

Vestland fylkeskommune

Fv. 587 Søylen-Sundbrua

Tiltaksplan for forurensede innsjøsedimenter

Kontoradresse:	Telefon:	E-post:	Organisasjonsnr.:
AFRY Norway AS	(+47) 24 10 10 10	info.no@afry.com	915 229 719
Lilleakerveien 8 0283 OSLO			

Oppdragsgiver:	Vestland fylkeskommune				
Prosjektnavn:	Fv. 587 Søylen-Sundbrua				
Prosjektnummer:	D0292948				
Dokumentnavn:	D0292948-RIGm-N-002-00				
Fagdisiplin:	Ytre miljø				
00	05-10-2026	Notat til oppdragsgiver	UH	MSS	TS
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarb.	Kontr.	Godkjent.

Sammendrag

I forbindelse med etablering av ny Sundsbrua på Hardangervegen (Fv.587) i Bergen kommune skal det etableres en midlertidig fylling i Søylevatn, nord for den eksisterende brua. Det skal fylles over forurensede innsjøsedimenter som kjennetegnes av et høyt vanninnhold, en siltfraksjon som overstiger 50% og en høy konsentrasjon av total organisk karbon. Sedimentet har lav lagringstetthet og er lett mobiliserbart.

Planlagt utfylling for midlertidig vei i Søylevatn skal føre til mobilisering av forurensning som er bundet til organisk materiale og finstoff i sedimentet. Uten forurensningsbegrensende tiltak vil forurensningen transporteres til Grimevatn og føre til en forringing av vannforekomstens miljøtilstand. På bakgrunn av dette er det utarbeidet en tiltaksplan for forurenset sediment. Tiltaksplanen legger opp til vannovervåkingsprogram, turbiditetsmålinger og bruk av siltgardin og andre forurensningsbegrensende tiltak i anleggsfasen. Tiltaksplanen er vedlegg for søknaden om utfylling i vassdrag til Statsforvalteren i Vestlandet.

Innholdsliste

Sammendrag.....	4
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn.....	7
1.2 Områdebeskrivelse	8
1.2.1 Berggrunn og løsmasser.....	8
1.2.2 Resipient.....	10
1.2.3 Grunnforurensning.....	12
1.3 Planlagte tiltak	13
1.4 Tidligere utførte undersøkelser	14
1.4.1 Arsen og metaller	15
1.5 Organiske miljøgifter.....	16
1.5.1 16 PAH (EPA)-forbindelser	16
1.5.2 PCB(7) og enkeltforbindelsene	17
1.5.3 TBT	17
1.6 Støtteparametere i sedimenter.....	19
1.7 Risikovurdering trinn 1	20
2 Tiltaksplan for forurenset sediment	22
2.1 Vannovervåkingsprogram	22
2.2 Turbiditetsmålinger og siltgardin.....	23
2.2.1 Turbiditetsmålinger.....	23
2.2.2 Siltgardin	24
2.3 Øvrige tiltak under anleggsarbeidet.....	25
3 Videre anbefalinger	25
4 Referanser	26

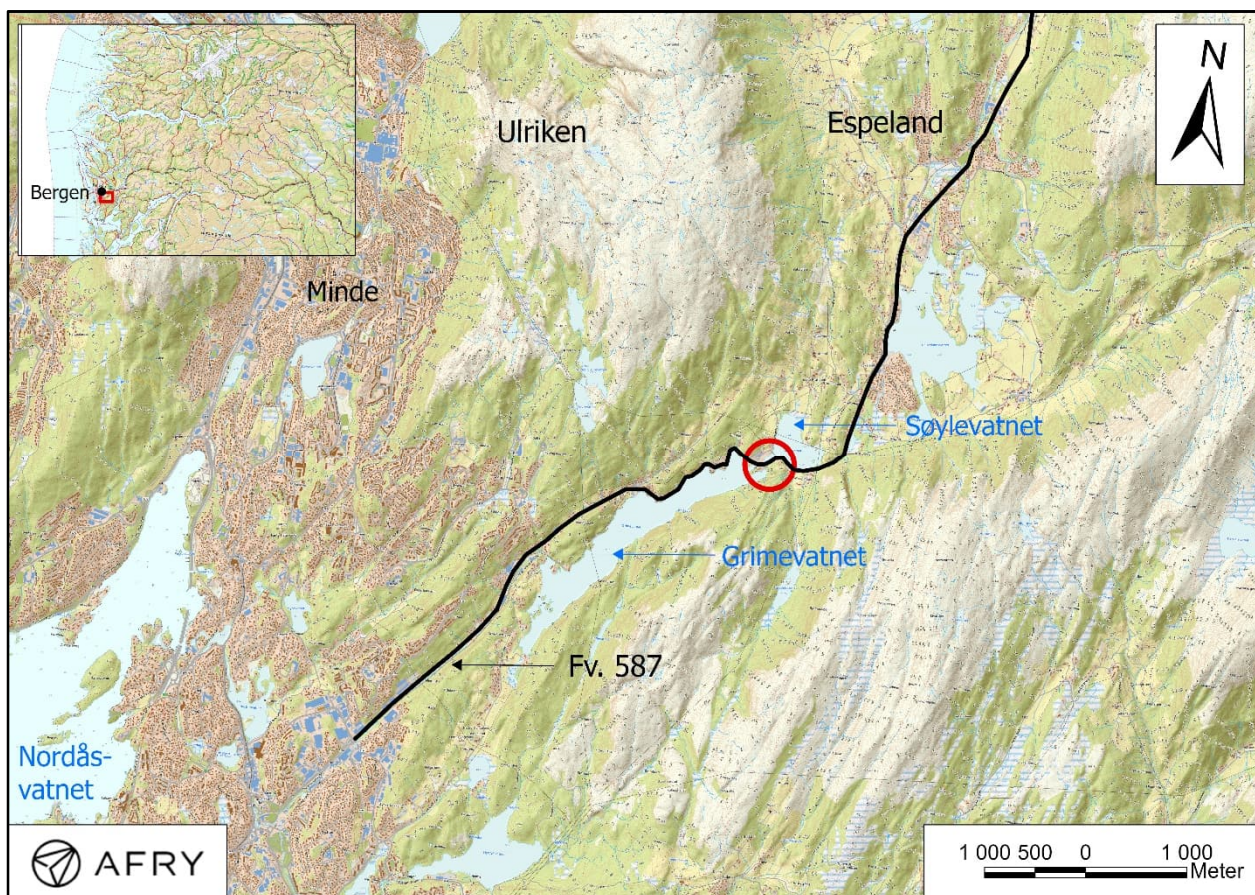
Figurer

Figur 1: Oversiktskart som viser omtrentlig plassering av tiltaksområdet (avmerket med rød sirkel). Kartgrunnlaget: Kartverket, 2026.	7
Figur 2: Flyfoto som viser tiltaksområdet (avmerket med stiplet blå linje). Kilde flyfoto: Kartverket, 2026.	8
Figur 3: Berggrunnskart (1: 50 000) av tiltaksområdet (avmerket med blå stiplet linje). På kartet er det bare avmerket hovedbergartene. Kilde: NGU, 2026.....	9
Figur 4: Løsmassekart (1:250 000) av tiltaksområdet (avmerket med blå stiplet linje). Kilde: NGU, 2026.	9
Figur 5: Oversikt over vannforekomster i nærheten av tiltaksområdet. Vannforekomster med moderat tilstand er avmerket med gull farge, vannforekomster med god tilstand er avmerket med grønn farge. Data er hentet fra Miljødirektoratets portal, vann-nett.no (status:08/2026).	10
Figur 6: Resultater fra dybdemålinger i tiltaksområdet. Kilde: AFRY, 2026.	11
Figur 7: Oversiktskart som viser registrerte lokaliteter i Miljødirektoratets Grunnforurensnings-databasen (status 08/2026).	12
Figur 8: Utklipp fra foreløpig tegning som viser planlagt utfylling- og veiutbyggingsområde. Kilde, AFRY, 06/2026.	13
Figur 9: Utklipp fra Trimble© som viser planlagte tiltak. Kilde: Afry og Vestland fylkeskommune (status: 09/2026)	14
Figur 10: Sedimentprøvetakingsplan med stasjonene M1-M3. Kilde: AFRY, 04/2026.....	14
Figur 11: Oversikt over anbefalte punkter for resipientovervåking i forbindelse med tiltaket i Søylevatnet. Punktenes lokalitet må ansees som forslag og kan tilpasses i samråd med byggherres miljørådgiver/miljøgeolog.	22
Figur 12: Forslag til plassering av turbiditetsmåler (avmerket med svart punkt) og siltgardin (avmerket med stiplet rød linje). Siltgardinens og turbiditetsmålerens lokalitet må ansees som forslag og kan tilpasses i samråd med byggherres miljørådgiver/miljøgeolog.....	24

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

AFRY Norway AS bistår Vestland fylkeskommune i prosjektet med ny bru og tilgrensende vei ved Søylen Sundsbrua på Hardangervegen (Fv.587) i Bergen kommune, se Figur 1.



Figur 1: Oversiktskart som viser omtrentlig plassering av tiltaksområdet (avmerket med rød sirkel). Kartgrunnlaget: Kartverket, 2026.

Sundsbrua har stor betydning for å opprettholde framkomst og redusere sårbarhet i trafikk-avvikling i Bergen. Eksisterende bru har større skader og har snart nådd sin estimerte levetid (2030). Ny bru skal også inkludere tilbud for gående og syklende og skal gjøre omkjøringsvegnettet i Bergen mindre sårbart. Planlagte tiltak berører eiendommene gnr./bnr. 2/54, 2/59, 1/28 og 1/1-4, se Figur 2.

Som midlertidig erstatning for eksisterende bru er det planlagt å etablere en veg med kulvert rett nord for eksisterende vei. Dette omfatter utfylling i ferskvannsresipienten Søylevatn. Ved utfylling i vassdrag må tiltakshaver på forhånd avklare med Statsforvalteren i Vestland om ønsket tiltak kan gjennomføres og om tiltak krever tillatelse etter forurensningsloven. Dette utføres med å søke om tillatelse til Statsforvalteren. Som del av søknadsprosessen er det nødvendig å kartlegge forurensningsgrad i sedimentene der utfyllingen er planlagt. Når det

påvises forurensede sedimenter i tiltaksområde, er det krav om å utarbeide en tiltaksplan som vedlegg for søknaden til Statsforvalteren i Vestlandet.

1.2 Områdebeskrivelse

Tiltaksområdet er lokalisert ved fylkesveien 587 mellom innsjøene Grimevatnet og Søylevatnet i den nordøstlige delen av Fana i Bergen kommune, se Figur 1. Innsjøene er forbundet med et smalt sund, vannspeilet er på ca. +73 moh. Langs innsjøene går Hardangervegen (Fv.587) som krysser sundet med Sundsbrua.



Figur 2: Flyfoto som viser tiltaksområdet (avmerket med stiplet blå linje). Kilde flyfoto: Kartverket, 2026.

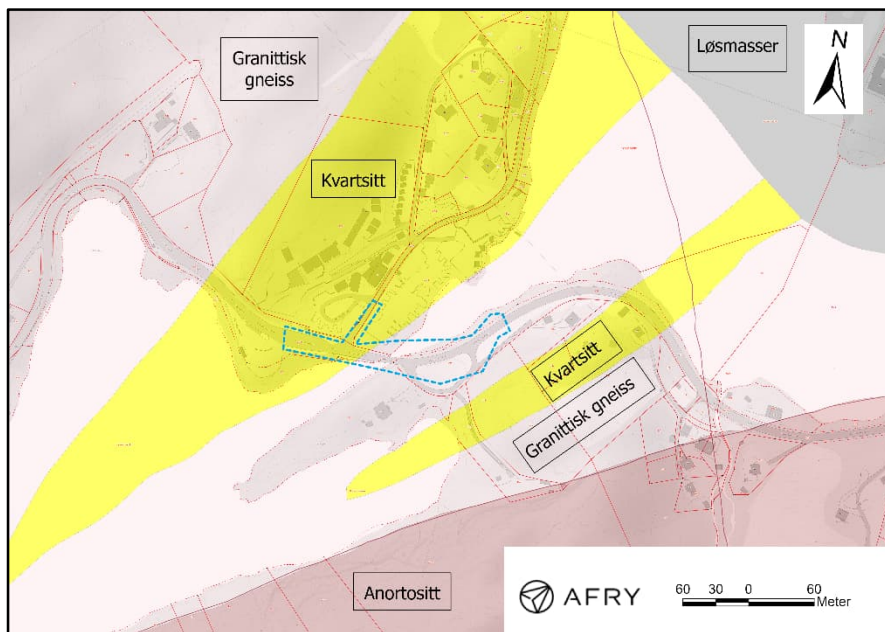
1.2.1 Berggrunn og løsmasser

Berggrunnen ved Sundsbrua er kartlagt som «kvartsittisk bergart, stedvis antatt kvartsitt, gjennomsett av basiske og granittiske ganger» og «hovedsakelig granittisk gneiss, stedvis med basiske bånd og linser, gjennomsett av granittiske ganger» [1], se Figur 3. Tiltaksområdet grenser i øst mot et område der det er kartlagt «anortositt, stedvis også metagabbro» [1]. Berggrunnskart i målestokk 1:50 000 fra NGU gir bare et sterkt forenklet bilde av de geologiske forholdene i tiltaksområdet og må ikke nødvendigvis stemme overens med faktiske forhold.

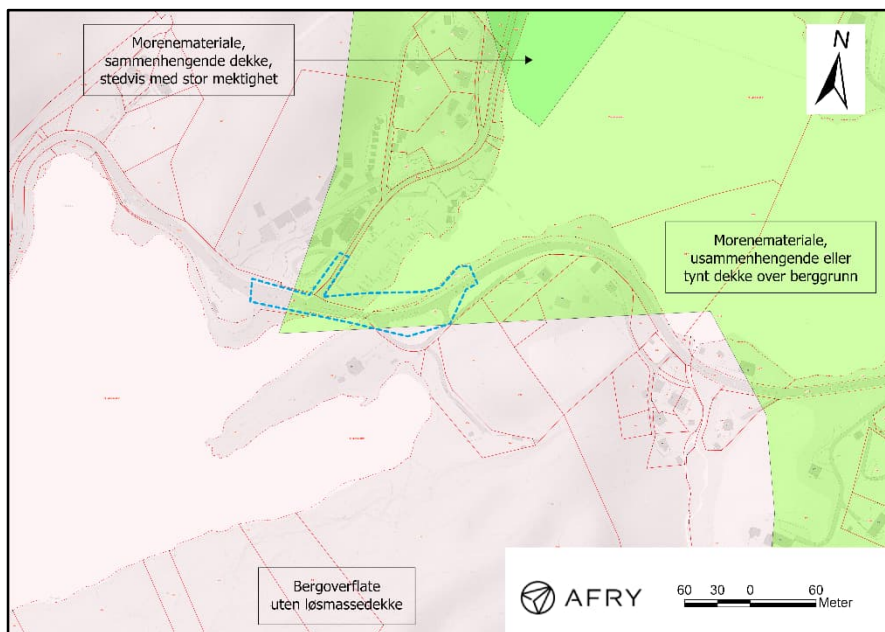
I henhold til Direktoratet for mineralforvaltningens kartløsning har det foregått skjerping og gruvedrift på sulfidmalm oppstrøms Søylevatnet [2].

Ifølge NGU sitt løsmassekart (1:250 000, status 08/2026) beskrives løsmassene innenfor tiltaksområdet som morene med varierende mektighet, se Figur 4. I deler av tiltaksområdet er det bart fjell [3]. Løsmassekart i målestokk 1:250 000 gir bare et sterkt forenklet bilde av de kvartærgeologiske forholdene i tiltaksområdet og må ikke nødvendigvis stemme overens med faktiske forhold.

I forbindelse med geotekniske grunnundersøkelser ble sedimentet ved Sundsbrua i Søylevatnet kartlagt som «dynn», et oksygenfattig innsjøsediment med høyt innhold av utfelt humus [4].



Figur 3: Berggrunnskart (1: 50 000) av tiltaksområdet (avmerket med blå stiplet linje). På kartet er det bare avmerket hovedbergartene. Kilde: NGU, 2026.



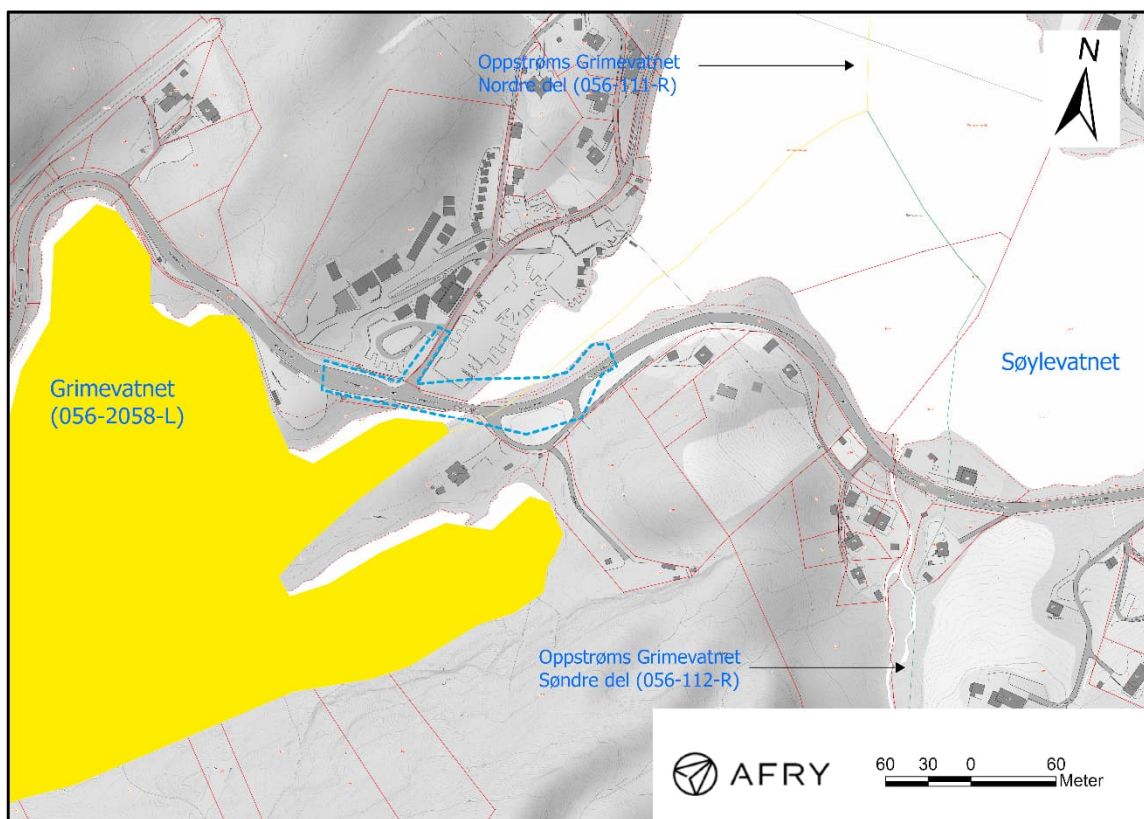
Figur 4: Løsmassekart (1:250 000) av tiltaksområdet (avmerket med blå stiplet linje). Kilde: NGU, 2026.

1.2.2 Resipient

Tiltaksområdet grenser i sør mot vannforekomsten *Grimevatnet* (ID 056-2058-L) som er en del av vassdragsområdet *Bergen og omegn* [5]. Vannforekomsten er beskrevet som en dyp, middels, svært kalkfattig og klar innsjø uten anadrom fiske.

Vannforekomsten er registrert med «moderat» økologisk tilstand med lav presisjon. Registreringen baserer seg på kvalitetselementet «fisk». Dataene som danner grunnlaget til vurderingen, ble innhentet 2018. Kjemisk tilstand er ikke klassifisert. Innsjøen er i middels grad påvirket av fremmede arter (gjedde) og i liten grad av avrenning fra fulldyrka mark og utslipp fra separate avløpsanlegg. Miljømålet for vannforekomsten er satt på god økologisk og kjemisk tilstand [6].

Tiltaksområdet grenser i nord mot *Søylevatnet*, som ikke er registrert som en egen vannforekomst. Det foreligger ingen kjemiske og økologiske data om innsjøen i Miljødirektoratets databaser vann-nett.no (status 08/2026). En geoteknisk rapport utarbeidet av Vestland fylkeskommune beskriver sedimentet ved Sundsbrua i *Søylevatnet* som «dynn». Dette ofte oksygenfattige og humusrike innsjøsediment dannes i dystrofe innsjøer (myrvannsjøer). Denne type innsjø kjennetegnes av lav primærproduksjon, et ofte fattig planteliv og få fiskearter. Hovedparten av humus som sedimenteres i innsjøen dannes på land og fraktes med avrenningen til innsjøen. Vannet i slike innsjøer har ofte høyt humusinnhold, lav pH-verdi og er oksygenfattig.



Figur 5: Oversikt over vannforekomster i nærheten av tiltaksområdet (avmerket med blå stiplet linje). Vannforekomster med moderat tilstand er avmerket med gull farge, vannforekomster med god tilstand

er avmerket med grønn farge. Data er hentet fra Miljødirektoratets portal, vann-nett.no (status:08/2026).

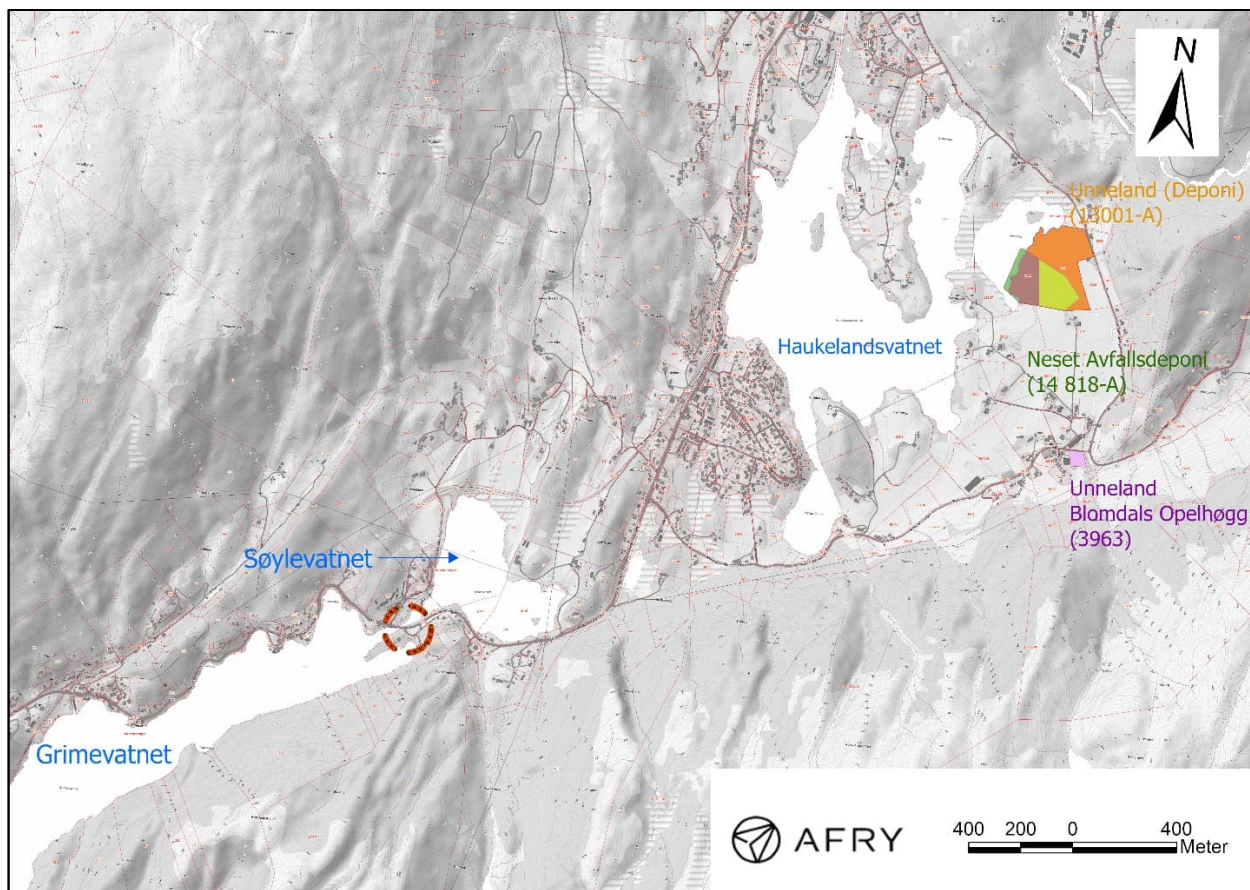
Bekkene som renner ut i Søylevatnet har moderat økologisk tilstand (Oppstrøms Grimevatnet Nordre del – ID 056-111-R) og god økologisk tilstand (Oppstrøms Grimevatnet Søndre del – ID 056-112-R). Den kjemiske tilstanden til de to bekkene er ukjent.



Figur 6: Resultater fra dybdemålinger i tiltaksområdet. Kilde: AFRY, 2026.

1.2.3 Grunnforurensning

Det er ikke registrert grunnforurensning innenfor tiltaksområdet i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase (status 08/2026) [7]. Nærmeste lokaliteter med forurenset grunn er to deponier ved Haukelandsvatnet og et næringsområde. Alle tre lokaliteter drenerer til Haukelandsvatnet som ligger oppstrøms Søylevatnet.



Figur 7: Oversiktskart som viser registrerte lokaliteter i Miljødirektoratets Grunnforurensnings-databasen (status 08/2026).

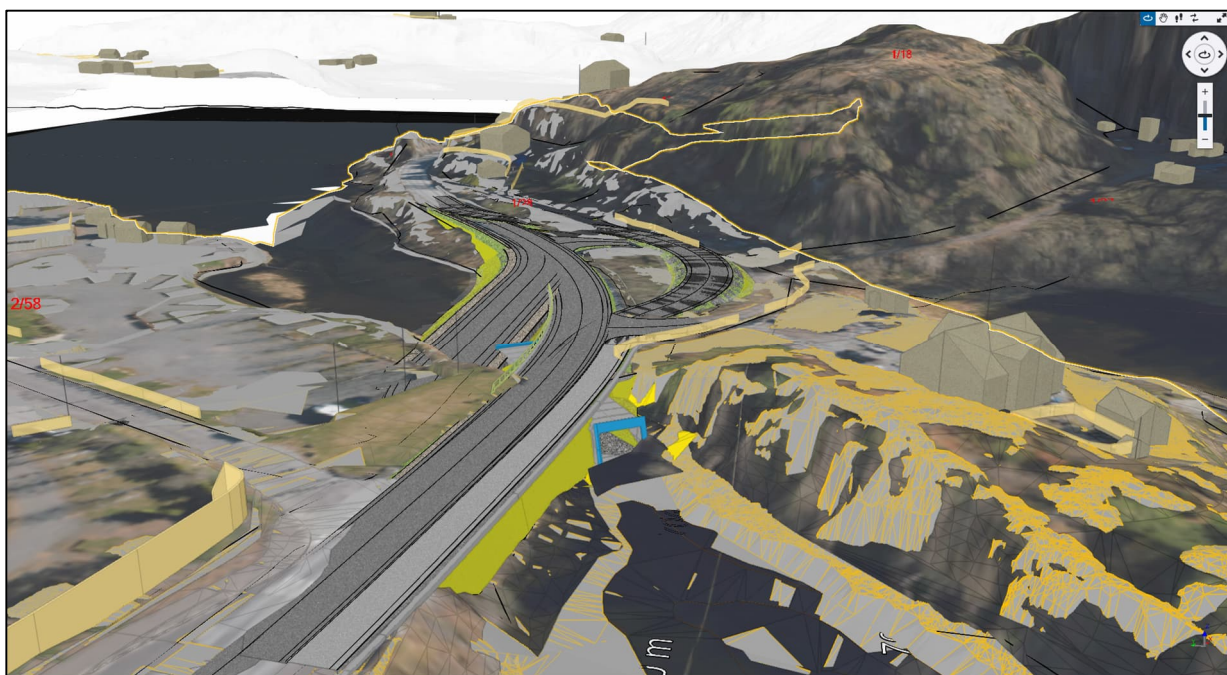
1.3 Planlagte tiltak

Det er søkt om og gitt rammetillatelse for å rive eksisterende bro, anlegge ny bro med kulvert og tørrsteinsmur, utvidelse av tilstøtende veiareal og anlegge midlertidig vei med rørføring i vassdrag, se Figur 8 og Figur 9. Rammetillatelsen ble gitt 29.08.2025.

Planlagt tiltak omfatter utfylling på innsjøsedimenter, tiltaksområde i vassdraget er mindre enn 1000 m².



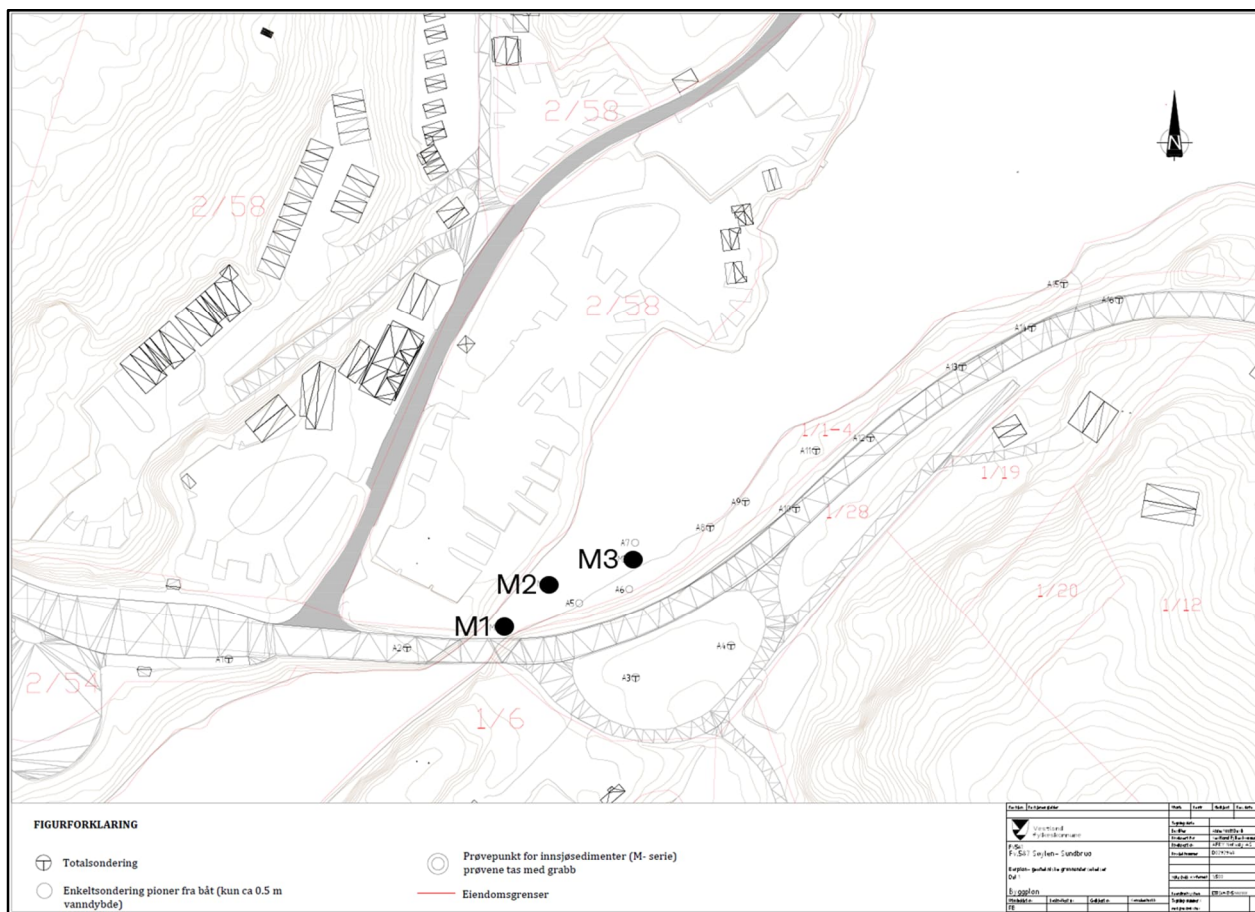
Figur 8: Utklipp fra foreløpig tegning som viser planlagt utfylling- og veiutbyggingsområde. Kilde, AFRY, 06/2026.



Figur 9: Utklipp fra Trimble© som viser planlagte tiltak. Kilde: Afry og Vestland fylkeskommune (status: 09/2026)

1.4 Tidligere utførte undersøkelser

AFRY har gjennomført miljøtekniske sedimentundersøkelser innenfor tiltaksområdet. Prøvetaking ble utført etter metodikken som er beskrevet i Miljødirektoratets veileder *Risikovurdering av forurenset sediment* M-409 [4], med modifikasjoner. Sedimentprøvetakingen ble utført den 17.06.2026 av marinbiolog fra SWECO med grabb. AFRY har stått for utarbeidelse av boreplan (se Figur 10) samt rapportering.



Figur 10: Sedimentprøvetakingsplan med stasjonene M1-M3. Kilde: AFRY, 04/2026.

Sedimentet består i hovedsak av mykt og luktfritt, brunt mudder med innslag av røtter og terrestrisk material.

Sedimentet nord for Sundsbrua er forurensset med metaller og organiske miljøgifter (PAH, PCB og TBT). I alle tre prøvetatte sedimentstasjoner ble det påvist konsentrasjoner med PAH-enkeltforbindelser (tjærestoffer) opp til tilstandsklasse IV (dårlig). Videre ble det påvist forurensning av metaller, PCB7 og tinnorganiske forbindelser (TBT) i tilstandsklassene II (god) og III (moderat).

Som tidligere nevnt har det foregått gruvedrift og skjerping på sulfidmineraler i nærområdet, oppstrøms Søylevatnet. Påviste kobber-, sink- og nikkelskonsentrasjoner i sedimentet kan være påvirket av avrenningen fra gruveområdet eller fra soner med malmholdig berg i dagen.

Nærmeste registrerte lokaliteter med forurenset grunn er to deponier ved Haukelandsvatnet og et næringsområde. Alle tre lokaliteter drenerer til Haukelandsvatnet som har dreneringslinjer til Søylevatnet.

Sedimentet i alle tre stasjoner kjennetegnes av et høyt vanninnhold, en siltfraksjon som oversiger 50% og en høy konsentrasjon av total organisk karbon. Dette indikerer at forurensningen er bundet til finstoff og organisk materiale. Sedimentet har lav lagringstetthet og er lett mobiliserbart.

1.4.1 Arsen og metaller

I alle prøver er det registrert overskridelser av naturlig bakgrunnsverdi [8] for metallene bly, kadmium, kobber, kvikksølv og sink. I prøve M3-1 ble det påvist nikkelkonsentrasjoner over bakgrunnsverdi. Metallkonsentrasjonene ligger innenfor tilstandsklasse II (bly, kadmium, kobber, kvikksølv og nikkel) og tilstandsklasse III (bly og sink), se Tabell 1.

Tabell 1: Arsen- og metallkonsentrasjoner fra sedimentprøver. Parametere med tilstandsklasser er klassifisert i henhold til veileder M-608 (revidert 30.10.2020) [2], (Blått=Tilstandsklasse I, Grønt=Tilstandsklasse II, Gull=Tilstandsklasse III, Oransje=Tilstandsklasse IV og Rødt=Tilstandsklasse V). Tilstandsklasse i kolonne «Prøvemerkning» ble valgt etter analyseparameter med høyeste tilstandsklasse i prøven. Metaller avmerket med (*) har egne tilstandsklasser for ferskvannssediment.

Prøvemerkning	Arsen og metaller							
	Arsen (As)	Bly (Pb)*	Kadmium (Cd)*	Kobber (Cu)*	Krom (Cr)*	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
M1-1	5,5	61	0,86	38	25	0,21	28	160
M2-1	8,6	79	1	57	29	0,2	29	200
M3-1	13	120	0,91	45	30	0,22	35	190
Tilstandsklassenes øvre grense i henhold til veileder M608 (revidert 30.10.2020)								
1	15	25	0,2	20	60	0,05	30	90
2	18	66	1,5	210	112	0,52	42	139
3	71	1480	16			0,75	271	750
4	580	2000	157	400	112	1,45	533	6690
5	>580	2500	>157	>400	>112	>1,45	>533	>6690

1.5 Organiske miljøgifter

1.5.1 16 PAH (EPA)-forbindelser

Begrepet 16 PAH (EPA) betegner en standardliste med 16 polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-enkeltforbindelser eller tjærestoffer) som i 1976 ble valgt av US Environmental Protection Agency (EPA) for overvåking og risikovurdering.

I alle analyserte sedimentprøver ble det registrert overskridelser av naturlig bakgrunnsverdi [8] for PAH-enkeltforbindelser og for sumparameteren «Sum PAH(16) EPA». I alle analyserte prøver ble det påvist konsentrasjoner av PAH-enkeltforbindelsene «Benzo[b]fluoranten og Indeno[1,2,3-cd]pyren tilsvarende tilstandsklasse IV (dårlig). I 2 av 3 prøver ble det også påvist konsentrasjoner av Benzo[k]fluoranten og Benzo[ghi]perylene i tilstandsklasse IV. Resultatene er sammenfattet i *Tabell 2*.

Tabell 2: Analyseresultater for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH16). Parametere med tilstandsklasser er klassifisert i henhold til veileder M-608 (revidert 30.10.2020) [8], (Blått=Tilstandsklasse I, Grønt=Tilstandsklasse II, Gull=Tilstandsklasse III, Oransje=Tilstandsklasse IV og Rødt=Tilstandsklasse V). Tilstandsklasse i kolonne «Prøve-merking» ble valgt etter analyseparameter med høyeste tilstandsklasse i prøven. PAH-enkeltforbindelser avmerket med () har egne tilstandsklasser for ferskvannssediment. For sumparameteren «Sum PAH(16) EPA» foreligger det bare tilstandsklasser for sediment i fjorder og kystnære farvann [9].*

Prøve-merking	Polysykliske aromatiske hydrokarboner - PAH (16) - del 1								
	Naftalen	Acenafylen	Acenafthen	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Benzo[a]antracen
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
M1-1	< 0,019	< 0,019	< 0,019	< 0,019	0,034	0,0091	0,15	0,13	0,066
M2-1	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,012	0,075	0,064	0,028
M3-1	< 0,011	< 0,011	< 0,011	< 0,011	0,037	0,0065	0,16	0,13	0,062
Tilstandsklassenes øvre grense i henhold til veileder M608 (revidert 30.10.2020)									
1	0,002	0,0016	0,0024	0,0068	0,0068	0,0012	0,008	0,0052	0,0036
2	0,027	0,033	0,096	0,15	0,78	0,0046		0,084	0,06
3	1,745	0,085	0,195	0,694	2,5	0,03	0,4	0,84	0,501
4	8,769	8,5	19,5	34,7	25	0,295	2	8,4	50,1
5	>8,769	>8,500	>19,500	>34,700	>25	>0,295	>2	>8,4	>50,1

Prøve-merking	Polysykliske aromatiske hydrokarboner - PAH (16) - del 2							
	Krysen/Trifenylen	Benzo[b]fluoranten	Benzo[k]fluoranten	Benzo[a]pyren*	Indeno[1,2,3-cd]pyren	Dibenzo[a,h]antracen	Benzo[ghi]perylene	Sum PAH(16) EPA**
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
M1-1	0,083	0,27	0,064	0,068	0,085	< 0,019	0,084	1
M2-1	0,049	0,18	0,036	0,048	0,083	< 0,026	0,099	0,66
M3-1	0,14	0,69	0,14	0,12	0,26	0,049	0,29	2,1
Tilstandsklassenes øvre grense i henhold til veileder M608 (revidert 30.10.2020)								
1	0,0044	0,09	0,09	0,006	0,02	0,012	0,018	0,3
2				0,183		0,027		2
3	0,28	0,14	0,135	2,3	0,063	0,273	0,084	6
4	2,8	10,6	7,4	13,1	2,3	2,73	1400	20
5	>2,8	>10,6	>7,4	>13,1	>2,3	>2,73	>1400	>20

1.5.2 PCB(7) og enkeltforbindelsene

PCB(7) er summen av syv utvalgte polyklorete bifenyler (PCB-kongenere): PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180 som benyttes som indikator for PCB-forurensning i sedimenter, jord, vann og biota. I alle analyserte sedimentprøver ble det registrert overskridelser av naturlig bakgrunnsverdi [8] for Sum 7 PCB innenfor tilstandsklasse II (god), se Tabell 3.

Tabell 3: Analyseresultater for polyklorete bifenyler (PCB(7)). Parametere med tilstandsklasser er klassifisert i henhold til veileder M-608 (revidert 30.10.2020) [6], (Blått=Tilstandsklasse I, Grønt=Tilstandsklasse II, Gull=Tilstandsklasse III, Oransje=Tilstandsklasse IV og Rødt=Tilstandsklasse V). Tilstandsklasse i kolonne «Prøvemerkning» ble valgt etter analyseparameter med høyeste tilstandsklasse i prøven.

Prøvemerkning	Polyklorete bifenyler - PCB(7)							
	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180	Sum 7 PCB
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
M1-1	< 0,00095	< 0,00095	< 0,00095	< 0,00095	0,0016	0,0011	< 0,00095	0,0027
M2-1	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	0,0019	0,0014	< 0,0013	0,0033
M3-1	< 0,00055	< 0,00055	< 0,00055	< 0,00055	0,00088	0,00075	< 0,00055	0,0016
Tilstandsklassenes øvre grense i henhold til veileder M608 (revidert 30.10.2020)								
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	0,0041
3	-	-	-	-	-	-	-	0,043
4	-	-	-	-	-	-	-	0,43
5	-	-	-	-	-	-	-	> 0,43

1.5.3 TBT

TBT (tributyltinn) er en meget giftig tinnorganisk forbindelse som siden 70-tallet ble brukt i skipsmaling/bunnsmøring og i biocider. De effektbaserte klassegrensene for TBT er derfor svært lave (I = 0 µg/kg TS, II = 0-0,002 µg/kg TS, III = 0,002-0,016 µg/kg TS, IV = 0,016-0,032 µg/kg TS, V = >0,032 µg/kg TS). Det er nesten umulig å analysere så lave verdier, og dette gjør det utfordrende å vurdere analyseresultater for TBT. Siden stoffet bare er moderat nedbrytbart i sedimenter, vil det bli overskridelse ved de aller fleste lokaliteter langs Norskekysten. I tillegg er det fortsatt aktive kilder av TBT som fører til rekontaminering av sanerte områder. Det er derfor utarbeidet egne forvaltningsmessige klassegrenser for TBT som brukes i forbindelse med tiltak i sediment, se

Tabell 4.

I prøve M1-1 og M3-1 ble det registrert overskridelser av naturlig bakgrunnsverdi fra Miljødirektoratets veileder M-608/2016 [8] for TBT innenfor tilstandsklasse II (god). I prøve M2-1 ble det registrert TBT-konsentrasjoner innen tilstandsklasse III (moderat). TBT-konsentrasjonen i alle analyserte prøvene er lavere enn 35 µg/kg TS, som er grenseverdien for risikovurdering av sediment.

Tabell 4: Analyseresultater for tinnorganiske forbindelser (TBT), forvaltningsmessig. Parametere med tilstandsklasser er klassifisert i henhold til veileder M-608 (revidert 30.10.2020) [6], (Blått=Tilstandsklasse I, Grønt=Tilstandsklasse II, Gull=Tilstandsklasse III, Oransje=Tilstandsklasse IV og Rødt=Tilstandsklasse V). Tilstandsklasse i kolonne «Prøvemerkning» ble valgt etter analyseparameter med høyeste tilstandsklasse i prøven.

Prøvemerkning	Tinnorganiske forbindelser					
	Tributyltinn (TBT)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	Dibutyltinn (DBT)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	Monobutyltinn (MBT)	Monobutyltinn kation
	µg/kg tv	µg Sn/kg TS	µg/kg tv	µg Sn/kg tv	µg/kg tv	µg Sn/kg tv
M1-1	<2,9	<2,0	<2,9	<2,0	3,6	2,5
M2-1	<5,7	<2,3	<5,7	<2,9	<5,7	<3,8
M3-1	4,9	2	<2,5	<2,0	<2,5	<2,0
Tilstandsklassenes øvre grense (µg/kg TS) i henhold til veileder M608 (revidert 30.10.2020)						
1	1	-	-	-	-	-
2	5	-	-	-	-	-
3	20	-	-	-	-	-
4	100	-	-	-	-	-
5	> 0,100	-	-	-	-	-

1.6 Støtteparametere i sedimenter

Støtteparameter som kornfordeling og totalt organisk karbon (TOC) kan gi verdifull informasjon hvordan miljøgifter transporteres, avsettes og bindes i sedimentet.

Alle analyserte prøver kjennetegnes av en lav tørrstoffandel som varierer mellom 7,8% (M2-1) og 18,3 (M3-1) og et høyt vanninnhold. Analysen av kornstørrelsen viser et lavt partikkelinnhold i leirefraksjonen. Prøvenes innhold av siltfraksjonen varierer mellom 50,2% (M2-1) og 74,5% (M3-1).

Miljødirektoratets veileder M-608 har ingen definerte tilstandsklasser for totalt organisk karbon. Som sammenligningsgrunnlag ble det benyttet tilstandsklasser for TOC₆₃ (korrigert for finstoff) som er gitt i Veileder for klassifisering av miljøtilstand i kyst- og ferskvann 02:2018, dvs. Veileder TA-1467/1997. Tilstandsklassene ble utarbeidet for sedimenter i fjorder og kystfarvann og kan ikke umiddelbart brukes til å klassifisere ferskvannssediment, men gir allikevel et inntrykk. Konsentrasjonen av TOC₆₃ er høyt i alle prøver, se Tabell 5.

Tabell 5: Kornstørrelser, totalt organisk karbon (TOC) og tørrstoff. TOC er klassifisert i henhold til tilstandsklasser i veileder M-608 (revidert 30.10.2020) [6], (Blått=Tilstandsklasse I, Grønt=Tilstandsklasse II, Gull=Tilstandsklasse III, Oransje=Tilstandsklasse IV og Rødt=Tilstandsklasse V). Tilstandsklasse i kolonne «Prøvemerkning» ble valgt etter analyseparameter med høyeste tilstandsklasse i prøven.

Prøvemerkning	Kornstørrelse		Totalt organisk karbon (TOC)				Tørrstoff
	<2 µm % TS	< 63 µm %	TOC % C	TOC mg C/kg TS	TOC mg/g	TOC ₆₃ *** mg C/kg TS	Tørrstoff %
M1-1	1,5	51,4	20,3	203000	203	211,75	10,6
M2-1	1,5	50,2	24,2	242000	242	250,96	7,8
M3-1	2	74,5	13,5	135000	135	139,59	18,3
Tilstand for organisk innhold i sediment i henhold til SFT Veileder 97:03.							
1	-	-	-	-	-	0-20	-
2	-	-	-	-	-	20-27	-
3	-	-	-	-	-	27-34	-
4	-	-	-	-	-	34-41	-
5	-	-	-	-	-	41-200	-

1.7 Risikovurdering trinn 1

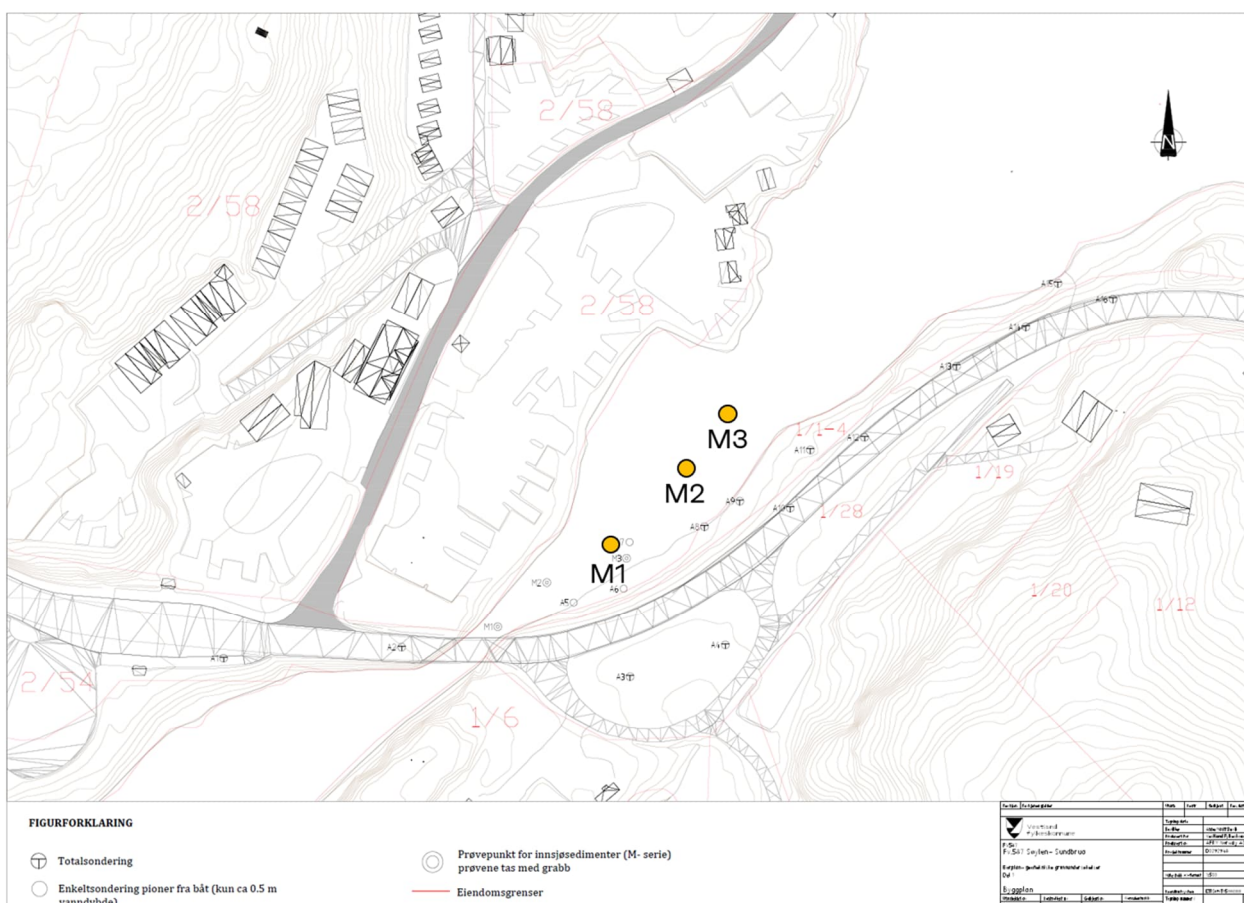
Utfylling på sjøbunn i et tiltaksområde som er mindre enn 30 000 m² utløser i utgangspunktet ikke behov for risikovurdering [10]. Når det er påvist sedimentforurensning i tilstandsklasse IV (dårlig) og sediment som vurderes som lett mobiliserbart er det allikevel utført en risikovurdering trinn 1 i henhold til Miljødirektoratets veileder *M-409 I 2015 Risikovurdering for forurenset sediment* [10].

Ved risikovurderingen benyttes gjennomsnittsnivåer av miljøgiftene ved alle stasjonene, ikke nivået i den mest forurensede stasjonen. Formålet er å vurdere områdets samlede risiko.

Tabell 6: Risikovurdering trinn 1. Overskridelser av grenseverdi for trinn 1 [10] ble fremhevet med rødt.

Gruppe	Parameter	Enhet	Prøver og gjennomsnitt				Grenseverdi Trinn 1 = Grense klasse II/III
			M1-1	M2-1	M3-1	Gjennomsnitt	
Arsen og metaller	Arsen	mg/kg TS	5,5	8,6	13	9,03	18
	Bly	mg/kg TS	61	79	120	86,67	150
	Kadmium	mg/kg TS	0,86	1	0,091	0,92	2,5
	Kobber	mg/kg TS	38	57	45	46,67	84
	Krom	mg/kg TS	25	29	30	28	660
	Kvikksølv	mg/kg TS	0,21	0,2	0,22	0,21	0,52
	Nikkel	mg/kg TS	28	29	35	30,67	42
	Sink	mg/kg TS	160	200	190	183,33	139
PCB	Sum 7 PCB	mg/kg TS	0,0027	0,0033	0,0016	0,0025	4,1
PAH (16)	Naftalen	mg/kg TS	< 0,019	< 0,026	< 0,011	0,0093	0,027
	Acenaftylen	mg/kg TS	< 0,019	< 0,026	< 0,011	0,0093	0,033
	Acenaften	mg/kg TS	< 0,019	< 0,026	< 0,011	0,0093	0,096
	Fluoren	mg/kg TS	< 0,019	< 0,026	< 0,011	0,0093	0,15
	Fenantren	mg/kg TS	0,034	< 0,026	0,037	0,0280	0,78
	Antracen	mg/kg TS	0,0091	< 0,012	0,0065	0,0072	0,0046
	Fluoranten	mg/kg TS	0,15	0,075	0,16	0,1283	0,4
	Pyren	mg/kg TS	0,13	0,064	0,13	0,1080	0,084
	Benzo[a]antracen	mg/kg TS	0,066	0,028	0,062	0,0520	0,06
	Krysen/Trifenylen	mg/kg TS	0,083	0,049	0,14	0,0907	0,28
	Benzo[b]fluoranten	mg/kg TS	0,27	0,18	0,69	0,38	0,14
	Benzo[k]fluoranten	mg/kg TS	0,064	0,036	0,14	0,08	0,135
	Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,068	0,048	0,12	0,0787	0,183
	Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,085	0,083	0,26	0,1427	0,063
	Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	< 0,019	< 0,026	0,049	0,0238	0,027
	Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,084	0,099	0,29	0,1577	0,084
	SUM PAH16	mg/kg TS	1	0,66	2,1	1,2533	2

De planlagte tiltakene i Søylevatn innebærer anleggsarbeid som vil føre til mobilisering og spredning av forurensning bundet til organisk materiale og partikler. Det er påvist sedimentforurensning av sink og tjærestoffer (PAH) i konsentrasjoner som overskrider grenseverdiene for risikovurdering trinn 1. Uten forurensningsbegrensende tiltak vil forurensningen transporteres til Grimevatn og føre til en forringing av vannforekomstens kjemiske og økologiske tilstand. På bakgrunn av dette er det utarbeidet en tiltaksplan for forurenset sediment som er presentert i påfølgende kapittel.

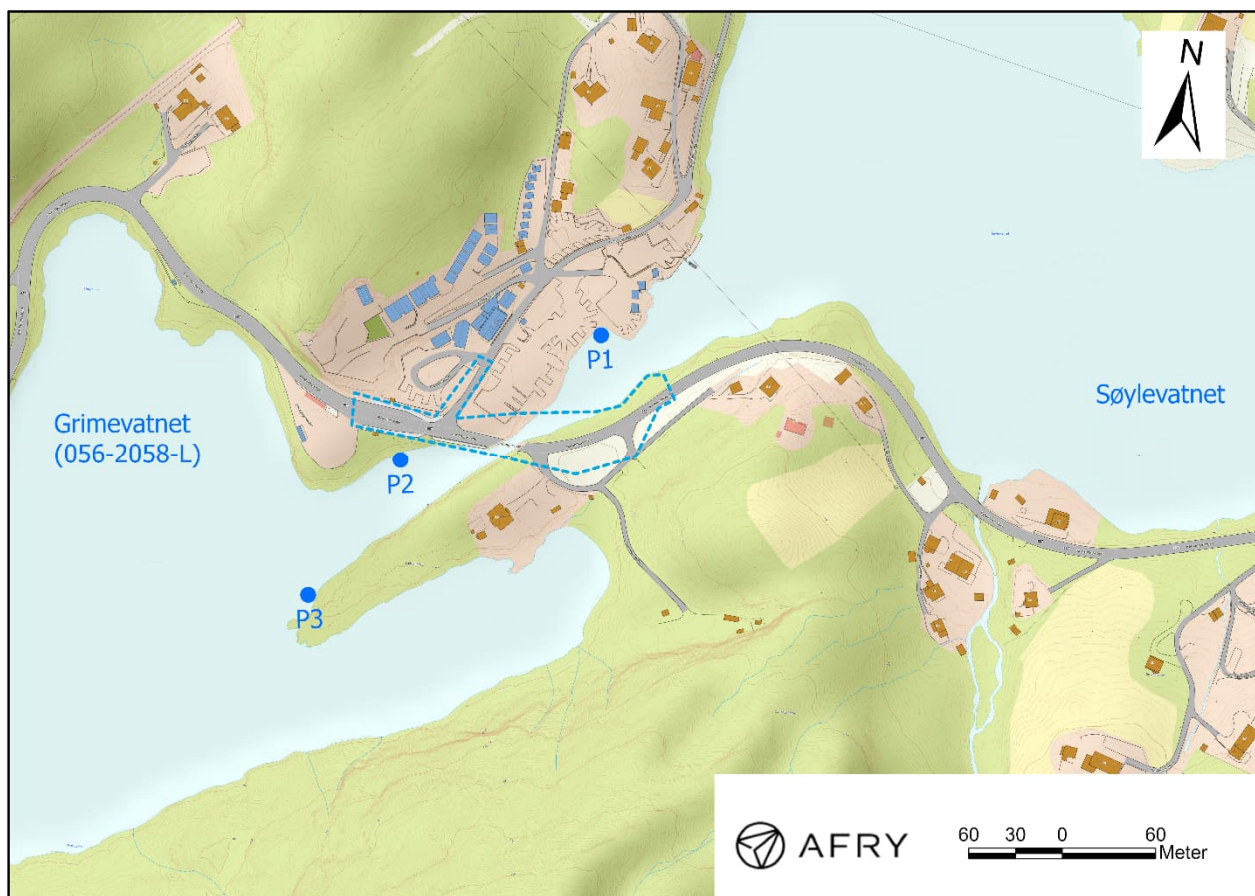


06.10.2026 Side 21 av 26

2 Tiltaksplan for forurenset sediment

2.1 Vannovervåkingsprogram

Da det skal fylles over sedimenter i Søylevatnet som har ukjent kjemisk og økologisk tilstand, vil det være behov for resipientovervåking i anleggsperioden. Det legges opp til tre punkter for prøvetaking (vist i Figur 12); ett oppstrøms anleggsområdet i Søylevatnet (P1), ett rett nedstrøms for tiltaksområdet i Grimevatnet (P2) og ett lengre nedstrøms i Grimevatnet (P3). For å dokumentere før-tilstanden i innsjøene anbefales det å ta tre prøver med noen ukers mellomrom før oppstart av anleggsarbeidene. Deretter legges det opp til en prøve dagen før oppstart av anleggsarbeidene, samt ukentlig under anleggsperioden. Disse prøvene vil dokumentere tilstanden i innsjøen under anleggsperioden og eventuelt påvirkning tiltaket har på tilstand i innsjøene (resipienter) nedstrøms. Etter endt anleggsperiode skal det tas tre prøver av innsjøene fordelt over 3 uker etter ferdigstillelse, for å dokumentere at ferdig anlegg ikke har en negativ påvirkning på resipientene.



Figur 12: Oversikt over anbefalte plassering av punkter for resipientovervåking i forbindelse med tiltaket i Søylevatnet. Punktenes lokalitet må ansees som forslag og kan tilpasses i samråd med byggherres miljørådgiver/miljøgeolog.

Alle prøvene skal analyseres for suspendert stoff og pH, samt standard miljøpakke som inkluderer arsen og syv metaller (bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink), oljeforbindelser, BTEX og 16 polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Arsen og metaller skal

analyseres på filtrerte prøver for å kunne sammenligne med Miljødirektoratets grenseverdier for ferskvann (M-608) [11]. Det vurderes at denne kombinasjonen er dekkende for mulig forventet påvirkning fra anleggsarbeidene. Suspendert stoff vil gi utslag om det foregår mobilisering av forurensede sedimenter og eventuell utslipp av partikkelholdig anleggsvann. Standard miljøpakke med metaller, oljeforbindelser og PAH-forbindelser kan gi en indikasjon på om maskinparken fører til forurensning av resipientene.

På generell basis kan prøver sendes inn med normal prosesseringstid, som vanligvis er en uke. Dersom det er mistanke om forurensing sendes prøvene inn som hasteanalyse og prosesseringstid er da 2-3 dager.

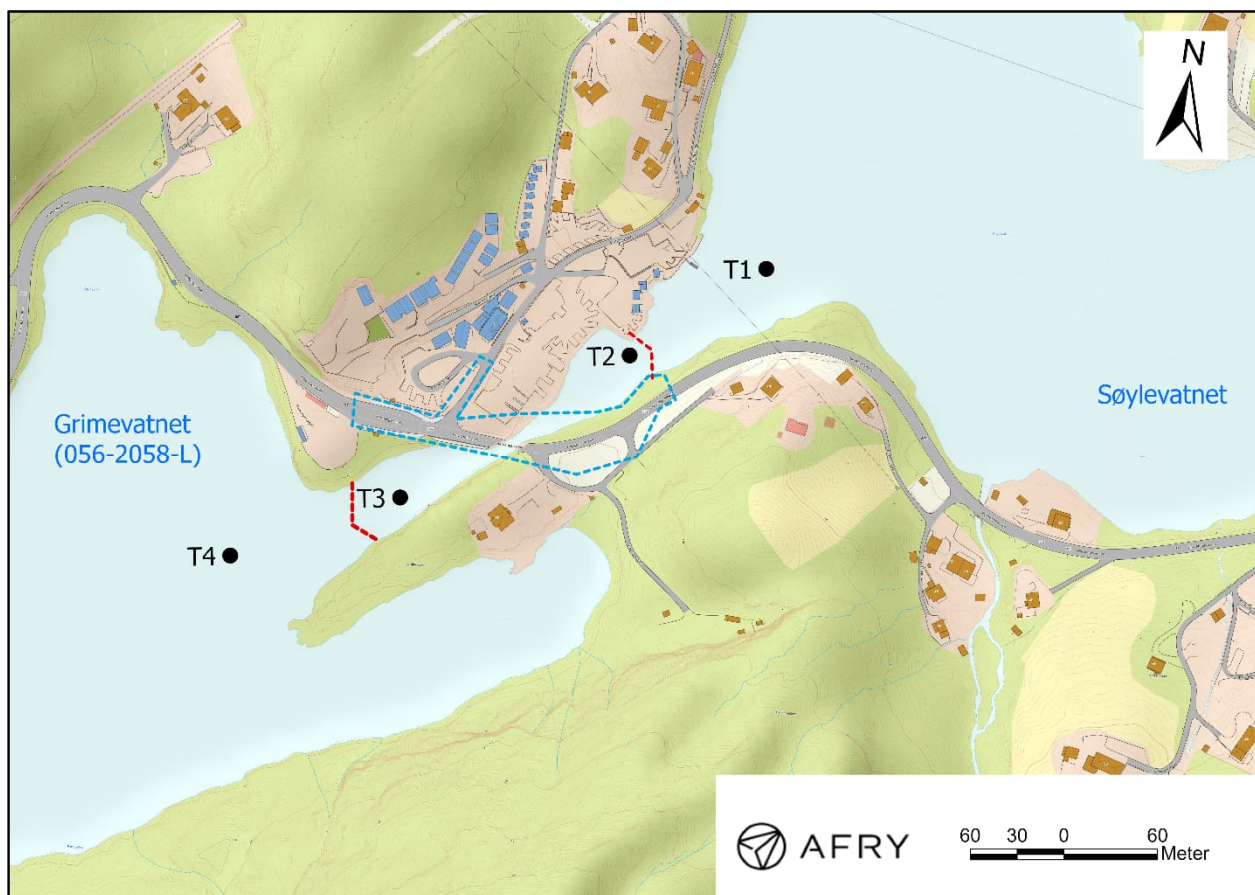
2.2 Turbiditetsmålinger og siltgardin

2.2.1 Turbiditetsmålinger

Planlagt utfylling i Søylevatnet kan føre til oppvirvling og spredning av sedimentpartikler og miljøgifter som er bundet til partiklene. I tillegg kan oppvirvling av sedimenter føre til skader på naturverdier i Grimevatnet som følge av nedslamming. Under befaring i tiltaksområdet våren 2026 ble det observert svak strømning i sundet mellom Søylevatnet og Grimevatnet, det er mulig at partikler som ble oppvirvlet i forbindelse med anleggsarbeidet kan spre seg mot Grimevatnet, men også lengre nordøst i Søylevatnet. Det legges opp til kontinuerlige turbiditetsmålinger i fire punkter, to punkter oppstrøms tiltaksområdet som referansestasjoner (T1 utenfor siltgarden og T2 innenfor siltgarden), og to punkter nedstrøms tiltaksområdet (T3 innenfor siltgarden og T4 utenfor siltgarden), se Figur 13.

Turbiditetsmålinger skal utføres i henhold til NS 9433 Overvåking av tiltak i vannforekomster [12]. Målingene skal utføres ved hjelp av automatiske turbiditetssensorer plassert i vannsøylen både innenfor og utenfor tiltaksområdet. Dataene skal følges opp fortløpende av byggherrens og entreprenørens miljørådgiver/miljøgeolog. Tiltaksgrenser for turbiditet fastsettes av forurensningsmyndigheten (Statsforvalteren i Vestland). Dersom turbiditetsmålinger i anleggsfasen viser overskridelser av tiltaksgrensen, skal arbeidet stanses eller tilpasses, for å redusere videre spredning av partikler. Resultater fra turbiditetsmålinger dokumenteres og rapporteres som en del av prosjektets ytre miljøoppfølging.

Måleperioden skal omfatte minst 4 uker før oppstart av anleggsarbeidet og 4 uker etter avslutning av anleggsarbeidet. Det forutsettes at foreslåtte lokaliteter for turbiditetsmåler må justeres/tilpasses i samråd mellom entreprenør og byggherrens miljørådgiver før oppstart av anleggsarbeidet.



Figur 13: Forslag til plassering av turbiditetsmåler (avmerket med svart punkt) og siltgardin (avmerket med stiplet rød linje). Siltgardinens og turbiditetsmålerens lokalitet må ansees som forslag og kan tilpasses i samråd med byggherres miljørådgiver/miljøgeolog.

2.2.2 Siltgardin

Nedstrøms tiltaksområdet, i sundet mellom Søylevatnet og Grimevatnet skal det etableres siltgardin før oppstart av anleggsarbeider. Siltgarden skal dimensjoneres og forankres tilpasset lokale strøm-, bølge- og dybdeforhold slik at den danner en effektiv barriere mot transport av suspendert stoff ut av tiltaksområdet. Siltgarden skal installeres av personell med relevant erfaring, og det skal gjennomføres kontroll av at garden er korrekt utplassert, tilstrekkelig nedført mot sedimentoverflaten og uten skader eller åpninger som kan redusere funksjonen. Under anleggsarbeidene skal siltgardenes tilstand inspiseres regelmessig, dvs. en gang per dag, samt etter episoder med sterk vind, strøm eller annen belastning som kan påvirke stabiliteten. Eventuelle skader eller avvik skal utbedres umiddelbart. Resultater fra inspeksjon av siltgarden dokumenteres og rapporteres som en del av prosjektets ytre miljøoppfølging. Dersom inspeksjonen indikerer uakseptabel spredning av partikler utenfor tiltaksområdet, skal arbeidet stanses og nødvendige korrigerende tiltak gjennomføres før arbeidene gjenopptas.

2.3 Øvrige tiltak under anleggsarbeidet

Til utfylling skal det bare brukes dokumentert rene masser. Det er ikke tillat å bruke masser som inneholder avfallsfraksjoner som for eksempel sprengtråd, plast, metallskrap mm.

3 Videre anbefalinger

Tiltaket innebærer inngrep i vassdrag og er søknadspliktig til Statsforvalteren i Vestland og/eller Vestland fylkeskommune. Denne rapporten og tiltaksplanen kan brukes som grunnlag i utarbeidelse av en slik søknad, og dokumenterer forurensningssituasjonen i sedimentene innenfor tiltaksområdet. Dokumentet gir også en anbefaling til avbøtende tiltak og overvåkning under tiltaksgjennomføringen.

4 Referanser

- [1] H. & R. J. Fossen, «Berggrunnskart Bergen 1115 I, M 1:50.000,» NGU, Trondheim, 2008.
- [2] Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren på Svalbard, «DMF Kart,» 2026. [Internett]. Available: <https://minit.dirmin.no/kart/>. [Funnet 2025].
- [3] Norges geologiske undersøkelse (NGU), «Løsmassekart,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [4] Perszon, Pawel, «Fv. 587 Søylen-Sundsbrua. 060077-GEO-RAP-01 Grunnundersøkelsesrapport.,» Vestland fylkeskommune, Bergen, 2021.
- [5] Miljødirektoratet, NVE, «Vann-nett.no,» januar 2026. [Internett]. Available: <https://vann-nett.no/waterbodies/map>.
- [6] Miljødirektoratet, «vannmiljo.miljodirektoratet,» [Internett]. Available: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>. [Funnet april 2026].
- [7] Miljødirektoratet, «Grunnforurensningsdatabasen,» Oslo, 2026.
- [8] Miljødirektoratet, «M-608. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020.,» Miljødirektoratet, Oslo/Trondheim, 2020.
- [9] SFT, «Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann TA-2229/2007,» Statens forurensningstilsyn, Oslo, 2007.
- [10] Miljødirektoratet, «Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder M-409 I 2015,» Miljødirektoratet, Norges geotekniske institutt, Norsk institutt for vannforskning, Oslo, 2015.
- [11] Miljødirektoratet, «M-608/2016 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020,» 2016.
- [12] Standard Norge, «NS 9433 Overvåking av tiltak i vannforekomster.,» Nasjonal komité SN/K 126, Oslo, 2017.
- [13] Energidepartement, Klima- og Miljødepartementet, «Forskrift om rammer for vannforvaltningen. FOR-2006-12-15-1446. Korttittel: Vannforskriften.,» Lovdata, Oslo, 2007.