

SLUTTRAPPORT FOR SANERING AV SLETTEBAKKEN DEPONI AUGUST 2022 – JUNI 2025



Bilde av is-køen på åpningsfesten for Slettebakken 26. august 2025.

OPPDAGSNR.

A124245

DOKUMENTNR.

068

VERSJON

001

UTGIVELSESDATO

29.08.2025

BESKRIVELSE

Sluttrapport for tiltak i forurenset grunn

UTARBEIDET

Ragnhild Austbø
Kjønsøy
Ingrid Gjesteland

KONTROLLERT

Aud Sundal

GODKJENT

Ingrid Gjesteland

INNHOOLD

1	Innledning	3
1.1	Vilkår i tillatelsen	3
1.2	Miljømål	3
2	Tiltaksgjennomføring	4
2.1	Massehåndtering	6
2.2	Tilbakefylling	8
2.3	Håndtering av fremmede arter	10
3	Overvåking	10
3.1	Anleggsvann	11
3.2	Grunnvann	12
3.3	Tveitevannet	14
3.4	Støy	20
3.5	Lukt	20
3.6	Støv	20
4	Avvik fra tillatelsen	21
5	Erfaring med utstyr og teknologi	23
5.1	Vannrenseanlegg	23
5.2	Jordvaskeanlegg	23
5.3	Benzen	23
6	Vurdering	23
7	Referanser	24
8	Vedlegg – Dronefoto/flyfoto av tiltaksområdet	25

1 Innledning

Statsforvalteren i Vestland ga tillatelse etter forurensningsloven til sanering av Slettebakken deponi den 30. juni 2022, tillatelsesnummer 2022.0144.T (Statsforvalteren i Vestland, 2022). I henhold til tillatelsens vilkår 10.3 skal det utarbeides en sluttrapport for arbeidene innen fire måneder etter at anleggsarbeidene er avsluttet.

Veidekke har i samarbeid med belgiske DEME Environmental vært ansvarlig for å masseutskifte avfallsdeponiet. Arbeidet startet opp i august 2022, og var forventet å vare i omtrent to år. Forsinkelser relatert til kulde, driftsstans og større areal og volum med avfallsmasser enn antatt har medført at anleggsarbeidet ble avsluttet først i juni 2025. Bergen kommune har vært Byggherre og prosjektleder for Bymiljøetaten har vært Gry Stenersen.

I perioden mai-oktober 2020 ble det etablert en grøft i randsonen (øst/nord) til deponiet for å avskjære overflatevann og redusere mengden vann som renner gjennom avfallsdeponiet (Fylkesmannen i Vestland, 2020). Anleggsvann ble ledet til Tveitevannet og Statsforvalteren (da Fylkesmannen) stilte krav om å overvåke Tveitevannet før, under og etter anleggsperioden (COWI, 2021b). Resultatene fra overvåkingen etter anleggsperioden i 2020 er benyttet som referanse på «før tiltak».

1.1 Vilkår i tillatelsen

Tillatelsen satte vilkår for oppgraving av avfallsmasser og rene masser, utsortering av avfallsfraksjoner, protokoller for prøvetaking av masser, mellomlagring av avfall, levering av avfall, rensing av anleggsvann, håndtering av støy, støv og lukt, overvåking av grunnvann og resipient (før, under og etter tiltak).

Det ble også stilt krav om rapportering til Statsforvalter hver 2. måned (vilkår 10.2) om utført arbeid, uønskede hendelser og avvik, måleresultater og mottatte klager. Frekvensen på statusrapportene ble endret til hver 3. måned fra og med mai 2023, på bakgrunn av stabil drift og få eller ingen avvik og uønskede hendelser. Statusrapportene beskriver tiltaket i mer detalj enn det som er gjengitt her i sluttrapporten.

Grunnvannet på Slettebakken og nedstrøms resipient Tveitevannet er overvåket gjennom hele anleggsperioden i henhold til eget overvåkingsprogram (COWI, 2021a). Overvåkingsprogrammet ble revidert i juni 2023 som følge av stabil vannkvalitet over tid (COWI, 2023b), og både frekvens på prøvetakingen og antall prøvepunkt ble redusert. Som følge av dette ble tillatelsen endret 22. juni 2023, med nye vilkår for prøvetaking (Statsforvalteren i Vestland, 2023). Overvåkingen er rapportert til Statsforvalter underveis, og kun en oppsummering av resultatene er gjengitt her i sluttrapporten.

1.2 Miljømål

Prosjektets miljømål har vært følgende:

- › *Påvist forurensning skal ikke medføre helsefare eller andre negative miljøkonsekvenser for brukere av tiltaksområdet*
- › *Grunnarbeider skal utføres på en slik måte at håndtering og disponering av massene ikke har helse- eller miljøkonsekvenser*
- › *Det skal ikke være spredning av forurensning som forringer eksisterende miljøkvalitet i området eller i nærliggende resipient (Tveitevannet)*

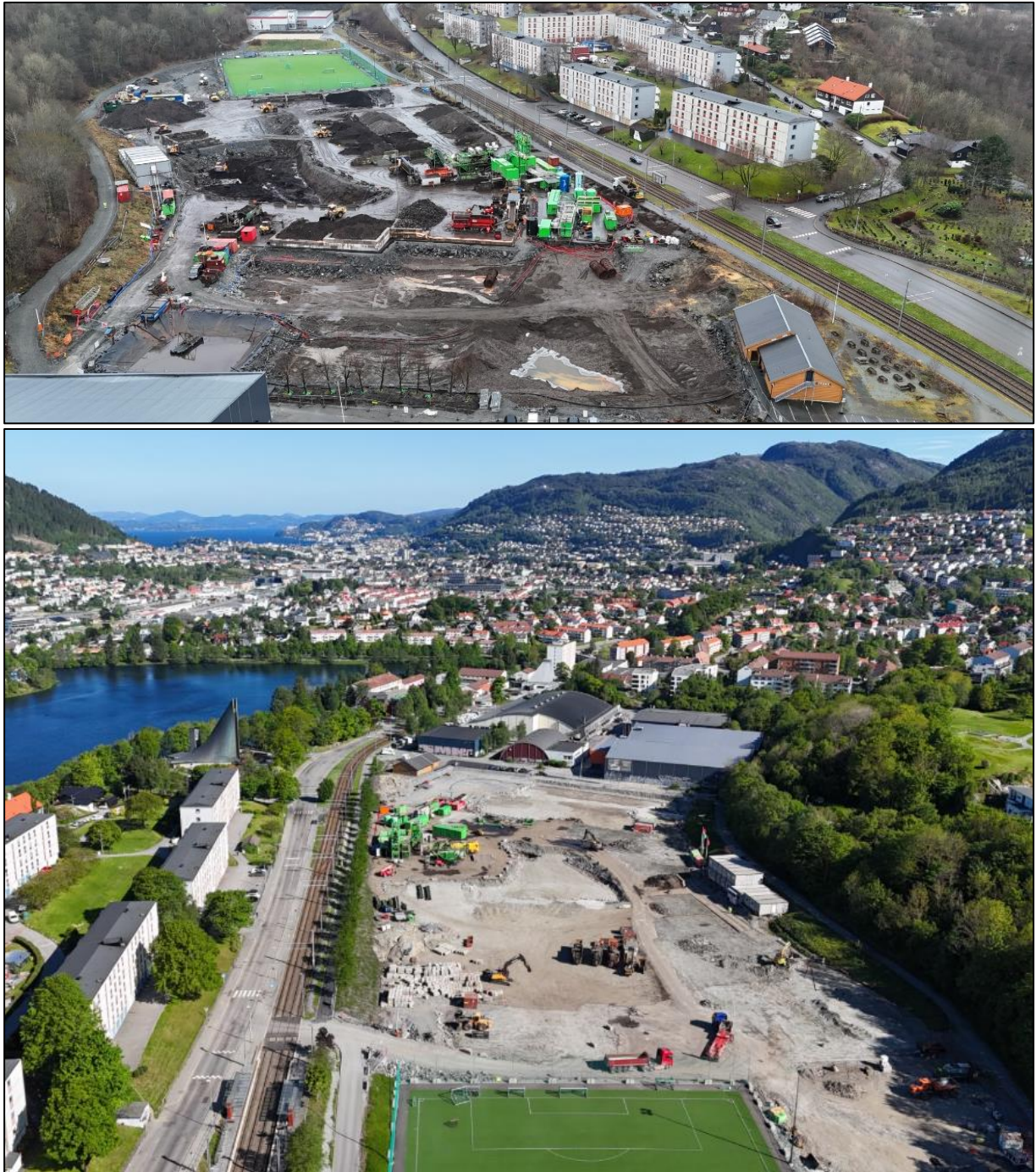
2 Tiltaksgjennomføring

Ved oppstart i august 2022 ble det satt opp brakkerigg, bufferbasseng og midlertidig vannrenseanlegg, soldeanlegg, sikteanlegg, håndplukkestasjon og jordvaskeanlegg (Figur 1). Deler av riggområdet ble masseutskiftet ved oppstart, og det ble etablert mottaksbåser for lagring av oppgravde og sorterte masser. Renset anleggsvann ble koblet på kommunal overvannsledning som drenerer til Tveitevannet. Videre ble den sørligste delen av avfallsdeponiet masseutskiftet.



Figur 1: Dronefoto øverst er tatt mot nord av bufferbasseng, vannrenseanlegg og jordvaskeanlegg. Dronefoto i midten viser mottaksbåser for oppgravde og sorterte masser. Bildet nederst viser mottaksbåser for sortering i ulike fraksjoner.

Fullskala vannrenseanlegg ble satt i drift 26. januar 2023 og ny kunstgressbane i sør ble etablert våren 2023 (Figur 2). Kunstgressbanen i nord ble gravd opp, og området ble deretter masseutskiftet. Deler av riggområdet ble flyttet på høsten 2024, og området ble deretter masseutskiftet.



Figur 2: Dronefoto øverst er tatt mot sør, i desember 2024, og viser anleggsområdet med ny kunstgressbane i sør og masseutskifting i nord. Dronefoto nederst er tatt mot nord, i mai 2025, og viser tilnærmet ferdigstilt anleggsområde og nedrigging. Tveitevannet kan sees i nordvest.

2.1 Massehåndtering

Eurofins Environment Testing har vært ansvarlig for analyse av prøver av jord, og er akkreditert for samtlige analyseparametere som er målt i forbindelser med tiltaket. Forurensningsgrad i jord er vurdert etter tilstandsklasser i Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn (Miljødirektoratet, 2025). Øvre grenseverdi styres av helsebaserte akseptkriterier for mennesker i jord (Tabell 1).

Tabell 1: Klassifiseringssystem jord iht. Miljødirektoratets veileder (Miljødirektoratet, 2025).

Tilstandsklasse	I Meget god/ bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Øvre grense for jord styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier			

Avfallsmasser er gravd opp, sortert og vasket. Metall og avfall med høy brennverdi er levert til gjenvinning i Rådalen. Masser i tilstandsklasse 4 eller bedre er tilbakefylt i dypereleggende lag (>1 m), og toppjord i tilstandsklasse 1 og 2, samt torv i tilstandsklasse 1, er gjenbrukt i tiltaksområdet. Torv i tilstandsklasse 1 er også levert til ulike aktører i Bergen, mens torv i tilstandsklasse 2 eller høyere og torv med avfall er levert til NGIR og Svaatheia Avfall AS.

De mest forurensede massene er filtrert for å fjerne væske og presset sammen til en kompakt masse som kalles filterkake. Lindum (i Tønsberg) mottok første forsending med filterkaker 24. februar 2023. Den siste båten med filterkaker til Lindum ble sendt ut 22. mai 2024, og filterkaker har deretter blitt levert til Svaatheia Avfall AS ut anleggsperioden i henhold til tillatelse fra Statsforvalteren i Rogaland (gitt 15.11.2019, med endringer 14.11.2024). Totalt er det gått 37 båter med filterkaker, og alle lass har hatt TOC < 20 %. Masseregnskap for tiltaket er vist i Tabell 2.

Tabell 2: Masseregnskap for tiltaket.

	Masser	Mengder (tonn)	Aktører
Oppgravde masser	Avfall	199 000	
	Toppjord	33 700	
	Torv	60 200	
Behandlede masser	Vaskede masser	180 000	
	Mekanisk siktede masser	199 000	
	Håndsorterte masser (80+ fraksjon)	22 000	
Gjenbruk	Toppjord	18 800	
	Vasket sand og grus	102 300	
	Torv	37 500	*
	Brennbart avfall	2 349	BIR
	Jernholdig metall	55	Norsk Gjenvinning
	Ikke-jernholdig metall	3 118	Norsk Gjenvinning
Utkjørte masser	Filterkaker	31 300	Lindum
		38 350	Svåheia
	Torv med avfall	18 879	Svåheia
		3 780	Envir
Tilkjørte masser	Grovavfall/ Low calorie waste	12 523	Lindum
		1 328	Svåheia
	Sprengstein	175 000	
	Grus	500	

*Envir. Boasson. Olatippen (Blindheim). Arna jordsortering. Asphaug Maskin. Blimas AS. Rådalen deponi

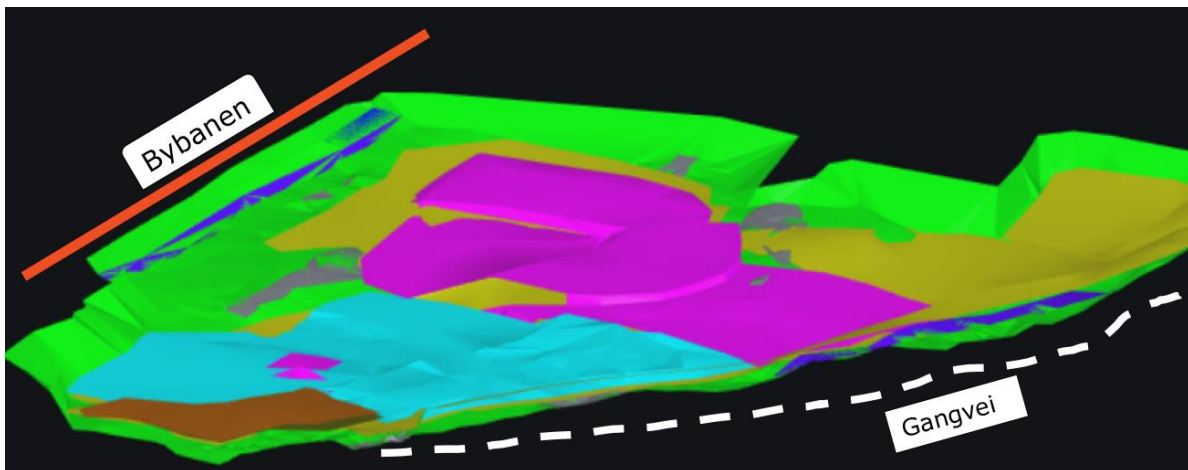
I henhold til tillatelsen fra Statsforvalter var det tillatt å gjenbruke avfallsmasser i tilstandsklasse 4 eller bedre. Oppgravde, sorterte og vaskede masser ble lagt i mottaksbåser hvor de ble prøvetatt og analysert. Det ble utarbeidet en tilstandsrapport for alle hauger med vasket sand og grus, med tilstandsklassifisering i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553 (Miljødirektoratet, 2025). Det ble også utarbeidet tilstandsrapport for torv, som var tillatt å gjenbruke dersom massene tilsvarte tilstandsklasse 1. Et eksempel på tilstandsrapportene er vist i Figur 3.

VEIDEKKE ENVIRONMENTAL JOINT VENTURE Slettebakken Sanering			VEIDEKKE ENVIRONMENTAL JOINT VENTURE Slettebakken Sanering			VEIDEKKE ENVIRONMENTAL JOINT VENTURE Slettebakken Sanering		
Stockpile report - reuse fraction			Stockpile report - reuse fraction			Stockpile report - peat fraction		
Stockpile ID			Stockpile ID			Stockpile ID		
Reuse sand	RSA-021	17/11/2023	Reuse gravel	RGR-020	08/11/2023	Peat	TRV-039	13/11/2023
								
Analysis results Eurofins			Analysis results Eurofins			Analysis results Eurofins		
Arsen (As)	20	mg/kg TS	Tørrestoff	82,5	%	Arsen (As)	< 5,3	mg/kg TS
Bly (Pb)	220	mg/kg TS	Sum 7 PCB	0,68	mg/kg TS	Bly (Pb)	< 5,3	mg/kg TS
Kadmium (Cd)	1,0	mg/kg TS	Sum PAH(16) EPA	3,5	mg/kg TS	Kadmium (Cd)	< 1,1	mg/kg TS
Kobber (Cu)	1400	mg/kg TS	Benzo[a]pyren	0,27	mg/kg TS	Kobber (Cu)	25	mg/kg TS
Krom (Cr)	36	mg/kg TS	Alifater >C8-C10	< 3,0	mg/kg TS	Krom (Cr)	13	mg/kg TS
Kvikksølv (Hg)	1,3	mg/kg TS	Alifater >C10-C12	18	mg/kg TS	Kvikksølv (Hg)	0,085	mg/kg TS
Nikkel (Ni)	46	mg/kg TS	Alifater >C12-C35	66	mg/kg TS	Nikkel (Ni)	16	mg/kg TS
Sink (Zn)	2100	mg/kg TS	Benzen	< 0,0035	mg/kg TS	Sink (Zn)	46	mg/kg TS
Analysis report reference: AR-23-MX-031805-01			Analysis report reference: AR-23-MX-030846-01			Analysis report reference: AR-23-MX-031185-01		
Tilstandsklasser for forurenset grunn (ta-2553)			Tilstandsklasser for forurenset grunn (ta-2553)			Tilstandsklasser for forurenset grunn (ta-2553)		
Klasse 4			Klasse 3			Klasse 1		
Conclusion on reuse			Conclusion on reuse			Waste content		
Can be backfilled			Can be backfilled			0,00%		
Comments			Comments			Comments		

Figur 3: Eksempel på rapport for vasket sand (venstre, grus (midten) og torv (høyre), fargeklassifisert i henhold til veileder for forurenset grunn TA-2553, som er nærmere beskrevet i Tabell 1. Alle hauger med sand (70 stk) og grus (72 stk) ble klassifisert i henhold til høyeste tilstandsklasse påvist, og samtlige hauger har vært egnet til gjenbruk (tilstandsklasse 4 eller bedre). Totalt 69 hauger med torv er prøvetatt. Torv i tilstandsklasse 1 er gjenbrukt på Slettebakken eller levert til ulike aktører i Bergen. Torv med avfall og torv i tilstandsklasse 2 eller høyere er levert til godkjent mottak.

2.2 Tilbakefylling

Entreprenøren har utarbeidet en 3D-modell som viser hvordan de ulike lagene på Slettebakken fordeler seg etter masseutskiftning. Figur 4 er et utklipp fra modellen, med Bybanetrasé og gangvei lagt inn for å kunne orientere seg. Figuren viser området i sør (mot Fysak) som er utgravd og tilbakefylt med sprengstein i bunn (lysebrun), så et lag med vaskede avfallsmasser i tilstandsklasse 4 (rosa), og så et lag med avfallsmasser i tilstandsklasse 3 (lyseblå). Det er ikke masseutskiftet helt inn mot Bybanetraséen på grunn av fare for utglidning, så torv (mørkeblå) og avfallsmasser ligger igjen her (Figur 5). Mot gangvei i øst ligger det også noe torv igjen.



Figur 4: Utklipp fra Entreprenørens 3D modell som viser hvordan de ulike lagene på Slettebakken fordeler seg etter masseutskiftning.



Figur 5: Bilde av masser langs Bybanetraséen tatt 14. november 2023. Masser med avfall og torv er ikke gravd ut for å unngå utglidning av Bybanesporet.

Mesteparten av området er fylt ut med tilkjørt sprengstein i bunn. Oppgravde masser er vasket og tilbakefylt (tilstandsklasse 1-4), mens topplaget består av sprengstein og grus i tilstandsklasse 1. Ren jord og torv (tilstandsklasse 1) er lagt i voller mot Bybane traséen og gangveiene. Bilder fra arbeid med tilbakefylling er vist i Figur 6.



Figur 6: Bilder fra masseutskifting.

2.3 Håndtering av fremmede arter

På befaring i tiltaksområdet i oppstartsfasen ble det funnet to forekomster av parkslirekne (Figur 7). Den ene forekomsten ble inngjerdet fordi området ikke skulle graves i. Den andre forekomsten strakk seg utover tiltaksområdet og ettersom det ikke var mulig å fjerne forekomsten i sin helhet, ble oppgravde masser herfra lagt tilbake. Massene inneholdt ikke avfall. Plantedeler ble levert til forbrenning, og gravemassene ble pakket inn i duk for å unngå spredning av røtter mens gravingen pågikk.



Figur 7: Parkslirekne innenfor eller i nærheten av tiltaksområdet ble håndtert særskilt for å unngå spredning. Parkslirekne ble funnet i voll mot gangvei i øst, markert med rød sirkel i bildet til venstre, og sørvest i tiltaksområdet, vist på bildet til høyre.

3 Overvåking

Eurofins Environment Testing har vært ansvarlig for analyse av prøver av anleggsvann, grunnvann og ferskvann (Tveitevannet), POM (passiv prøvetaker) og sediment. Eurofins er akkreditert for samtlige analyseparametere som er målt i forbindelse med tiltaket. Forurensningsgraden i vann og sediment er vurdert og klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608/2016 (Miljødirektoratet, 2020). Øvre grenseverdi styres av økende grad av skade på organismesamfunnet i vannsøylen og sedimentene (Tabell 3).

Tabell 3: Klassifiseringssystem for vann og sediment iht. Miljødirektoratets veileder (Miljødirektoratet, 2020).

Tilstandsklasse	I Meget god/ bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Øvre grense for vann og sediment styres av	Bakgrunn	Ingen toksiske effekter. Øvre grense: AA-QS, PNEC	Kroniske effekter ved langtidseksponering. Øvre grense: MAC-QS, PNEC _{akutt}	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering. Øvre grense: PNEC _{akutt} *AF1)	Omfattende toksiske effekter

3.1 Anleggsvann

Midlertidig vannrenseanlegg var i drift frem til 26. januar 2023, og fullskala vannrenseanlegg var i drift frem til 26. mai 2025. Entreprenør har tatt prøver av innløpsvann (INF) og utløpsvann (EFF) fra vannrenseanlegget to ganger i uken siden oppstart. Vannprøvene er analysert for kjemiske stoffer som samsvarer med vilkår i tillatelsen og grenseverdiene er satt til øvre grense for tilstandsklasse 3 (moderat tilstand). Det er gitt tillatelse til høyere grenseverdi for sink (COWI, 2020) og pyren (COWI, 2022a) som følge av en kost-nytte-vurdering av ulike tilgjengelige renseløsninger.

Et eksempel fra statusrapporteringen til Statsforvalter er vist i Figur 8. Det har vært totalt seks overskridelser av grenseverdi gjennom hele anleggsperioden på grunn av høye konsentrasjoner av sink eller PAH-forbindelsen indeno[1,2,3-cd]pyren, kun to av disse har vært etter at fullskala vannrenseanlegg ble satt i drift. Alle overskridelser har vært fulgt opp, men det har ikke vært behov for avbøtende tiltak.

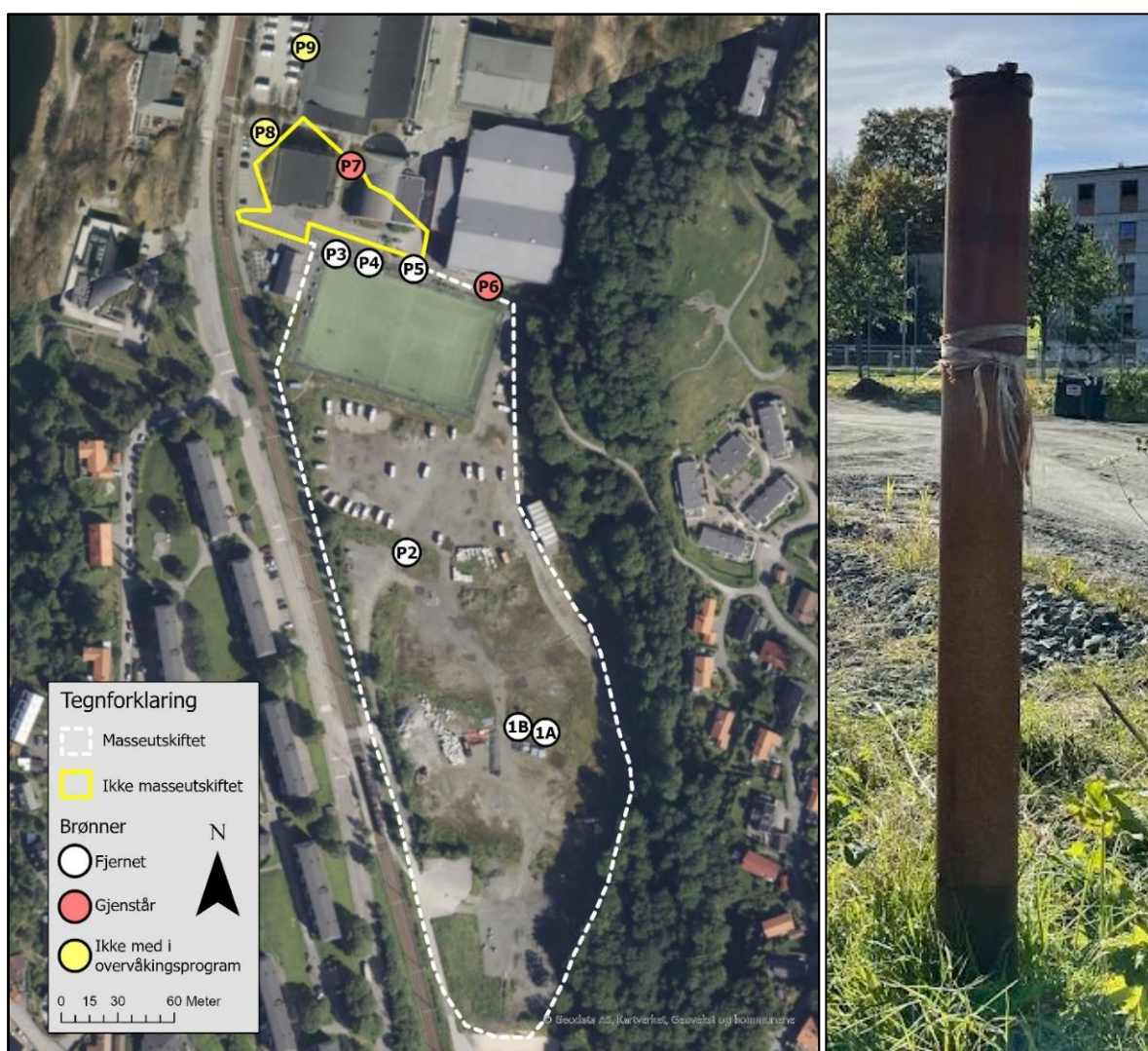
		Sample type	Influent	Effluent	Influent	Effluent
		Sequence number	070	070	071	071
		Sample ID	INF-070	EFF-070	INF-071	EFF-071
		Sampling Date	07/05/2025	07/05/2025	19/05/2025	19/05/2025
		Discharge limit				
Arsen (As), filtrert	µg/l	8,5	0,61	0,45	1,2	0,67
Bly (Pb), filtrert	µg/l	14	0,23	0,015	0,10	0,029
Kadmium (Cd), filtrert	µg/l	4,5	0,081	0,0086	< 0,0040	0,012
Kobber (Cu), filtrert	µg/l	7,8	7,3	3,5	3,4	2,7
Krom (Cr), filtrert	µg/l	3,4	0,26	0,23	0,17	0,17
Kvikksølv (Hg), filtrert	µg/l	0,07	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni), filtrert	µg/l	34	18	5,9	8,3	5,1
Sink (Zn), filtrert	µg/l	17,5	300	11	17	8,1
Sum 7 PCB	µg/l	1	ND	ND	1,4	ND
Benzen	µg/l	50	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Suspendert stoff (GF/C filter)	mg/l	100	98,8	<2,0	11900	<2,0
Olje i vann C10-C40	mg/l	5	<0,50	<0,50	17,7	<0,50
Naftalen	µg/l	130	< 0,020	< 0,010	2,0	< 0,010
Acenaftalen	µg/l	33	< 0,020	< 0,010	0,23	< 0,010
Acenaften	µg/l	3,8	< 0,020	< 0,010	0,31	< 0,010
Fluoren	µg/l	34	< 0,020	< 0,010	0,64	< 0,010
Fenantenren	µg/l	6,7	0,031	< 0,010	2,9	< 0,010
Antracen	µg/l	0,1	< 0,020	< 0,010	0,85	< 0,010
Fluoranten	µg/l	0,12	0,11	< 0,010	7,4	< 0,010
Pyren	µg/l	0,127	0,15	0,017	5,5	0,023
Benzo[a]antracen	µg/l	0,018	0,059	< 0,010	1,8	< 0,010
Krysen/Trifenylene	µg/l	0,07	0,074	< 0,010	2,1	< 0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/l	0,017	0,14	< 0,010	2,7	< 0,010
Benzo[k]fluoranten	µg/l	0,017	0,058	< 0,010	1,1	< 0,010
Benzo[a]pyren	µg/l	0,27	0,12	< 0,010	2,3	< 0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	0,0027	0,072	< 0,0020	0,95	< 0,0020
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l	0,014	< 0,020	< 0,010	0,22	< 0,010
Benzo[ghi]perylene	µg/l	0,0082	0,063	< 0,0020	0,96	< 0,0020
Total Nitrogen	µg/l	/	3700	3500	17000	4100
Ammonium (NH4-N)	µg/l	/	1900	1500	4000	1700
Jern (Fe), filtrert	µg/l	/	10	10	8,6	3,2

Figur 8: Eksempel på oppfølging av anleggsvann. Tabellen viser hvilke kjemiske stoffer som er målt, grenseverdi og konsentrasjon i innløp (INF) og utløpsvann (EFF). Overskridelse av grenseverdi er markert med oransje. Det fremgår av tabellen at utløpsvannet har betydelig lavere konsentrasjon av de kjemiske stoffene enn innløpsvannet og at renseanlegget har fungert etter hensikten.

3.2 Grunnvann

Da anleggsarbeidet startet opp var det totalt åtte brønner som ble overvåket (Figur 9). Brønnene er gravd bort fortløpende i forbindelse med masseutskiftingen, og det gjenstår nå kun to brønner (P6 og P7) nord for tiltaksområdet. Grunnvann fra enkelte brønner har vært mer forurensset enn andre, men felles for alle brønnene er at kvaliteten på grunnvannet ikke har endret seg som følge av anleggsarbeidet og konsentrasjonen av de målte parameterne har holdt seg stabil.

Tabell 4 viser måleresultatene for brønn 7 (P7). Det finnes ikke egne grenseverdier for kjemiske stoffer i grunnvann, men resultatene er fargeklassifisert i henhold til Veileder M-608/2016 og grenseverdier for ferskvann for å gjøre det enklere å følge variasjon i konsentrasjon over tid og for å kunne sammenligne sammensetningen på grunnvannet med overvåkingsresultater fra Tveitevannet (Miljødirektoratet, 2020). Analyseresultater fra hver enkelt brønn er presentert i egne statusrapporter som er sendt til Statsforvalter gjennom hele anleggsperioden.



Figur 9: Plassering av brønner i og utenfor tiltaksområdet. Bilde av brønn 1a er vist til høyre.

Tabell 4: Analyseresultater for brønn 7 (P7), nord for tiltaksområdet, fargeklassifisert* i henhold til M-608/2016 og beskrevet nærmere i Tabell 1. Prøvene er samlet inn jevnlig i anleggsperioden (2022-2025). Siste prøve (17. juni) er samlet inn etter at anleggsarbeidet var avsluttet. Det er lite variasjon i konsentrasjonsnivå over tid, og anleggsarbeidet ser ikke ut til å ha påvirket grunnvannskvaliteten i brønnen, hverken under tiltak eller sammenlignet med prøve tatt før tiltaket startet opp (i 2020).

Parameter		2020	2022				2023						2024**					2025**	
		15.des	21.sep	26.okt	24.nov	25.jan	24.feb	29.mar	28.apr	25.mai	24.aug	24.okt	05.mar	09.apr	13.aug	17.sep	25.nov	30.apr	17.jun
SS (mg/l)	Suspendert stoff	<2	2.7	<2.0		2.5	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	3.8	<2.0	4.9	10.8	2.1	2.6	5.4	<2.0	9.7
Nærings-salter (µg/l)	Total Nitrogen	620	780	660		1	1600	2100	1200	1200	1300	770	970	1300	2800	1100	1400	1400	2300
	Ammonium (NH ₄ -N)		470	300		160	250	180	110	13	280	430	290	300	29	<5,0	65	27	6.4
Metaller filtrert (µg/l)	Arsen (As)	0.4	0.25	0.24	0.32	0.2	0.14	0.12	0.14	0.29	0.21	0.33	0.11	0.12	0.51	0.51	0.44	0.45	0.5
	Bly (Pb)	0.013	<0.01	0.01	<0.01	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Kadmium (Cd)	0.2	0.11	0.15	0.11	0.072	0.13	0.15	0.076	0.13	0.072	0.048	0.071	0.065	0.16	0.2	0.16	0.14	0.13
	Kobber (Cu)	4	2.7	3.3	2.8	3.9	2.6	2.3	2.3	2.8	2.7	2.5	2.1	2.2	3.8	4	3.2	2.5	3.1
	Krom (Cr)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06	<0.05	0.11	0.08
	Kvikksølv (Hg)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	Nikkel (Ni)	12	8	10	9.4	6.3	8.7	9.3	9.3	12	6.9	6	6.6	5.6	12	11	9.3	8.1	8.2
	Sink (Zn)	860	450	640	600	490	690	720	730	1100	330	290	570	410	1000	970	780	720	720
Metaller direkte (µg/l)	Arsen (As)	0.72	0.81	0.8	0.87	0.47	0.41	0.45	0.52	0.46	0.81	0.74	0.31	0.39	0.57	0.6	0.65	0.53	0.67
	Bly (Pb)	0.21	0.06	0.13	0.02	0.17	0.02	0.04	0.17	0.06	0.04	0.01	0.1	0.03	0.12	0.11	0.44	0.08	0.47
	Kadmium (Cd)	0.19	0.11	0.18	0.12	0.078	0.12	0.15	0.083	0.13	0.071	0.054	0.077	0.07	0.18	0.21	0.17	0.15	0.14
	Kobber (Cu)	4.9	3.3	4.5	3.4	4.9	3.1	3.1	2.5	3	3.7	2.8	2.6	2.6	3.9	4.3	4	3.9	4.1
	Krom (Cr)	0.1	0.1	0.06	0.07	0.2	0.1	0.06	0.14	0.06	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.12	0.32	0.11	0.41
	Kvikksølv (Hg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	Nikkel (Ni)	10	8.4	11	9.2	6.8	7.9	9.5	9	12	7	5.7	6.8	5.3	12	11	9.8	8.2	8.7
	Sink (Zn)	790	490	710	610	500	650	820	690	910	340	290	570	400	1000	940	870	750	750

*Celler farget med lysegrønn (tilstandsklasse 2) indikerer at konsentrasjon er under deteksjonsgrensen (<) for analysemetoden. Det er dermed ikke mulig å detektere konsentrasjon i tilstandsklasse 1.

**Brønn 7 var tørr 15. mai og 25. juni i 2024 og 30. januar i 2025 pga lite nedbør.

3.3 Tveitevannet

Da anleggsarbeidet startet opp var det totalt 5 målestasjoner i Tveitevannet som ble overvåket (Figur 10). Tre målestasjoner har vært tilknyttet innløp/utløp som finnes i Tveitevannet, i tillegg ble det satt opp to sedimentfellestasjoner ute i vannet. Ved alle målestasjoner er det samlet inn vannprøver som er analysert for metaller og næringssalter. Det er også satt ut POM (passiv prøvetaker) ved alle målestasjoner for analyse av organiske forbindelser (PAH og PCB). Partikler er samlet opp i de to sedimentfellene, og analysert for metaller, PAH og PCB.



Figur 10: Målestasjoner i Tveitevannet er plassert ved innløp fra Slettebakken (I-S), innløp fra Mannsverk (I-M) og utløp fra Tveitevannet (U-T). Sedimentfelle er plassert nær innløp fra Slettebakken (F1) og nær innløp fra Mannsverk (F2).

Renset anleggsvann fra Slettebakken er koblet på kommunal overvannsledning og er sluppet ut i Tveitevannet (I-S) sammen med annet kommunalt vann. Innløpet ved Mannsverk (I-M) og utløpet fra Tveitevannet (U-T) ble overvåket som referansepunkter. Som følge av stabile forhold over tid ble innløpet fra Mannsverk (I-M) tatt ut av overvåkingsprogrammet og hyppigheten på målingene ved gjenværende målestasjoner redusert (COWI, 2023b).

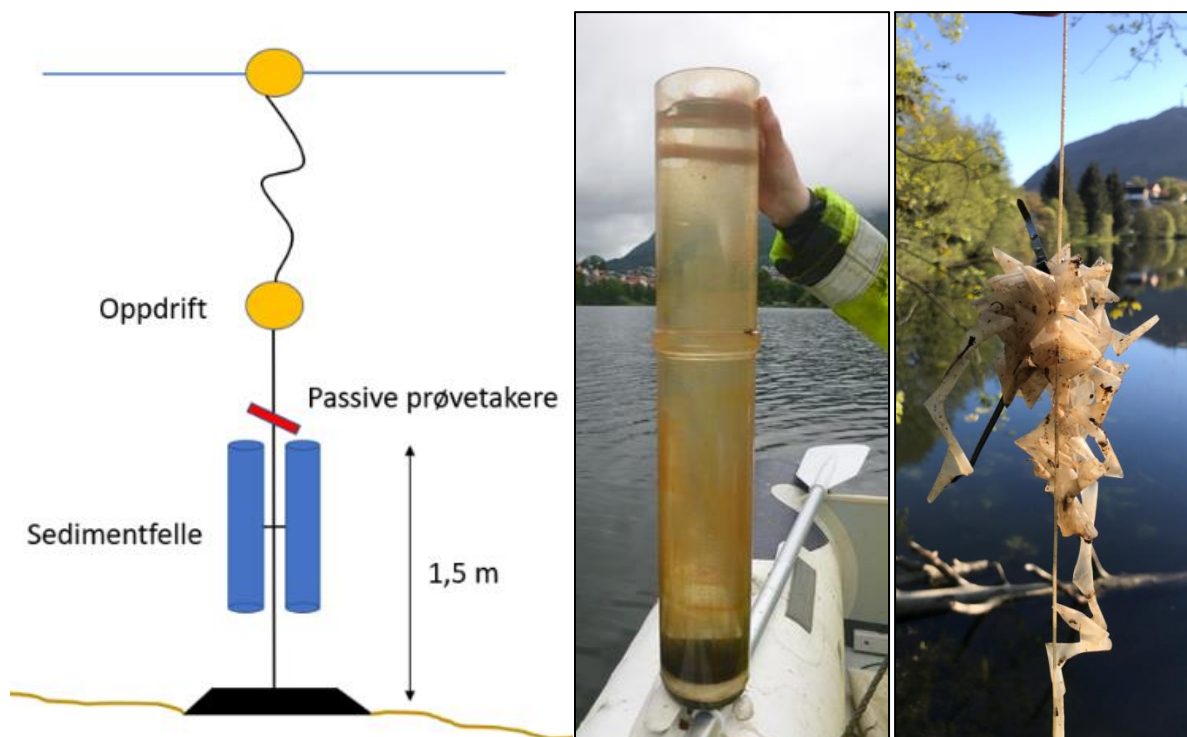
Resultatene for vannprøvene som er samlet inn fra Tveitevannet er fargeklassifisert i henhold til Veileder M-608/2016 og grenseverdier for ferskvann (Miljødirektoratet, 2020). Konsentrasjonen av de målte parameterne ved innløpet fra Slettebakken har holdt seg stabil gjennom hele anleggsperioden, og anleggsvannet ser ikke ut til å ha hatt en negativ effekt på vannkvaliteten i Tveitevannet (Tabell 5). Analyseresultater for vannprøve samlet inn i 2020 er også tatt med for å sammenligne anleggsperioden med vannkvaliteten før tiltak.

Konsentrasjonen av sink har vært høy både før, under og etter endt tiltak. Til tider har konsentrasjonen av sink tilsvart tilstandsklasse 5, svært dårlig (rød), men de høyeste konsentrasjonene kan ikke knyttes til drift, avvik eller uønskede hendelser i tiltaksområdet. Det er også målt høye konsentrasjoner av sink i Tveitevannet i 2020, før anleggsarbeidet startet opp.

Vannprøver som er samlet inn ved utløpet fra Tveitevannet viser også at vannkvaliteten har holdt seg stabil både før, under og etter tiltak (Tabell 6).

Overvåkingsprogrammet og resultater er beskrevet i mer detalj i egne statusrapporter (COWI, 2024) (COWI, 2023c) (COWI, 2023a) (COWI, 2022b).

Figur 11 viser sedimentfelleriggen og plassering av POM (passiv prøvetaker). Sedimentfellene i Tveitevannet ble satt ut i september 2022 og hentet opp igjen i mai 2025. Sedimentfellene ble tømt flere ganger i denne perioden, og sedimentet som ble fanget i fellene ble sendt til analyse.



Figur 11: Sedimentfellene har vært plassert 1,5 m over sjøbunnen, med fire rør (bildet i midten) på hver stasjon som samler partikler. POM (passiv prøvetaker vist på bildet helt til høyre) er festet like over åpningen til sedimentfelle-rørene.

Tabell 5: Analyseresultater for vannprøver samlet inn i Tveitevannet ved innløpet fra Slettebakken, fargeklassifisert* i henhold til M-608/2016 og beskrevet nærmere i Tabell 1. Prøvene er samlet inn jevnlig i anleggsperioden (2022-2025). Siste prøve (17. juni) er samlet inn etter at anleggsarbeidet var avsluttet. Det er lite variasjon i konsentrasjon av de målte parameterne over tid, og anleggsarbeidet ser ikke ut til å ha hatt negativ effekt på vannkvaliteten i Tveitevannet, hverken under tiltak eller sammenlignet med prøve tatt før tiltaket startet opp (i 2020).

Parameter (µg/l)		2020	2022				2023						2024								2025		
		23. nov	21. sep	26. okt	25. nov	25. jan	24. feb	29. mar	28. apr	25. mai	24. aug	24. okt	16. feb	05. mar	09. apr	14. mai	24. jun	13. aug	17. sep	18. nov	20. feb	30. apr	17. jun
Metaller filtrert (µg/l)	Arsen	0.25	0.16	0.17	0.22	0.19	0.15	0.14	0.29	0.17	0.24	0.21	0.18	0.14	0.26	0.21	0.18	0.34	0.26	0.3	0.26	0.32	0.18
	Bly	0.14	0.02	0.02	<0.01	0.03	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.1	<0.01	0.01	0.03	0.04	<0.01	0.02	0.02	<0.01	0.02	0.08
	Kadmium	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.004	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01
	Kobber	2.6	1.7	2.3	2.3	1.9	2	1.9	0.65	1.7	1.5	1.6	1.3	1.1	0.61	1.5	2.1	1.6	2.9	2.1	1.1	2.1	3.4
	Krom	0.13	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.05	<0.05	0.06	0.07	0.08	0.12	0.06	0.08	0.13	0.12	0.24	0.16	0.13	0.09	0.2	0.3
	Kvikksølv	<0.002																					
	Nikkel	2.9	2.1	2.7	3.5	2.2	1.6	2.3	5	3.3	2.9	2.5	1.5	2.1	3.4	1.2	0.78	6.8	3	2.1	2.5	4.2	1.6
	Sink	88	22	50	63	64	48	96	11	60	32	35	24	41	12	3.3	3	44	62	65	11	34	33
Metaller direkte (µg/l)	Arsen	0.37	0.31	0.37	0.42	0.38	0.29	0.24	0.32	0.4	0.37	0.33	0.22	0.23	0.29	0.23	0.21	0.4	0.3	0.35	0.37	0.4	0.24
	Bly	0.62	0.04	0.25	0.09	0.27	1.3	0.07	0.03	0.22	0.15	0.11	0.35	0.02	0.12	0.22	0.12	0.06	0.06	0.06	0.81	1	0.78
	Kadmium	0.01	0.03	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.01	0.05	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
	Kobber	4	2	2.8	2.1	2.9	4.6	2.2	1	2.8	1.8	2	1.9	1.5	0.8	1.9	2.5	1.8	3.1	2.4	2.7	3.4	5
	Krom	0.34	0.14	0.18	0.14	0.3	1.1	0.12	0.06	0.21	0.15	0.17	0.42	0.12	0.23	0.17	0.16	0.17	0.18	0.17	0.38	0.21	0.58
	Kvikksølv	0.01	<0.001									<0.002											
	Nikkel	3.1	2.3	2.9	3.8	2.7	2.3	2.3	5.4	3.3	3	2.5	1.6	2.2	3.4	1.3	0.9	6.7	2.8	2.2	3.3	4.5	1.9
	Sink	110	49	88	120	89	75	100	18	110	45	48	25	51	15	6	5.4	50	64	72	36	48	45
Nærings-salter µg/l)	Fosfat (PO4-P)	11	2.5	<2.0	26	2.1	3.8	5.8	2.6	3.5	2.4	<2.0	4.6	<2.0	<2.0	4.8	<4.0	7	11	10	<4.0	<4.0	18
	Total Nitrogen	580	2700	2400	3500	1800	1200	1900	8400	3600	4000	4500	1600	2000	3800	1400	690	4400	1200	1000	4000	3200	1200
	Ammonium	54	1400	130	2300	420	320	730	11000	630	1700	2000	260	710	1300	510	54	1400	300	160	620	120	130

*Celler farget med lysegrønn (tilstandsklasse 2) indikerer at konsentrasjon er under deteksjonsgrensen (<) for analysemetoden. Det er dermed ikke mulig å detektere konsentrasjon i tilstandsklasse 1.

Tabell 6: Analyseresultater for vannprøver samlet inn i ved utløpet fra Tveitevannet, fargeklassifisert* i henhold til M-608/2016 og beskrevet nærmere i Tabell 1. Prøvene er samlet inn jevnlig i anleggsperioden (2022-2025). Siste prøve (17. juni) er samlet inn etter at anleggsarbeidet var avsluttet. Det er lite variasjon i konsentrasjon av de målte parameterne over tid, og anleggsarbeidet ser ikke ut til å ha hatt negativ effekt på vannkvaliteten i Tveitevannet, hverken under tiltak eller sammenlignet med prøve tatt før tiltaket startet opp (i 2020).

Parameter (µg/l)		2020	2022		2023					2024						2025			
		23. nov	26. okt	25. nov	25. jan	29. mar	25. mai	24. aug	24. okt	05. mar	09. apr	14. mai	24. jun	13. aug	17. sep	18. nov	20. feb	30. apr	17. jun
Metaller filtrert (µg/l)	Arsen	0.16	0.18	0.17	0.16	0.13	0.18	0.19	0.17	0.12	0.11	0.14	0.18	0.21	0.22	0.18	0.16	0.14	0.18
	Bly	0.06	0.04	0.04	0.04	0.02	0.04	0.06	0.07	0.03	0.02	0.01	0.06	0.09	0.08	0.04	0.02	0.01	0.04
	Kadmium	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01
	Kobber	2.3	2.4	2.5	2	1.8	2.3	2.3	2.4	1.7	1.7	1.6	2.1	2.3	2.6	2.1	1.9	1.6	2.1
	Krom	0.2	0.15	0.17	0.17	0.12	0.14	0.18	0.18	0.13	0.089	0.12	0.12	0.23	0.23	0.14	0.12	0.14	0.11
	Kvikksølv	<0.002																	
	Nikkel	0.8	0.67	0.91	0.62	0.7	0.57	0.74	0.89	0.7	0.7	0.7	0.72	0.73	0.89	0.82	0.85	0.71	0.85
	Sink	7.9	6.2	10	5.8	9.4	7	4.6	11	8.4	5.7	3.4	3.8	2.7	5.7	6.9	5.2	4.3	4.1
Metaller direkte (µg/l)	Arsen	0.2	0.21	0.22	0.18	0.14	0.18	0.23	0.19	0.15	0.14	0.15	0.18	0.25	0.25	0.21	0.17	0.15	0.17
	Bly	0.2	0.12	0.76	0.14	0.11	0.08	0.27	0.21	0.14	0.081	0.062	0.14	0.17	0.15	0.23	0.083	0.09	0.15
	Kadmium	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Kobber	2.7	2.5	3.3	2.3	2.3	3.7	4	3	2.2	2	1.8	2.9	2.5	2.9	2.7	2	2	2.3
	Krom	0.15	0.19	0.91	0.21	0.13	0.18	0.36	0.21	0.19	0.17	0.13	0.16	0.21	0.21	0.21	0.14	0.12	0.13
	Kvikksølv	<0.001						<0.002											
	Nikkel	0.84	0.76	1.7	0.75	0.79	0.71	0.93	0.92	0.73	0.7	0.7	0.87	0.83	0.86	0.89	0.79	0.73	0.91
	Sink	10	8.5	19	9.8	12	8.5	11	12	10	7.3	5	6.4	3.7	6.6	8.6	6.7	6	6.7
Nærings-salter µg/l)	Fosfat (PO4-P)	3.9	<2.0	13	<2,0	5.8	2.5	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	3.3	<4.0	<4.0	4.2	<4.0	<4.0	4.2	<4.0
	Total Nitrogen	750	750	880	730	830	690	560	800	670	810	640	540	760	620	750	870	650	570
	Ammonium	9.3	48	18	30	52	32	120	30	13	13	17	23	210	36	49	62	7.4	37

*Celler farget med lysegrønn (tilstandsklasse 2) indikerer at konsentrasjon er under deteksjonsgrensen (<) for analysemetoden. Det er dermed ikke mulig å detektere konsentrasjon i tilstandsklasse 1.

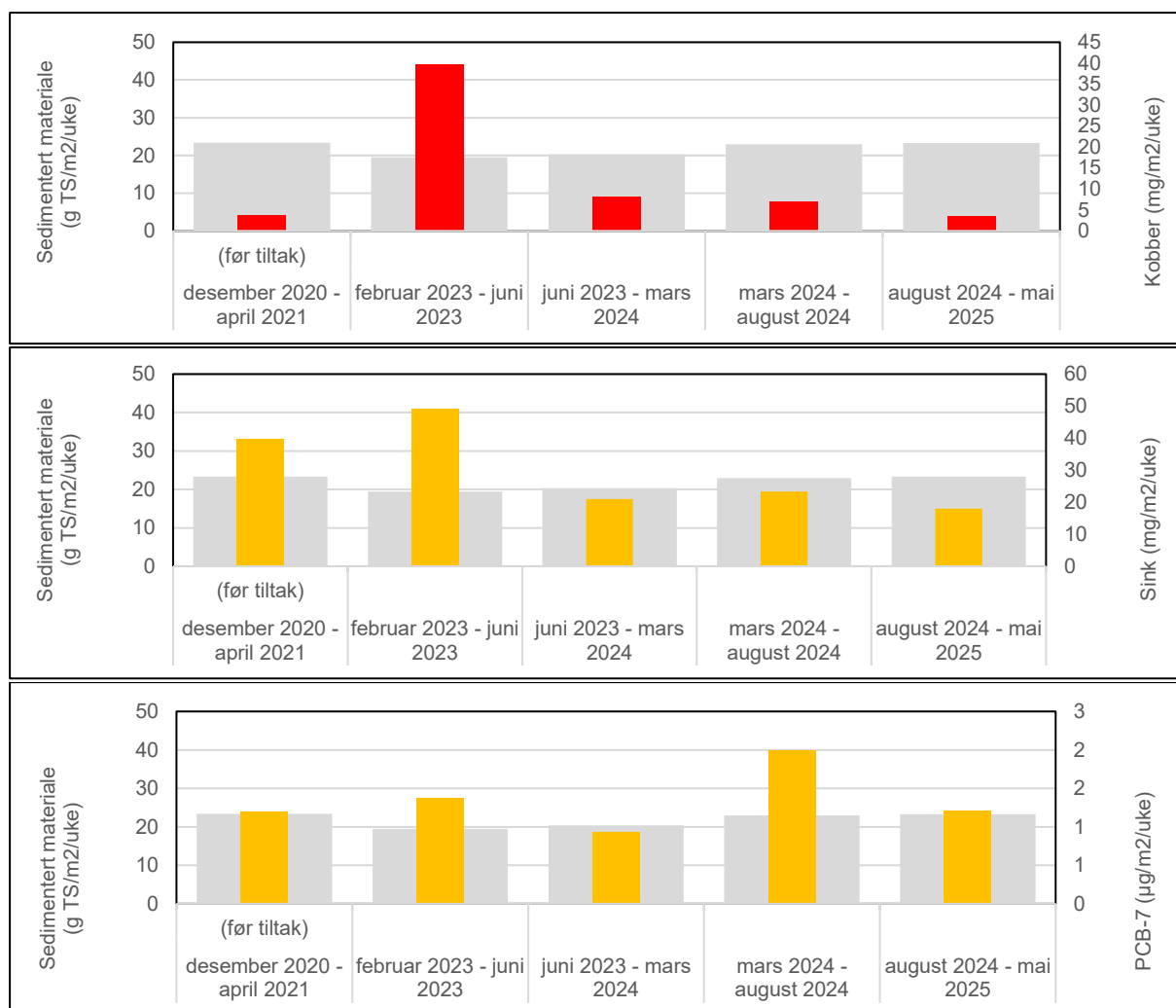
Den passive prøvetakeren (POM) absorberer og akkumulerer organiske forbindelser (PAH og PCB) i vannet over tid. Prøvetakeren tar dermed høyde for variasjon i konsentrasjonsnivå i motsetning til en vannprøve som gir et øyeblikksbilde. Konsentrasjonen av både PAH-forbindelser og sum PCB-7 har holdt seg stabil gjennom hele perioden (tilstandsklasse 1 og 2), både ved innløp fra Slettebakken og innløp fra Mannsverk, i utløp fra Tveitevannet og ved begge de to sedimentfellene. Resultater for POM ved de to sedimentfellene er vist i Tabell 7.

Tabell 7: Analyseresultater for passiv prøvetaker (POM) samlet inn i ved de to sedimentfellene i Tveitevannet, fargeklassifisert i henhold til M-608/2016 og beskrevet nærmere i Tabell 1. Prøvene er samlet inn jevnlig i anleggsperioden (2022-2025). Det er lite variasjon i konsentrasjon av de målte parameterne over tid, og anleggsarbeidet ser ikke ut til å ha hatt negativ effekt på vannkvaliteten i Tveitevannet.

Parameter (µg/l)	sep. 22 - feb. 23	feb. 23 - jun. 23	jun. 23 - mar. 24	mar. 24 - aug. 24	aug. 24 - mai 25	sep. 22 - feb. 23	feb. 23 - jun. 23	jun. 23 - mar. 24	mar. 24 - Aug. 24	aug. 24 - mai 25
	Felle nær Mannsverk (F2)					Felle nær Slettebakken (F1)				
Naftalen	0.0154	0.0156	0.0192	0.0121	0.00682	0.0252	0.0119	0.0174	0.0131	0.00863
Acenaftylen	0.00165	0.00127	0.000909	0.000133	0.00112	0.00163	0.00152	0.000461	0.000126	0.00099
Acenaften	0.00239	0.0028	0.00263	0.00143	0.00129	0.00264	0.00233	0.00232	0.00089	0.00115
Fluoren	0.00315	0.00556	0.00541	0.00167	0.00205	0.00383	0.00327	0.00378	0.00128	0.0018
Fenantren	0.00535	0.0139	0.0109	0.00391	0.00589	0.00624	0.00248	0.00654	0.00295	0.00553
Antracen	0.000416	0.0146	0.000438	0.000231	0.000321	0.000296	0.000107	0.000767	0.000173	0.000243
Fluoranten	0.000908	0.00143	0.00141	0.00125	0.00182	0.000891	0.000465	0.00103	0.000999	0.00176
Pyren	0.00198	0.00262	0.00356	0.00174	0.00313	0.00201	0.00205	0.00317	0.00229	0.00278
Benzo [a]antracen	0.000039	0.000037	0.000059	0.000043	0.000105	0.000034	0.000029	0.000061	0.000046	0.000088
Krysen/ Trifenylen	0.000226	0.000293	0.000284	0.000252	0.000377	0.000193	0.000297	0.000258	0.000287	0.000278
Benzo [b]fluoranten	0.000039	0.000035	0.000085	0.000049	0.000098	0.000029	0.000036	0.000069	0.000053	0.000068
Benzo[k]fluoranten	0.000011	0.000016	0.000021	0.000018	0.000032	0.000008	0.000016	0.000018	0.000019	0.000022
Benzo[a]pyren	0.000014	0.000009	0.000017	0.000012	0.000042	0.000012	0.000008	0.000013	0.000012	0.000026
Indeno [1,2,3-cd]pyren	0.000007	0.000015	0.000015	0.00001	0.000011	0.000005	0.00002	0.000012	0.00001	0.000007
Dibenzo [a,h]antracen	0.000002	0.000007	0.000006	0.000004	0.000005	0.000002	0.000009	0.000003	0.000004	0.000004
Benzo [ghi]perylen	0.000011	0.000015	0.000016	0.000013	0.000016	0.000008	0.000021	0.000013	0.000011	0.000009
Sum 16 PAH	0.0316	0.0582	0.045	0.0228	0.0231	0.043	0.0245	0.0359	0.0222	0.0234
Sum 7 PCB	0.000006	0.000016	0.000009	0.000001	0.000004	0.000005	0.000003	0.000005	0.000003	0.000004

Sedimentfellene fanger opp suspenderte partikler i vannet. Partiklene kan stamme fra land, innløp til Tveitevannet eller bunnsedimentene. Sedimentfeller har vært benyttet til å overvåke Tveitevannet både i forbindelse med etablering av ny overvannsledning i 2020 og i forbindelse med masseutskiftningen i perioden 2022-2025. Analyseresultatene fra 2020 er tatt med for sammenligning (COWI, 2021c). Resultater fra oppstarten av anleggsarbeidet september 2022 – februar 2023 er ikke tatt med i vurderingen fordi materialet ble analysert som jord og ikke som sediment.

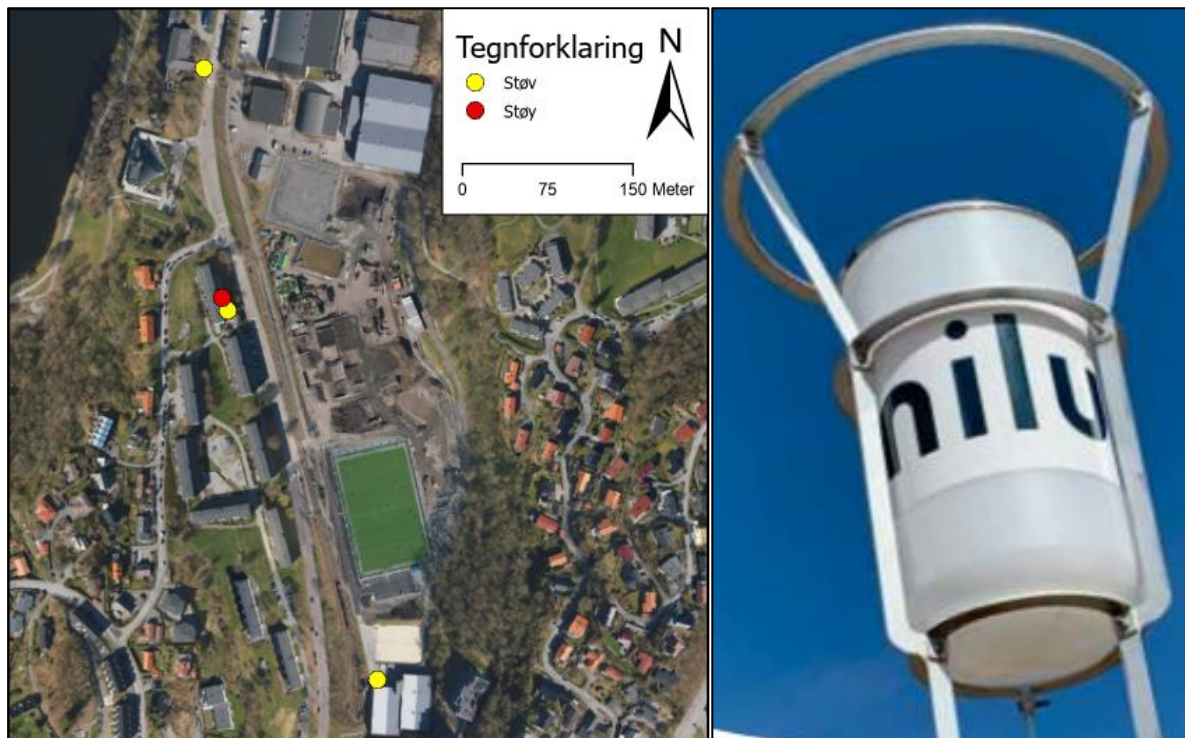
Sedimentert materiale i fellen nær innløpet fra Slettebakken har vært på kun 20-25 g tørrstoff/m² per uke, og tilsvarer det som er målt i fellen ved innløpet fra Mannsverk (COWI, 2023a). I begge feller er det påvist kobber, sink og PCB-7 i tilstandsklasse 4 og 5 og konsentrasjonen har vært høy gjennom hele anleggsperioden, men også før tiltak. Figur 12 viser mengde sedimentert materiale i fellen nær innløpet fra Slettebakken (grå søyler) og konsentrasjon av kobber, sink og PCB-7 både før og under tiltak (fargede søyler). Anleggsarbeidet ser ikke ut til å ha påvirket mengde partikler i suspensjon eller konsentrasjon av miljøgifter.



Figur 12: Analyseresultater for sedimentprøver samlet inn fra sedimentfellen plassert nærmest innløpet fra Slettebakken, fargeklassifisert i henhold til M-608/2016 som er nærmere beskrevet i Tabell 1. Prøvene er samlet inn jevnlig i anleggsperioden (2022-2025). Det er lite variasjon i konsentrasjon av de målte parameterne over tid, hverken under tiltak eller sammenlignet med målinger utført før tiltaket startet opp (i 2020-2021). Sedimentert materiale (grå søyler) tilsvarer kun 20-30 g tørrstoff/m² per uke. Det er påvist kobber (øverst) i tilstandsklasse 5 (rød), og sink (midten) og PCB-7 (nederst) i tilstandsklasse 4 (oransje), både før og under hele anleggsperioden.

3.4 Støy

Støy har vært overvåket kontinuerlig gjennom hele anleggsperioden, ved fasaden på boligblokken som lå nærmest behandlingsanlegget (Johan Hjorts vei 14). I tillatelsen var det satt vilkår for støynivå med en grenseverdi på 60 dB på dagtid, i henhold til Miljødirektoratets støyretningslinje (T-1442/2021).



Figur 13: Plassering av støvbøtter (gul sirkel) og støymåler (rød sirkel). Bildet til høyre viser en støvbøtte.

I tråd med tillatelsens vilkår ble det utarbeidet en støyrapport for å beregne forventet lydnivå, som ble oppdatert med faktiske støymålinger etter at anlegget var i full drift (Multiconsult, 2023a). Målt støynivå på dagtid med anleggsdrift har vært 60-64 dB. Grenseverdien på 60 dB gjelder for anleggsstøy alene, og målingene ble derfor korrigert for bakgrunnsstøy i området (56 dB). Støynivå som følge av anleggsarbeidet har variert mellom 59-62 dB, og har på enkelte dager vært over grenseverdi. Alle klager på støy er loggført, men det har generelt vært få klager på støy i anleggsperioden.

3.5 Lukt

Alle henvendelser fra naboer har blitt registrert av Bergen kommune. Det har generelt kommet få naboklager i anleggsperioden, og kun tre av klagen har omhandlet lukt. Alle klager er svart ut, og det har ikke vært behov for videre oppfølging og tiltak.

3.6 Støv

Det er målt støv ved tre målestasjoner gjennom hele anleggsperioden. Målestasjonen har vært plassert i Vilhelm Bjerknesvei 27 og 46, og i Johan Hjorts vei 14. Bøtter med støvnedfall er samlet inn hver måned og analysert av Norsk Institutt for luftforskning (NILU) som er akkreditert for den aktuelle analysen. Grenseverdi for vannuløselig støv var satt til 5 g/m² i løpet av 30 dager.

Det har kun vært én overskridelse av grenseverdi. I perioden 11. mai-12.juni 2023 ble det målt 7,35 g/m² støv i Vilhelm Bjerknesvei 46, som ligger sør for tiltaksområdet (Multiconsult, 2023b). Overskridelsen skyldes mest sannsynlig at garasjeanlegget i boligblokkene ble vasket i starten av juni.

4 Avvik fra tillatelsen

Alle uønskede hendelser og avvik fra tillatelsen har blitt registrert i databasen *Dalux*, i kategorien *Ytre miljø*. Uønskede hendelser er fulgt opp underveis og jevnlig rapportert til Statsforvalter. Et eksempel på slike hendelser er vist i Figur 14. I forbindelse med støp for å tette påslippskum ved fotballbanen 28. april 2023 strømmet det rustfarget vann ut i Tveitevannet fra innløpet fra Slettebakken. Hendelsen ble oppdaget da miljørådgiver var i Tveitevannet for å ta vannprøver i henhold til overvåkingsprogrammet. Innløpet ble undersøkt dagen etter og da var vannet normalt. Den 7. november ble et rør gravd over i tiltaksområdet og vann i gravegrop ble rustfarget og fikk en tynn film som minnet om olje i overflaten. Vannet ble prøvetatt og analysert for olje. Konsentrasjonen av olje i vann var innenfor grenseverdi.



Figur 14: Uønsket hendelse i Tveitevannet (venstre) med rustfarget vann som strømmet ut av innløpet fra Slettebakken. Uønsket hendelse med antatt oljefilm i gravegrop (høyre) i tiltaksområdet.

En oppsummering av alle avvik fra tillatelsen som har oppstått i anleggsperioden er vist i Tabell 8. Totalt er det registrert 17 avvik fra tillatelsen, og et par av avvikene er vist med eksempel i Figur 15. Alle avvik har blitt fulgt opp med tiltak fortløpende.



Figur 15: Tilkjøpte sprengsteinsmasser inneholdt jord (avvik 4). Rester av forurensede masser/filterkake i ren sone (avvik 10).

Tabell 8: Registrerte avvik fra tillatelsen i anleggsperioden og beskrivelse av tiltak. Avvik er registrert i Dalux.

Avvik	Dato	Emne	Beskrivelse	Tiltak	År
1	7. oktober	Anleggsvann over grenseverdi	Overskridelse av Indeno(1,2,3-cd)pyren	Analysert resultater, skrevet rapport og foreslått tiltak.	2022
2	10. oktober	Anleggsvann over grenseverdi	Overskridelser av sink (20 µg/L) og Indeno[1,2,3-cd]pyren (0,0087 µg/L).	Dialog med byggherre. Søknad om å midlertidig heve grenseverdi for enkelte PAH-forbindelser til SFVL.	
3	20. oktober	Feil i analysebestilling	Manglet analyse av metaller på filtrert prøve (003 og 004) i analysepakken.	Møte med Eurofins for å bedre rutiner. Analyse utført på prøver til overs.	
4	7. oktober	Tilkjørt udokumenterte masser	Jord i tilkjørte sprengsteinsmasser.	Innkjøring ble stanset og stikkprøve ble sendt til hasteanalyse. Jord ble kjørt bort pga krom/nikkel i TK 2. Rutine for kontroll av sprengstein etablert (TA-04).	
5	15. november	Anleggsvann over grenseverdi	Overskridelser av sink (43 µg/l) og Indeno[1,2,3-cd]pyren (0,0060 µg/l).	Re-analyse av vannprøver. Testet effekt av å øke pH med NaOH. Installerte kullfilter for å teste om dette fjerner sink.	
6	2. desember	Arbeid etter kl. 19	Innkjøring av jordvaskeanlegg.	Tillatt arbeidstid vil bli tatt opp med operatører og andre. Dersom avvik forekommer skal BH varsles.	
7	21. desember	Støy	Overskridelse av grenseverdi	Jordvaskeanlegg var ikke i drift denne dagen. Støykilde ble ikke identifisert.	
8	9. januar	Masser tippet feil sted	Masser uten avfall ble tippet sammen med avfallshauger.	Fjernet masser før de ble kontaminert og kjørte dem riktig sted. Rutiner for opplæring av nye sjåfører ble etablert.	2023
9	26. januar	Anleggsvann over grenseverdi	Overskridelse av sink (48 µg/l)	Tett oppfølging av analyseresultater fra vannrenseanlegg. Sink under grenseverdi i påfølgende vannprøver.	
10	18. april	Forurensede masser i ren sone	Rester av forurensede masser/filterkake i ren sone.	Plassen skal skrapes ren daglig ved behov for å unngå kontaminering. Maskinførere er informert om rutinene.	
11	9. mai	Forurensede masser i ren sone	Rester av forurensede masser/filterkake ved båser med vasket grus.	Rester av forurensede masser/filterkake skal fjernes fortløpende. Maskinførere er informert om rutinene.	
12	27. juni	Tilbakefylling av vasket grus	Vasket grus tilbakefylt før analyserapport var klar pga hastverk.	Gjennomgang av rutiner. Analyse bekreftet at massene var egnet for tilbakefylling.	
13	18. juni	Arbeid lørdag	ENT utførte arbeid med rørlegging på lørdag uten å søke om tillatelse i forkant.	Tiltaksplan beskriver kun vedlikeholdsarbeid på lørdag. Ble fulgt opp.	2024
14	22. november	Anleggsvann over grenseverdi	Overskridelse av sink	Forandret på WTP-parametere i anlegget for å øke sinkreduksjonen. Fulgt opp med flere prøver.	
15	24. mars	Anleggsvann over grenseverdi	Overskridelse av sink	Justeringer på anlegg. Ny prøve viser at nivå av sink er under grenseverdi	2025
16	12. mai	Anleggsvann over grenseverdi	Overskridelse av sink (18µg/l)	Plutselig variasjon i vannkvaliteten inn i renseanlegg. Ny prøve viser at nivå av sink er under grenseverdi.	
17	13. mai	Lekkasje av forurenset vann	Rensing av container førte til store vannmengder fra hovedkum ikke ble ledet til renseanlegg, men rant ned på masseutskiftet grunn og videre ned i grunnvannet.	Dårlig kommunikasjon. Ansvarlig har fått beskjed om rutinene.	

5 Erfaring med utstyr og teknologi

5.1 Vannrenseanlegg

Vannrenseanlegget har effektivt renset anleggsvannet gjennom hele anleggsperioden. Det har først og fremst vært sink og enkelte PAH-forbindelser som har vært utfordrende i forhold til utslippsgrensen. Det ble installert kullfilter i vannrenseanlegget for å redusere konsentrasjonen av PAH-forbindelser, og dette har fungert bra. Det er også interessant å nevne at kullfilteret inneholdt arsen, slik at det like etter installasjon var forhøyede konsentrasjoner av arsen i utløpsvannet. Konsentrasjonen av arsen var dobbelt så høy som grenseverdi i første vannprøve som ble tatt etter at kullfilteret var installert. Tre dager senere viste vannprøvene at konsentrasjonen av arsen tilsvarte bakgrunnsnivå.

5.2 Jordvaskeanlegg

Jordvaskeanlegget var designet for å vaske avfallsmasser med inntil 12 % totalt organisk innhold (TOC), basert på målinger av TOC i jordprøver som ble samlet inn før og under samspillfasen. I forbindelse med tiltaket ble det i enkelte områder påvist høyere TOC-innhold i avfallsmassene enn 12 %, men massene ble allikevel vasket. Det høye innholdet av TOC medførte lavere produksjon av filterkaker. DEME konkluderte med at det høye innholdet av TOC i avfallsmassene medførte at massene også inneholdt mer vann. Resultatet ble mindre tørt materiale til å produsere filterkaker av. Det ble utført en korrelasjonsanalyse basert på analyser av tørrstoffinnhold og organisk materiale i prøver som var samlet inn det første året av anleggsperioden. Parameterne var sterkt korrelert og viste at jo høyere organisk innhold i massene desto lavere innhold av tørrstoff.

5.3 Benzen

Oppgravde masser ble analysert for benzen, og i noen av prøvene som ble sendt til analyse var konsentrasjonen av benzen langt høyere enn hva man forventet. Tilbakemeldingen fra Eurofins, som utførte analysen, var at man i prøver av torv har et høyt innhold av hummus som påvirker analysen. Benzen dannes i analyseprosessen på grunn av oppvarming av prøvematerialet, og det ble anbefalt å se bort fra analyseresultatet for benzen som følge av denne feilkilden. I løpet av anleggsperioden har Eurofins utviklet en ny analysemetode for benzen. Prøver av både torv og avfallsmasser ble derfor sendt til analyse for å teste ut metoden. Samtlige analyseresultat viste at konsentrasjonen av benzen var under grenseverdi gitt i tillatelsen.

6 Vurdering

Tiltaket er vurdert til å være i tråd med tillatelsen og tillatelsens endringer (Statsforvalteren i Vestland, 2022) (Statsforvalteren i Vestland, 2023). Anleggsarbeidet har ikke medført endringer i kvaliteten på grunnvannet og har heller ikke hatt negativ effekt på vannkvaliteten i resipienten. Miljømålene til prosjektet er overholdt.

7 Referanser

- COWI. (2020). *Søknad om endret grenseverdi for utslipp av sink fra renseanlegg.*
- COWI. (2021a). *Overvåkingsprogram for Tveitevannet og grunnvann Slettebakken.*
- COWI. (2021b). *Miljøovervåking av Tveitevannet under og etter tiltak.*
- COWI. (2021c). *Sanering av Slettebakken deponi - Fase 1. Sluttrapport.*
- COWI. (2022a). *Pyren i anleggsvann. Søknad om å heve grenseverdi.*
- COWI. (2022b). *Overvåking av grunnvann og tveitevannet. September-November 2022.*
- COWI. (2023a). *Overvåking av grunnvann og tveitevannet. Desember 2022-Mars 2023.*
- COWI. (2023b). *Revidert måleprogram for Slettebakken deponi.*
- COWI. (2023c). *Overvåking av grunnvann og tveitevannet. April-November 2023.*
- COWI. (2024). *Overvåking av grunnvann og tveitevannet. Desember 2023-Desember 2024.*
- Fylkesmannen i Vestland. (2020). *Sanering av Slettebakken deponi fase 1 - tillatelse etter forurensningsloven for etablering av avskjærende grøft og uttak av avfallsmasser for pilotforsøk. REF.:2020/315 Fylkesmannen i Vestland.*
- Miljødirektoratet. (2020). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - revidert 30.10.2020. Veileder M-608/2016.*
- Miljødirektoratet. (2025, 3. Februar). *Veileder forurenset grunn - hvordan kartlegge, vurdere risiko og gjennomføre tiltak i forurenset grunn.* Hentet fra Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn-veileder/>
- Multiconsult. (2023a). *Sanering Slettebakken avfallsdeponi. Støylogging.*
- Multiconsult. (2023b). *Støvnedfall Slettebakken Deponi. NOT-009.*
- Statsforvalteren i Vestland. (2022). *Tillatelse etter forurensningsloven til Bergen kommune for sanering av Slettebakken deponi .*
- Statsforvalteren i Vestland. (2023). *Endret tillatelse sanering Slettebakken depot for Bergen kommune. Tillatelsesnummer 2022.0144.T. Arkivnr. 2020/315.*

8 Vedlegg – Dronefoto/flyfoto av tiltaksområdet





Figur 16: Bilder av tiltaksområdet fra før tiltak og gjennom anleggsperioden. Flyfoto (2020 og 2024) er hentet fra Norgebilder.no. Dronefoto (2022, 2023 og 2025) er tatt av entreprenøren.