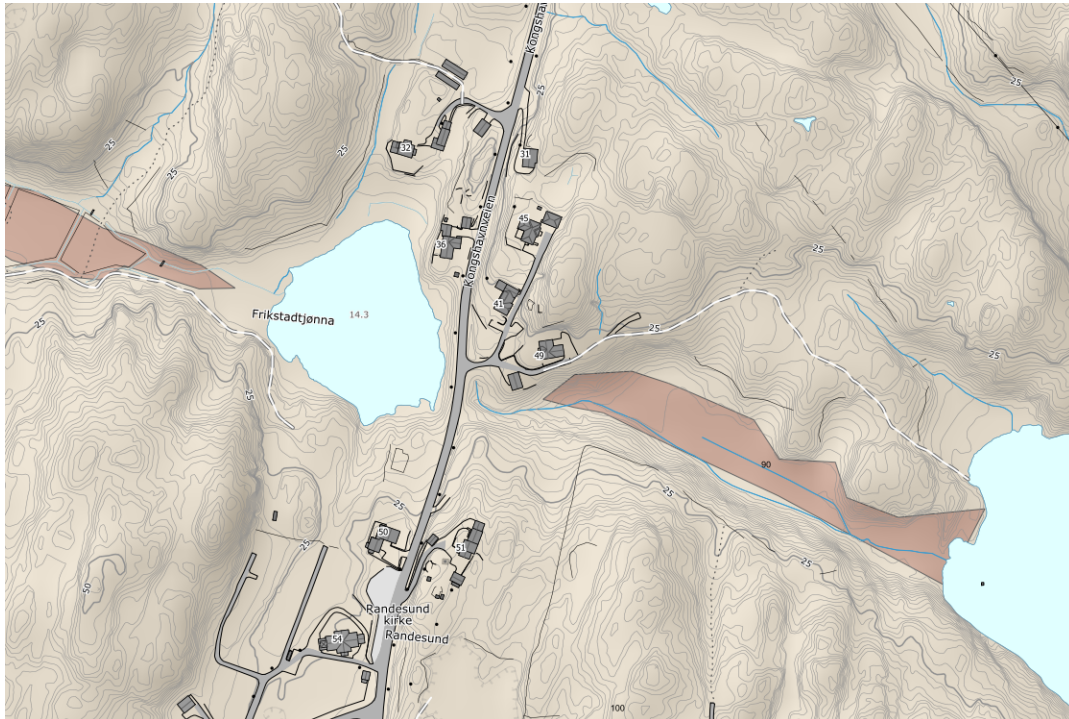
## 2.1. Løsmasser

Løsmassene i området er karakterisert som tynt humus/torvdekke (Figur 3).

Det er gjennomført en miljøgeologisk undersøkelse i området som dokumenterer at massene ikke er forurenset (GrunnTeknikk, 2022). Det er også gjennomført en vurdering av om berggrunnen består av syredannende bergarter (uttak av 3 prøver; en prøve fra hvert delområde, se Figur 1), noe det ble konkludert at det ikke gjør. Det legges derfor til grunn ingen ekstra avrenning av eks tungmetaller fra berggrunnen i forbindelse med evt. sprengningsarbeider i området. Det er anlagt en steinfylling vest i området som stammer fra et fjellanlegg tyskerne var i ferd med å anlegge under andre verdenskrig. Det forventes derfor heller ingen spesiell avrenning fra denne steinfyllingen, da steinfyllingen stammer fra uttak av stein lokalt (Figur 4).

Det er gjennomført en kornfordelingsanalyse av 4 av prøvene tatt ut under miljøgeologisk undersøkelse. Utvalget av prøvene som er analysert for kornfordeling er ifølge Grunnteknikk tatt ut etter et visst spenn i kornfordeling og dybde. Det blir konkludert med at massene i prøvene som er tatt ut er for finkornige til å kunne benyttes som infiltrasjonsmasser på kirkegården. Antall prøver og prøvedybde tilsier at resultatene ikke

nødvendigvis gjenspeiler variasjonen i kornfordeling innenfor området, men både løsmassegeologien, at det i en del områder er svært grunt til fjell, og at store deler av området skal masseutskiftes, tilsier at massene ikke kan benyttes som infiltrasjonsmasser på ny gravplass.



Figur 3. Kart over løsmasser ved eksisterende gravplass og planlagt utvidet gravplass mot Frikstadtjøna (ngu.no). Lysebrun farge=tynt humus/torvdekke og brun farge=torv og myr.

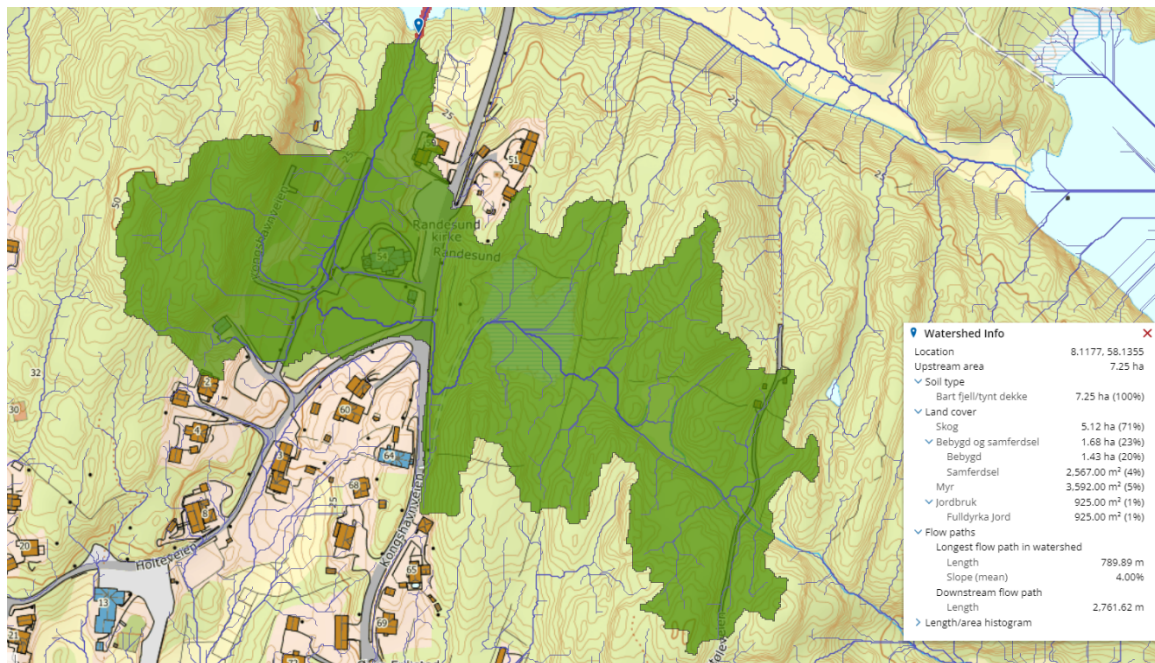


Figur 4. Lokalisering av anlagt steinfylling fra 2. verdenskrig (Grunnteknikk, 2022). Området markert med rødt er undersøkelsesområde for miljøgeologisk undersøkelse.



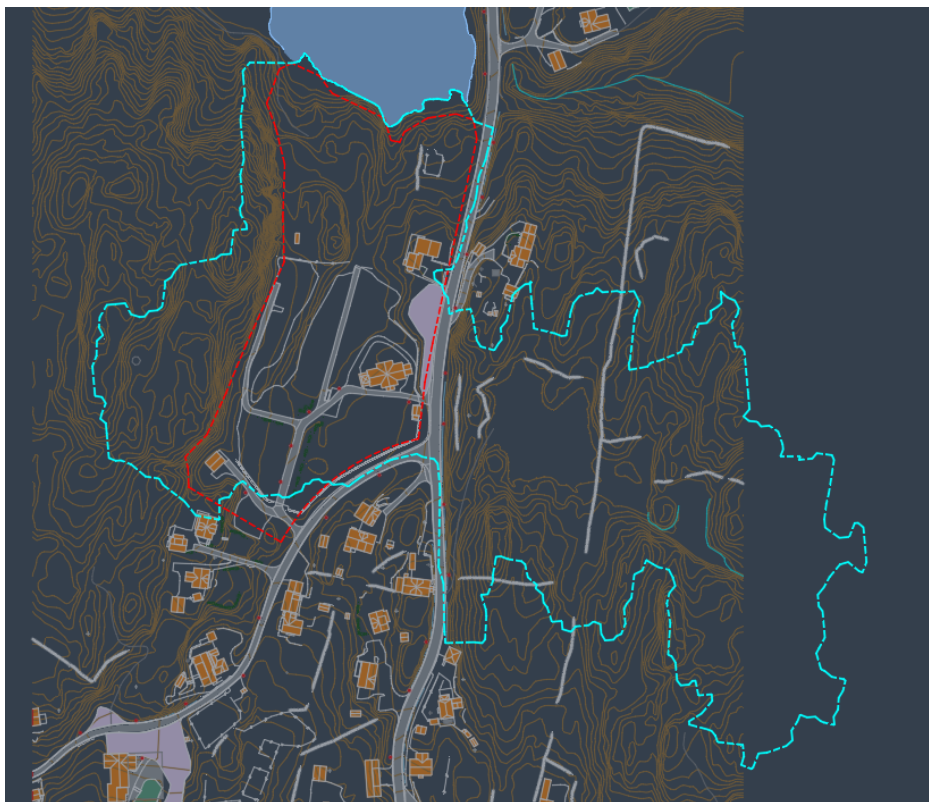
## 2.2. Nedbørsfelt og økologisk tilstand i Frikstadtjønna

Eksisterende gravplass har i dag tilrenning nordover mot Frikstadtjønna. Vannet samles i en bekk som har utslipp i tjønna. Oppstrøms er det avrenning fra et større område øst for Kongshavnveien som er uberørt fjell og skogsareal og et mindre areal vest for gravplassen som også er uberørt natur, se nedslagsfelt i Figur 5.



Figur 5. Nedslagsfelt for tilrenning til bekk med utløp til Frikstadtjønna, Scalgo.

Figur 6 viser nedslagsfeltet for avrenning oppstrøms tiltaksområdet.



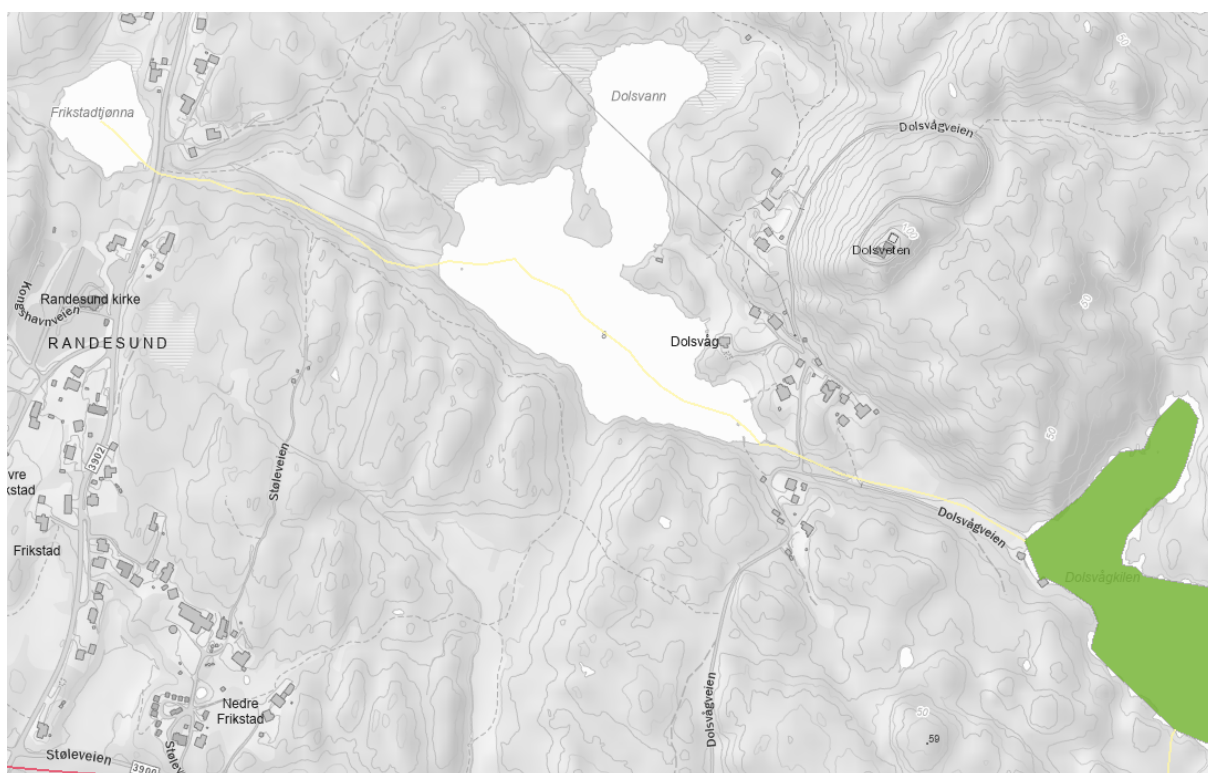
Figur 6. Nedslagsfelt (cyan linje) oppstrøms med tilrenning til tiltaksområde (rød stippet linje).

Både gammel og planlagt ny gravplass har avrenning til Frikstadtjønn som er en del av vannforekomsten Dollsvågsbekken (id 020-404-R i Vann-Nett) som renner østover og har sitt utløp i Dollsvågskilen som videre renner ut i Kvareneskilen. Dollsvågsbekken er registrert som liten, kalkfattig og klar vannforekomst (type R105) med moderat økologisk og god kjemisk tilstand med risiko om ikke å nå god økologisk miljøtilstand innenfor frist satt ihht Vannforskriften. Det er lav presisjon på klassifiseringen (lite datamateriale som ligger til grunn for klassifiseringen av miljøtilstand) og det er så vidt oss bekjent ikke gjennomført undersøkelser av tilstanden i Frikstadtjønn. Kommunen kjenner heller ikke til slike undersøkelser (Marianne Bliksås, Kristiansand kommune, pers.medd.).

Det er imidlertid sannsynlig at det er oppgang av sjørret i bekken nedstrøms Frikstadtjønn og det er observert innlandsørret i selve tjernet. I tillegg er vassdraget habitat for rødlista ål. Dette er formidlet av både naturforvalter i kommunen og nabo/kjentperson i området (Trond Johansen og Bengt Daatland, pers.medd.). Dette beskrives også i rapport fra Terrateknikk (2009), hvor det er kartlagt gyte- og oppvekstområder i bekken nedstrøms Frikstadtjønn. Det er også lagt ut gytegrus flere steder i denne bekken.

Ål vurderes som «sterkt truet» på norsk rødliste for arter 2021. Dette betyr at vassdraget har «svært stor verdi eller høyeste forvaltningsprioritet» ihht verdivurderinger i Miljødirektoratets veileder M-1941 (Konsekvensutredninger for klima og miljø, 2021).

Vi har ikke brakt på det rene at Frikstadtjønn benyttes til bading eller andre aktiviteter som kan komme i konflikt med evt. avrenning av bakterier eller virus fra gravplassen. Det er heller ikke registrert drikkevannsbrønner nedstrøms eksisterende eller planlagt gravplass ([Granada\(ngu.no\)](http://Granada.ngu.no)). Avbøtende tiltak kan også filtrere bort deler av evt. avrenning av bakterier/virus.



Figur 7. Kart som viser vannforekomst Dollsvågsbekken (id 020-404-R i Vann-Nett) – hvor Frikstadtjønn ligger øverst i nedslagsfeltet. Dollsvågsbekken renner østover og har sitt utløp i Dollsvågskilen som videre renner ut i Kvareneskilen. Kartet viser moderat økologisk tilstand (gul farge) i Frikstadtjønn og Dollsvågsbekken ned til Dollsvågskilen som viser god økologisk tilstand (grønn farge) (Vann-nett.no).

### 2.3. Overvannsystem (eksisterende gravplass) og flomveier

Overvannsnettene inne på selve gravlundene er vist i Figur 8. Figuren viser drensledninger og vannposter og tegninger over dette funnet i byarkivet. Figur 9 viser flomvei fra eksisterende gravplass (lavpunkt som renner nordover mot Frikstadtjønn), samt flomvei fra planlagt gravplass slik terrenget er i dag. Vi ser at ny gravplass planlagt både på vestsiden og østsiden av bekken som drenerer mot tjønna, har avrenning direkte til tjønna.









Figur 9. Eksisterende flomvei fra eksisterende gravplass mot Frikstadtjønnen. Område for planlagt gravplass drenerer rett ut i Frikstadtjønnen slik terrenget ligger i dag.

## 3. Avrenning

### 3.1. Eksisterende gravplass

#### 3.1.1. Prøvetaking eksisterende situasjon

Da det ikke finnes analyseresultater av avrenning fra eksisterende gravplass til Frikstadtjønn og det er lav presisjon på klassifiseringen av økologisk tilstand, ble det tatt ut vannprøver fra 5 forskjellige lokaliteter oppstrøms og nedstrøms gravplass den 26.10.22. Prøvene ble tatt etter en del regn et par dager før. Se for øvrig figur under for oversikt over

prøvetakingslokaliteter (5 lokaliteter; 1. Oppstrøms bekk fra øst, 2. Samlekum eksisterende gravplass, 3. Utløp av lukket bekk/avrenning fra eksisterende gravplass, 4. I Frikstadtjønna etter innløp, og 5. Utløp fra Frikstadtjønna).



Figur 10. Oversikt over prøvetakingspunkt; 1. Oppstrøms bekk fra øst, 2. Samlekum eksisterende gravplass, 3. Utløp av lukket bekk/avrenning fra eksisterende gravplass, 4. I Frikstadtjønna etter innløp, og 5. Utløp fra Frikstadtjønna.

Det ble tatt ut prøver for analyse av parametere som er relevante ift avrenning fra gravplasser. Det ble også tatt prøve av aluminium da det ikke var avklart på prøvetakingsdatoen om det var sulfidholdig berggrunn eller ikke i området. Denne parameteren er nå ikke så aktuell lenger, men labilt aluminium anses som skadelig for fisk og er derfor referert under.

Det ble vurdert at det var vanskelig gjennomførbart med bunndyrsprøver eller begroingsprøver i bekken pga dårlig bunnsstrat og ugunstig prøvetidspunkt. Det vil derfor i hovedsak være kjemisk tilstand som kan vurderes - ikke økologisk tilstand.

Det ble analysert for følgende parametere:

- TOC (total organisk innhold)
- Hg (oppløst)
- Tot Al og fraksjoner av Al (pga mulig avrenning fra sulfidholdig grunn og påvirkning på fisk)
- Tot P
- Tot N
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- pH

Det antas at tilførselsbekk til Frikstadtjønnen - hvor prøvene er tatt, har samme vanntype som Frikstadtjønn og Dollsvågsbekken. Dette betyr vanntype R105 (kalkfattig, klar elv) og L105a (kalkfattig, klar og grunn innsjø) som har verdier for TOC i intervallet 2-5 mg/l som vist i figuren under. Figuren viser bare karakteriseringen for elv, men innsjø har samme verdier for TOC.

**Tabell 3.6 Elvetyper i Norge med ulike typekoder. I de to økoregionene i Nord-Norge bør kun vanntypene for skog og fjell benyttes. Klimaregion fjell benyttes dersom man er over eller nord for tregrensen.**

Klimazone	Beskrivelse	Norsk type	NGIG type	Kalsium mg/l	Alkalitet mekv/l	Humus mg Pt/l	TOC mg/l	Turbiditet, FNU	Susp. tørrstoff STS, mg/l
Lavland <200m	Svært kalkfattig, svært klar	R101a		<0,25	<0,012	<10	<2	<5	<10
		R101b		0,25-0,50	0,012-0,025				
		R101c		0,50-0,75	0,025-0,0375				
		R101d		0,75-1,00	0,0375-0,05				
	Svært kalkfattig, klar	R102a		<0,25	<0,012	10-30	2-5	<5	<10
		R102b		0,25-0,50	0,012-0,025				
		R102c		0,50-0,75	0,025-0,0375				
		R102d		0,75-1,00	0,0375-0,05				
	Svært kalkfattig, humøs	R103a		<0,25	<0,012	30-90	5-15	<5	<10
		R103b		0,25-0,50	0,012-0,025				
		R103c		<0,75	0,025-0,0375				
R103d			0,75-1,00	0,0375-0,05					
Kalkfattig, svært klar	R104		1,0-4,0	0,05-0,2	<10	<2	<5	<10	
<b>Kalkfattig, klar</b>	<b>R105</b>	<b>R-N2</b>	<b>1,0-4,0</b>	<b>0,05-0,2</b>	<b>10-30</b>	<b>2-5</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;10</b>	
Kalkfattig, humøs	R106	R-N3	1,0-4,0	0,05-0,2	30-90	5-15	<5	<10	
Moderat kalkrik, klar	R107	R-N1, R-N4	4,0-20	0,2-1,0	<30	<5	<5	<10	
Moderat kalkrik, humøs	R108		4,0-20	0,2-1,0	30-90	5-15	<5	<10	
Kalkrik, klar	R109		>20	>1	<30	<5	<5	<10	
Kalkrik, humøs	R110		>20	>1	30-90	5-15	<5	<10	
Turbid (Leivassdrag)	R111	n.a.	>4	>0,2	alle	alle	>5	>10	

Figur 11. Elvetyper i Norge - hvor liten, kalkfattig og klar elv skal ligge i området 2-5 mg/L for TOC (Vannnett.no).

Dette stemmer dårlig med analyseresultatene fra prøvetakingen den 26.10, hvor alle analyseresultater av total organisk karbon (TOC) ligger høyere enn 5 mg/l (se tabell under). Etter analyseresultatene å dømme, ligger denne vannforekomsten i klasse «humøs» og ikke i «klar». Det understrekes at dette kun er analyseresultater fra en prøvetakingsomgang, og det anbefales sterkt å minimum ta prøver i to omganger til. Videre er det også vanskelig å vurdere om vannforekomsten er blitt vurdert i feil gruppe, eller om verdiene for avrenning av organisk materiale har økt siden karakteriseringen fant sted. Det legges i den videre vurderingen til grunn vanntype «kalkfattig, humøs» - dvs. type R106 for elv og L106 for innsjø.



Tabell 1. Analyseresultater for Total organisk karbon (TOC) i mg/l fra de ulike prøvetakingspunktene vist over.

	Oppstrøms bekk fra øst (1)	Samlekum eksisterende gravplass (2)	Utløp av lukket bekk fra eksisterende gravplass (3)	I Frikstadtjønnna etter innløp (4)	Utløp fra Frikstadtjønnna (5)
TOC mg/l	11	7,7	8,6	8,5	12

Resultatene viser høyest verdi i bekk fra øst - oppstrøms gravplass og utløpsbekk fra Frikstadtjønnna. Det understrekes igjen at dette kun er en stikkprøve og resultatene er derfor svært usikre. Noe høyere verdier i prøvetakingspunkt 1 kan skyldes at prøven er tatt ved utløpet av en myr/et myraktig området. Dette kan være årsaken til høyere verdier. Resultatene indikerer ingen økning av avrenning fra kirkegården av organisk materiale. Dette er imidlertid svært usikre tall.

Figuren under viser tilstandsklasser for kvikksølv, total fosfor, total nitrogen, ammonium og pH. Grenseverdier for pH er oppgitt for vassdrag uten anadrom fisk da det ikke finnes klassegrenser for pH for anadrome vassdrag i Klassifiseringsveilederen (Klassifisering av miljøtilstand i vann, veileder 02:2018). Det er som nevnt sannsynligvis oppgang av sjøørret i vassdraget. I tillegg er vassdraget habitat for innlandsørret og ål.

Tilstandsklassene for kvikksølv varierer ikke med vanntype for elv eller innsjø.

Det er også tatt prøver av oppløst aluminium og fraksjoner av dette (for evt. påvirkning fra syredannende bergarter), men det er kun labilt aluminium som er vist i tabellen under. Det er labilt aluminium som anses som å være giftig for fisk. Det er spesielt ved pH-verdier under 5,5 at mengden labilt aluminium øker.

Tabell 2. Tilstandsklasser for kvikksølv (Hg), aluminium (LAI/UM-Al) for anadrome vassdrag, total fosfor (Tot P), total nitrogen (Tot N), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) og pH i vassdrag uten anadrom fisk. Kilde: Klassifisering av miljøtilstand i vann, veileder 02:2018.

Parameter vanntype R106 (bekk) og L106 (innsjø)	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Hg (µg/l)	0-0,001	0,001-0,047	0,047-0,07	0,07-0,14	≥0,14	
Potensielt giftig aluminium (LAI/UM-Al) i innsjøer/elver med laks (µg/l)	0-5	5-10	10-20	20-40	≥40	
Tot P (µg/l)	Elv	1-17	17-24	24-45	45-83	≥83
	Innsjø	1-11	11-16	16-30	30-55	≥55
Tot N (µg/l)	1-475	475-650	650-1075	1075-1775	≥1775	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µg/l)*	0-30	30-60	60-100	100-160	≥160	
pH (vassdrag uten laks)	7,2-6,2	6,2-5,6	5,6-4,9	4,9-4,6	≤4,6	

\*Klassegrensene gjelder kun for pH≥8 og temperaturer ≥25°C. Ved lavere pH og temperatur er denne parameteren ikke relevant

Analyseresultatene er vist i tabellen under.

Tabell 3. Analyseresultater for kvikksølv (Hg), labilt aluminium, total fosfor (Tot P), total nitrogen (Tot N), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) og pH for de forskjellige prøvetakingslokalitetene. Fargekodene viser tilstandsklasse for den enkelte parameter hvor blå=svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig og rød=svært dårlig.

Prøvetakingssted/parameter	Oppstrøms bekk fra øst (1)	Samlekum eksisterende gravplass (2)	Utløp av lukket bekk fra eksisterende gravplass (3)	I Frikstadtjønn a etter innløp (4)	Utløp fra Frikstadtjønn a (5)
Hg (µg/l)	0,011	≤0,005*	≤0,005*	≤0,005*	≤0,005*
Labilt Aluminium (µg/l)	≥200**	23**	7**	≤5**	25**
Tot P (µg/l)	Elv	28	32	33	24
	Innsjø			31	
Tot N (µg/l)	440	1800	2400	2200	970
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µg/l)	12	14	63	44	21
pH (vassdrag uten laks)	4,5	6,3	6,4	6,9	6,0

\* Deteksjonsgrensa for analysen av Hg er for dårlig til at det kan differensieres om dette faller innenfor «god» eller svært god». Grønnfargen oppgir dårligste klasse.

\*\* Det er ikke oppgitt klassegrenser for kun labilt aluminium i Klassifiseringsveilederen. Det er forholdet mellom labilt og UM-Al som er oppgitt som klassegrense. Det analyseres ikke for UM-Al hos Eurofins.

Verdiene for kvikksølv viser jevnt over lave verdier og innenfor klasse «god».



Vi ser at verdiene for labilt aluminium er svært høye i lokalitet 1. Dette henger sammen med lav pH (4,5), som igjen henger sammen med at prøven er tatt ved utløpet av en myr. Prøven er oppstrøms gravplassen og vurderes å ikke være relevant ift mulig påvirkning av fisk. Verdien i utløpet fra Frikstadtjønnen er på 25 µg/l, noe som av Rådgivende Biologer (Rapport 347, 1998) anses å være en konsentrasjon som «kan gi problemer med sjøtoleransen, mens verdiene for sjørretet kan være noe høyere.» Verdiene referert til gjelder for sjø der det er en sammenheng mellom kloridkonsentrasjon i sjø og effekt av labilt aluminium. Dette gir likevel en pekepinn på størrelsen på verdien, som indikerer at verdien er noe høy og kan nærme seg grensen for påvirkning av fisk – under enkelte forhold. Denne lokaliteten er mest relevant for fisk da det er sannsynlig at det som tidligere nevnt er oppgang av sjørretet i denne bekken.

Verdiene for fosfor viser relativt jevne verdier fra prøven oppstrøms til nedstrøms Frikstadtjønn, hvor sistnevnte verdi er noe lavere. Verdiene nedstrøms gravplassen ligger i tilstandsklasse «dårlig», mens utløp fra Frikstadtjønn ligger i klasse «moderat».

Klassegrensene gjelder ikke for ammonium da pH er relativ lav, det er derfor ikke satt inn farger for tilstandsklasser i tabellen under. Verdiene følger imidlertid verdiene for total nitrogen og her er det relevant å vurdere de forskjellige prøvetakingslokalitetene opp mot hverandre. Vi ser at både for samleikum og utløp av lukket bekk fra eksisterende gravplass, er nitrogenverdiene høyere enn oppstrøms gravplassen. Vi ser at verdiene går ned ved utløpet av Frikstadtjønn (tilstandsklasse moderat), noe som sannsynligvis skyldes fortynning i tjernet.

pH for prøven tatt oppstrøms gravplassen er lav, noe som sannsynligvis skyldes at prøven er tatt ved utløpet av et myraktig område og dermed har både høyt organisk materiale og lav pH. De andre prøvene ligger mellom 6-6,9. Det er tidligere målt pH på 5,6 i Frikstadtjønn (Terrateknikk, 2009), som er en del lavere enn verdien målt i oktober 22 (pH 6,9). Sistnevnte resultat er i tjernet rett etter innløp fra gravplassen og er således påvirket av avrenning herfra. Det er usikkert hvor målingen fra 2009 er tatt.

Analyseresultatene fra en prøvetakingsomgang indikerer noe økning i nitrogenverdier for avrenning fra gravplassen, men ellers liten endring i verdiene fra oppstrøms gravplass til nedstrøms denne.

Det må understrekes at analyseresultatene kun representerer én prøvetakingsomgang med stikkprøver. Det er derfor stor usikkerhet knyttet til relevansen av resultatene. Vi anbefaler sterkt at det gjennomføres minst to prøvetakingsomganger i tillegg til denne. Disse prøvetakingsomgangene bør gjennomføres i perioder som representerer en annen

type avrenningsperiode enn denne. Det anbefales en prøvetakingsomgang på våren – rett etter snøsmelting og en prøvetakingsomgang på sommeren – med liten avrenning.

### 3.1.2. Avrenning fra eksisterende gravplass

Det er til sammen 800 graver på eksisterende gravplass (Figur 12). Nedbrytning av legeme og kiste, og sig av nedbør gjennom jordprofil som kiste ligger i og ned til drensssystem, vil føre til utvasking av ulike typer stoffer som kan bidra til forurensning av nedstrøms resipient. Det finnes begrenset med litteratur som dokumenterer avrenning fra gravplasser og påvirkning fra gravplassen vil skje over mange år. Potensielle forurensningskilder er - i tillegg til parametere som det ble prøvetatt for (se forrige kapittel), også mikroplast – som det er blitt økt fokus på de siste årene.



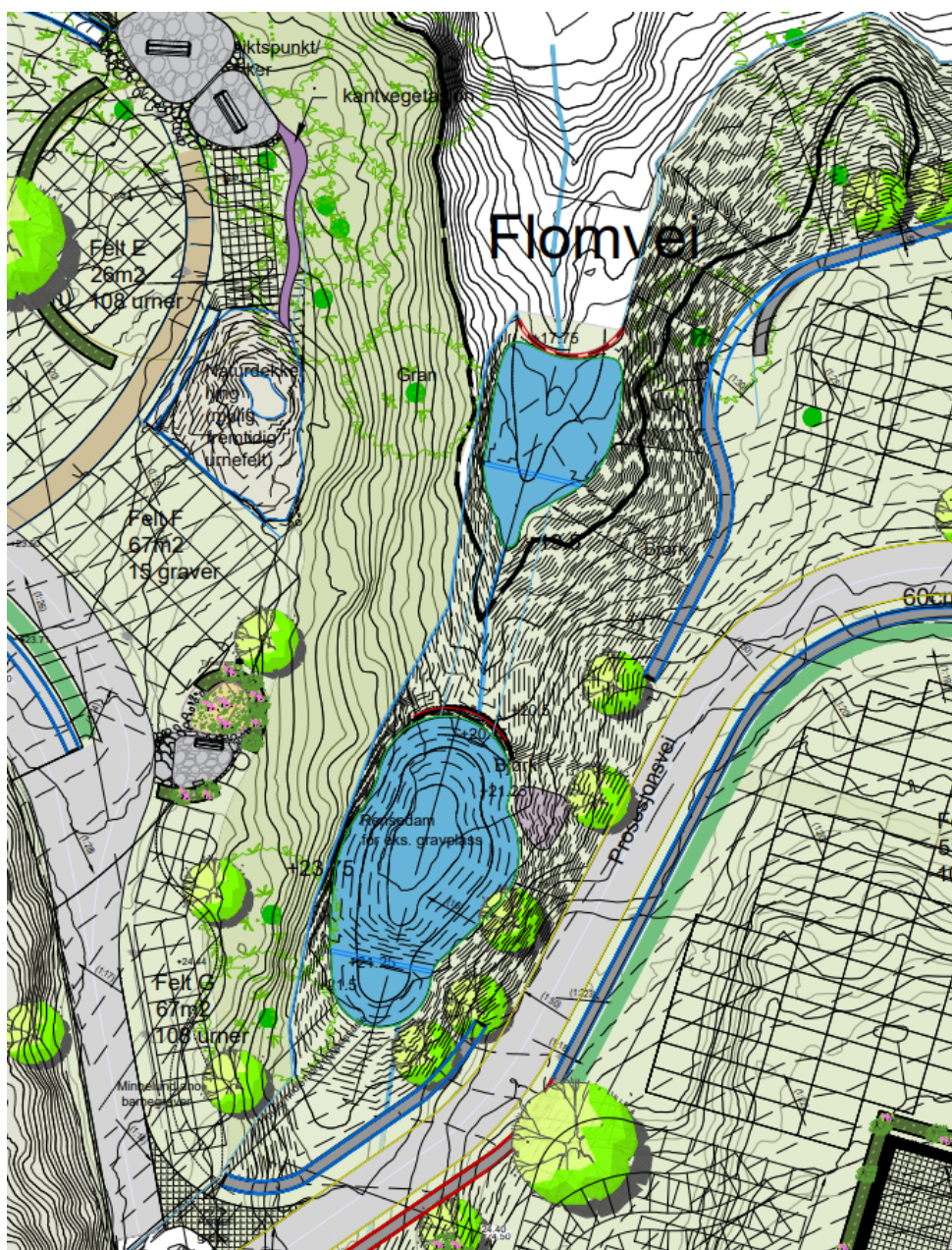
Figur 12. Oversikt over antall graver fra eksisterende gravplass (416 graver i østre del og 384 graver i vestre del).

Selv om gravplassen er noen år gammel, indikerer vannprøvene noe økning i nitrogenverdier gjennom gravplassen. Det understrekes at dette kun er resultater fra en prøveomgang og at det anbefales minst to prøveomganger til. Dette samtidig som Frikstadtjønn og bekken nedstrøms er sårbar (store verdier ift fisk), gjør at det anbefales å etablere et avbøtende tiltak for å rense avrenningen fra eksisterende gravplass før dette renner ut i Frikstadtjønn. Det er også en målsetting i Vannforskriften at alle vannforekomster i Norge skal ha minst «god økologisk tilstand». Selv om det kun er tatt kjemiske parametere her, vil en rensing av avrenningen fra gravplassen bidra til at målet om god økologisk tilstand kan nås.

### 3.1.3. Avbøtende tiltak

Det vil være en blanding av partikler i form av organisk materiale og mikroplast (evt. noe uorganiske partikler) og næringsstoffer som er relevant å holde tilbake/rense. Det foreslås derfor en rensedam med et sedimentasjonsbasseng for utfelling av partikler og partikkelbundne stoffer (eks fosfor) før et etterfølgende filter for rensing av mindre partikler og nedbryting av organisk materiale og omdanning av nitrogen.

Rensedammen foreslås etablert i dalsøkk like nord for møteplass på ny kirkegård - i området der hvor bekk fra gravplass starter. Forslag til lokalisering er vist i tegning LO001 og under hvor det til den søndre rensedammen føres drene vann fra eksisterende gravplass. Den nordre rensedammen vil motta og rense drene vann fra planlagt gravplass (se kap. 3.2).

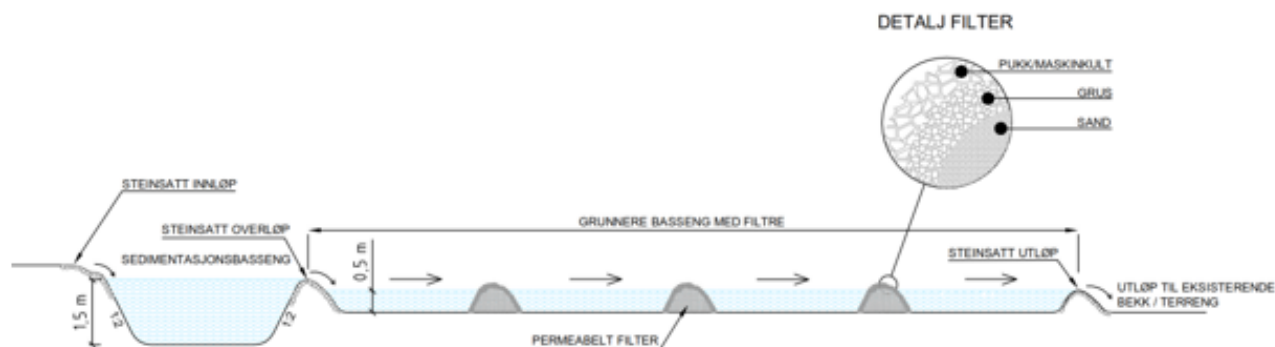


Figur 13. Forslag til lokalisering av rensedammer; søndre rensedam vil håndtere drenevann fra eksisterende gravplass og nordre rensedam vil håndtere drenevann fra planlagt gravplass. Fra tegning LO001 av 21.02.23.

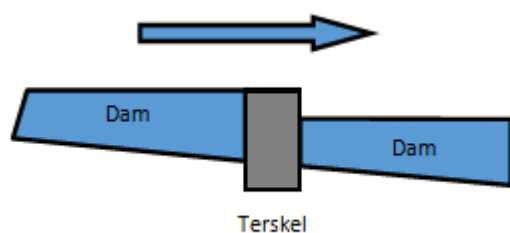
Skissen under viser et eksempel på rensedam med ulike elementer. Det anbefales et sedimentasjonsbasseng og med etterfølgende ulike typer filtre som våtmarksfiltre og sandfiltre. Det anbefales etablering av minst ett vertikalt sandfilter. Filtrene kan etableres i trapping hvis terrenget tilsier dette. Etablering av planter i den største delen av dammen vil også føre til mindre synlig vannspeil, noe som kan være en fordel i forhold til den emosjonelle opplevelsen av dammen. Dammen er tenkt plassert slik at den blir lite synlig



og klart avgrenset fra både eksisterende og planlagt gravplass. Tilgjengeligheten til dammene blir derfor svært begrenset for publikum og vi anser faren for evt. drukningsulykker som meget liten. Rensedammene blir også lite synlige fra både eksisterende og planlagt gravplass.



Figur 14. Rensedam med et sedimentasjonsbasseng før etterfølgende basseng med ulike typer permeable terskler/filtre. Det er mulig å plante til arealet mellom de permeable tersklene med våtmarksplanter. Eksemplet er hentet fra et veiprojekt hvor rensing av tunnelvaskevann er hensikten.



Figur 15. Eksempel på terskel som også kan fungere som filter der hvor det er behov for trapping av dammen i hellende terreng.

Rensedammen må driftes år-om-annet med evt. bortkjøring av sedimenter i sedimentasjonsbasseng eller bytting av permeable filtre hvis disse går tette. Det antas imidlertid at dette blir såpass sjelden at det ikke er planlagt en permanent adkomstvei til rensedammen, men er mulig for å komme til med gravemaskin el.lign. Dette må detaljeres i neste fase av prosjektet.

### 3.2. Planlagt gravplass

Det er planlagt at overflateavrenning fra fremtidig gravplass skal renne mot Frikstadtjønnen – omtrent som i dag. Se figur under. Dette vil være rent vann som kan ledes rett til tjønna uten rensing.



Figur 16. Planlagt overflateavrenning fra ny gravplass vist som blå piler på tegningen.

For å minimere overflatetransporten innenfor fremtidig gravplass, er det planlagt avskjærende grøfter for overflatevann som drenerer inn mot gravplassen. Dette vannet ledes utenom ny gravplass. Vann fra parkeringsareal og gangveier samles opp i sluk og ledes til lavbrekk og rensedam. Det er såpass lite areal og forurensning i vannet, at det ikke er nødvendig utfra rens hensyn å lede dette til dammen. Det vil imidlertid i perioder være lite vannsig til rensedammen, det er derfor anbefalt å lede dette vannet hit for å få et mer jevnt tilsig til dammen. For ytterligere detaljer for overvannssystem, henvises til «VAO notat Randsund gravplass».



Som vurdert over, vil det være fare for avrenning av forurensende stoffer fra ny gravplass og drensvann fra gravplassen skal derfor renses. Resipient er også vurdert som sårbar pga fisk i vassdraget.

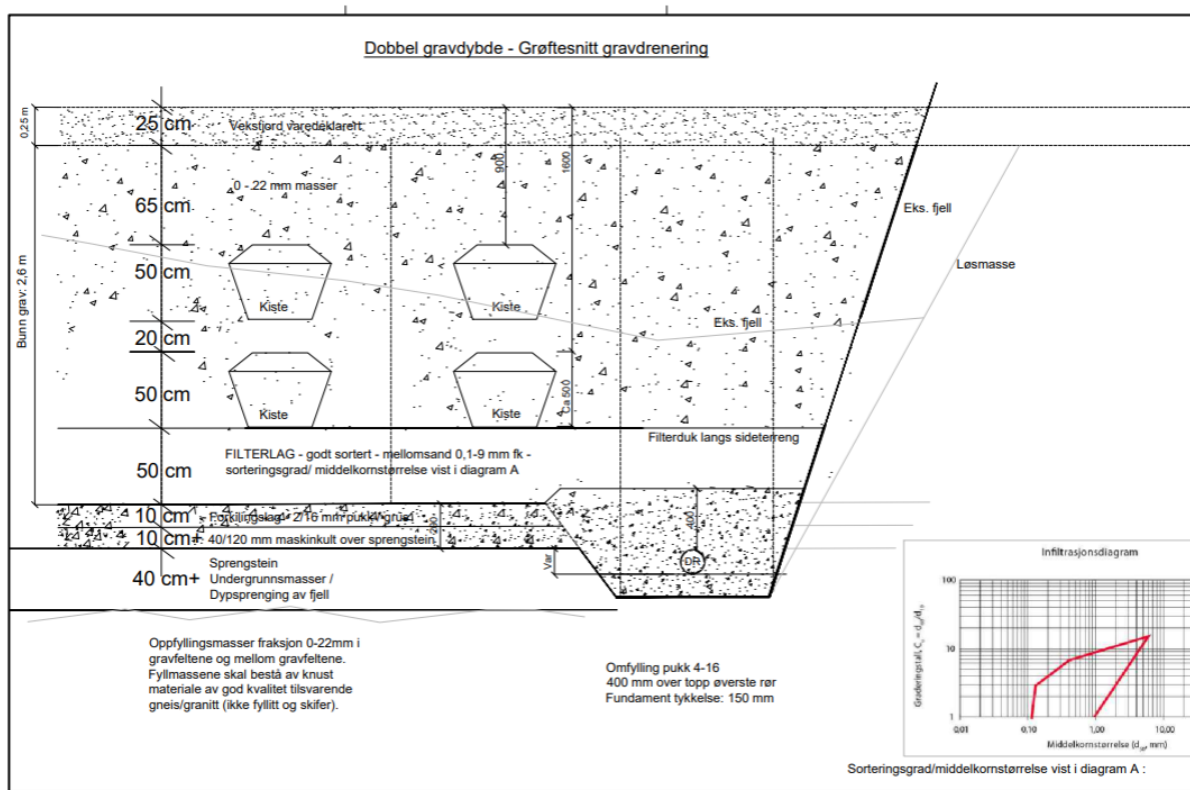
Det er i prinsippet flere måter å rense drensvannet fra gravplassen – enten å samle opp alt drensvannet og føre dette til et felles rensesystem, eller etablere en renseenhet/et rensefilter under hver kiste. Det er det siste alternativet som er valgt i denne sammenheng. I tillegg skal rensedrensvann ledes gjennom nordre rensedam som en ekstra sikkerhet (se for øvrig kap. 3.3.1). Nordre rensedam vises i Figur 13.

Figuren under viser snitt for dobbelt kiste med filterlag for rensing av avrenning fra kiste før det når underliggende drenering. Filteret skal være minimum 50 cm dypt for å få tilstrekkelig rensing. Det er kun lagt enkelte samledrens som sikrer bortledning av vann hvis filterne skulle bli tette i enkelte deler av gravplassen. Det er svært viktig at ikke vannet stuves opp mot filteret og dermed skaper dårlige forhold for nedbryting av organisk materiale og dårlig renseseffekt. Det stilles også krav i gravplassforskriften om at høyeste grunnvannsstand skal ligge minst 0,3 m under kiste. Dette vil ivaretas med 0,5 m filterløsning samt drensssystem under filterløsningen for bortledning av evt. grunnvann.

I tillegg vil drenerør også sikre mulighet for prøvetaking av avrenningsvannet fra gravplass før det når Frikstadtjønn. Det anbefales en oppfølging med prøvetaking i både anleggs- og driftsfasen. Det kan om ønskelig lages en prøvetakingsplan for både anleggs- og driftsfasen.

På samme måte er det svært viktig at det velges filter med riktig kornfordeling og sorteringsgrad. Vi har over mange år erfart at filter som består av finmateriale, går tett over tid – det er derfor svært viktig at middelkornstørrelse og sorteringsgrad i diagrammet vist under følges. Dette diagrammet er hentet fra veiledere for infiltrasjonsanlegg for overvann og er utformet med hensikt for å unngå tiltetting av filteret. Tidspunkt for evt. tiltetting av filter vil selvfølgelig også variere avhenge av type avrenningsvann som renner gjennom filteret. En forventer relativt høy konsentrasjon av organisk stoff fra kister, og av denne grunn, er det spesielt viktig med riktig filter.

Det er videre vurdert at et forkilingslag er bedre enn en fiberduk. Vi har også erfaring med at fiberduk kan gå tett over tid, noe som ikke er ønskelig. Se for øvrig argumentasjon over. Det er svært viktig at forkilingslaget fører til en metting av sprengsteinslaget/det dypsprengte laget slik at filterlaget under kistene ikke går ned i forkilingslaget. Her er det svært viktig å følge opp i byggefasen.



Figur 17. Snitt som viser renselag - filterlag (50 cm) under kistebunn. Diagrammet til høyre viser krav til filteret ift kornfordeling og sorteringsgrad. Kravene vil tilsvare godt sortert mellomsand. Diagrammet er forstørret i figur underst. Det er mulig å legge drenerør på den øverste figuren mellom filterlaget og forkilingslaget. Det er sannsynligvis behov for dette for å få nok høyde fra gravplass til rensedam.

### 3.3. Antatt påvirkning på Frikstadtjønnen etter utbygging

#### 3.3.1. Driftsfasen

Gitt at avbøtende tiltak med rensedam for eksisterende gravplass etableres og at rensfilter og rensedam for ny gravplass bygges foreslått, vil påvirkning på Frikstadtjønnen reduseres. Antatt påvirkning på Frikstadtjønnen blir sannsynligvis liten og det forventes ingen forringelse av vannkvaliteten i Frikstadtjønnen (krav i paragraf 12 i Vannforskriften) - gitt at foreslåtte avbøtende tiltak gjennomføres. Det anbefales at det tas vannprøver for å dokumentere avrenningen fra eksisterende og ny gravplass.

Rensedammene må følges opp. For rensedammene må det tas ut sedimenter fra sedimentasjonsbasseng år-om-annet og bytte sandfiltre (i rensedammene) når disse går tette. Det blir vanskelig å skifte rensfilteret under kistene ved planlagt gravplass, den nordre rensedammen er derfor etablert som en ekstra sikkerhet og rensenhet for å opprettholde rensingen over tid fra dette området.

Det anbefales at det etableres et prøvetakingsprogram for oppfølging av foreslåtte rens tiltak i driftsfasen. Prøvetakingsprogrammet bør inneholde foreslåtte parametere, tidspunkt for prøvetaking og prøvetakingslokaliteter. Det er allerede tatt ut prøver i en prøvetakingsomgang og det anbefales at dette følges opp videre. I tillegg bør det utarbeides driftsrutiner for oppfølging av rensedammene. Både forslag til prøvetakingsprogram og driftsrutiner til rensedammer kan innlemmes i et miljøoppfølgingsprogram for driftsfasen.

### 3.3.2. Anleggsfasen

Det bør etableres en miljøoppfølgingsplan for anleggsfasen for å hindre avrenning av spesielt partikler og partikkelbundne stoffer. I miljøoppfølgingsplanen bør det foreslås tiltak for å hindre avrenning. Dette kan inkludere restriksjoner ifm nedbør og tidspunkt på året hva gjelder gravearbeid, samt enkle tiltak som f.eks rask revegetering og etablering av sedimenteringsanlegg. Det er også en mulighet å etablere begge rensedammer tidlig i gjennomføringsfasen slik at disse dammene kan fungere som et sedimenteringsanlegg i gjennomføringsfasen.

## Kilder

- Asplan Viak, 2022. VAO-notat Randesund gravplass
- Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - revidert 30.10.20. Veileder M608 - 2016, [M608.pdf \(miljodirektoratet.no\)](#)
- Grunnteknikk, 2022. Randesund kirkegård. Grunnundersøkelse miljø. Miljøteknisk datarapport
- Klassifisering av miljøtilstand i vann, veileder 02:2018 (vannportalen.no)
- Miljødirektoratet: Norsk rødliste for arter 2021.
- Miljødirektoratets veileder M-1941 (Konsekvensutredninger for klima og miljø, 2021)
- Ngu.no - løsmassekart
- Ngu.no - Grenada
- Rådgivende Biologer, 1998. Forsuring og fisk i Sogn og Fjordane (Rapport 347, 1998)
- Terrateknikk, 2009. Kartlegging av sjørrettbekker i Kristiansand kommune. Terrateknikk notat nr. 17 - 2009.
- Vann-nett.no

- Marianne Bliksås, Kristiansand kommune, pers.medd.
- Trond Johansen, Kristiansand kommune, pers.medd.
- Bengt Daatland, pers.medd.