

Beregnet til
Ålesund kommune

Dokument type
Rapport

Dato
17. september, 2025

Sprednings- og tiltaksvurdering 2025

Gassverkstomta, Ålesund



Sprednings- og tiltaksvurdering 2025

Gassverkstomta, Ålesund

Oppdragsnavn **Prosjektering Renere fjord Ålesund havn –
Supplerende grunnundersøkelse 2025 (Gassverkstomten)**

Prosjekt nr. **1350046044-010**

Mottaker **Ålesund kommune**

Rapport nr. **K-Rap-002-2025**

Versjon **00**

Dato **17.09.2025**

Utført av **Jonas Thu Olsen og Magnus Brunvoll Kongsrud**

Kontrollert av **Michael R. Helgestad og Hanne Vidgren**

Godkjent av **Tom Øyvind Jahren**

Revisjonslogg				
Versjon nr.	Beskrivelse	Dato	Utført av	Kontrollert av
00	Første utgave	17.09.2025	JOLS & MKOOSL	MHEOSL, HAVD

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	3
2.	Tidligere utførte undersøkelser og vurderinger	5
2.1.1	Miljøteknisk grunnundersøkelse, setting av miljøbrønner og grunnvannsovervåkning (Multiconsult 2017)	6
2.1.2	Sanering av forurenset grunn og supplerende prøvetaking av jord, sediment og grunnvann (Norconsult 2018)	6
2.1.3	Prøvetaking av forurenset sjøbunn (Multiconsult 2020)	7
2.1.4	Supplerende undersøkelser - Miljøteknisk grunnundersøkelse, setting av miljøbrønner og grunnvannsovervåkning (Multiconsult 2020)	8
2.1.5	Supplerende undersøkelser av forurenset sjøbunn som del av Renere Fjord (Rambøll 2021)	8
2.1.6	Tiltaksplan for forurenset sjøbunn ved Gassverkstomta (Rambøll 2023)	9
2.1.7	Tiltaksplan for forurenset grunn ved Gassverkstomta (Rambøll 2022)	9
2.1.8	Fortynningsberegning for cyanid (Rambøll 2023)	9
2.1.9	Hydrogeologisk vurderinger og tiltaksløsninger for gassverkstomta (Rambøll 2023)	10
2.1.10	Supplerende miljøtekniske grunnundersøkelser og grunnvannsovervåkning (Rambøll 2025)	10
2.2	Forurensningssituasjonen i løsmassene på land ved Gassverkstomta	10
3.	Vurdering av spredning av forurensning	14
3.1	Risikovurdering av gjenværende forurensning i veibanen med hensyn til human helse basert på Miljødirektoratets beregningsverktøy M-2171	14
3.1.1	Grunnlag for risikovurdering av human helse	14
3.1.2	Resultater fra risikovurderingsverktøy	15
3.2	Spredning av forurensning i vannfase fra Gassverkstomta til resipient ved bruk av grunnvannsmålinger og beregninger	17
3.2.1	Spredningsvurdering i vannfase	21
3.2.2	Fortynningsberegning i sjø	22
3.3	Spredning av tjære (DNAPL)	24
3.3.1	Avgrensning av tjære	24
3.3.2	Vurdering av fjelloverflater	24
3.3.3	Spredningsvurdering tjære	26
4.	Vurdering av tiltaksalternativer	29
4.1	Bortgraving av forurensede masser	29
4.2	Innkapsling av forurensning med spunt/betong	29
4.3	Plastring av steinfylling med filtermedium og duk	29
4.4	Ikke gjennomføre tiltak på land før saneringsarbeider i sjø	29
4.4.1	Prinsipper for overvåkningsprogram	30
4.4.2	Usikkerheter ved å gjøre tiltak i sjø uten å først gjøre tiltak på land	31
5.	Oppsummering og konklusjon	32
6.	Referanser	33

1. Innledning

Ålesund kommune skal i sammenheng med den nasjonale handlingsplanen for opprydding av forurensset sjøbunn, gjennomføre sanerende tiltak i Aspevågen. Som en del av dette arbeidet ble det i perioden 2018-2025 gjennomført miljøtekniske og geotekniske undersøkelser på land og i sjø av Rambøll, Norconsult og Multiconsult ved Ystenesgata 6B (Gassverkstomta), gnr./bnr. 201/752 (se figur 1). Undersøkelsene har avdekket tilstedeværelse av forurensede løsmasser og tjære på land og i sedimenter. Det er påvist høye konsentrasjoner av bl.a. PAH-forbindelser. Det er også påvist konsentrasjoner av cyanid som overskrider normverdien for jord. Kilden til forurensningen er et tidligere gassverk, som var i drift i perioden 1905-1959.

Prosjekt Renere fjord Ålesund planlegger å rydde opp i sedimentene påvirket av frifase tjære fra Gassverkstomta. Sedimenter med konsentrasjoner av PAH tilsvarende Farlig avfall er planlagt mudret. Resterende sedimenter i bukta (forurensset tilsvarende tilstandsklasse 5) er planlagt tildekket [1].

Det er forutsatt fra myndighetenes side at kilder på land skal lukkes før opprydding i sjø gjennomføres, jamfør pålegg fra Statsforvalteren i Møre- og Romsdal [2]. Dette er i tråd med normale prinsipper for sediment opprydding i sjø. Ved Gassverkstomta foreligger det flere forhold som gjør opprydding på land kompleks og kostbart:

- Opprydding/spredningshindrende tiltak vil måtte medføre fullstendig stenging og omlegging av E136 i en lengre periode på flere måneder.
- Det ligger kabler, rør og fjernvarme i veibanene, som vil måtte flyttes og legges om ved gjennomføring av opprydding.
- De forurensede løsmassene inneholder konsentrasjoner av cyanid som overskrider normverdi for jord. Disse medfører at enhver utgraving vil måtte iverksette et utvidete HMS-tiltak som ivaretar denne helserisikoen for arbeidere og publikum.
- Framtidige arbeider i veien legger begrensninger på hvilke spredningshindrende tiltak det er mulig å iverksette.

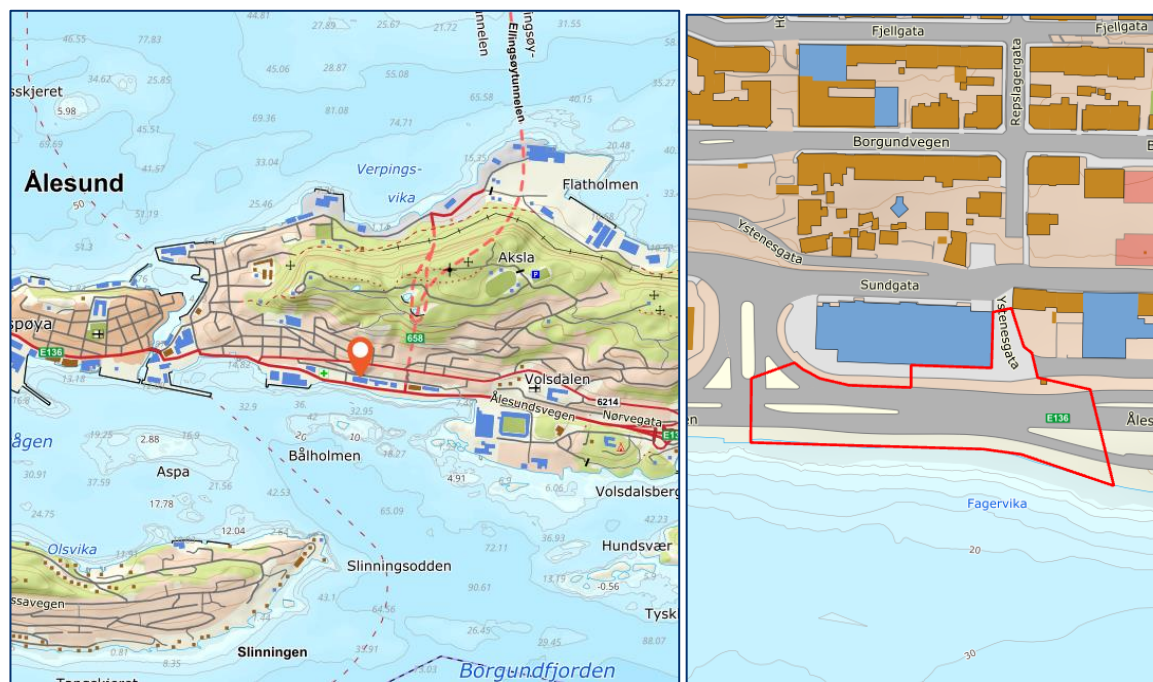
Terrenget skråer sterkt fra land til sjøbunn på ca. 20 meters dyp og er utfyllt med grov stein. Dette vanskeliggjør uttak av prøver, sanering og etablering av barrierer mellom land og sjøbunn.

De overnevnte faktorene medfører at opprydding av forurensningen ved Gassverkstomta får en uforholdsmessig høy samfunnsmessig og økonomisk kostnad sammenliknet med en gjennomsnittlig forurensset grunn-sanering på en mindre kompleks tomt. Det er Rambølls syn at det derfor må gjøres en helhetlig spredningsvurdering for å avgjøre om opprydding på land før opprydding i sjø er nødvendig for å oppnå suksesskriteriet for Renere fjord Ålesund.

Suksesskriteriet for Renere fjord Ålesund er blant annet:

- Sedimentene i Aspevågen skal ikke inneholde konsentrasjoner av miljøgifter som overskrider tilstandsklasse 3.
- Gjenværende forurensning på land skal ikke medføre rekontaminering av sedimentene slik at suksesskriterier på tilstandsklasse 3 i sedimentene i Aspevågen overskrides.

Rambøll vil i denne rapporten utføre en helhetlig spredningsvurdering for å vurdere risikoen for spredning til resipient, Aspevågen, og rekontaminering av sedimentene ved Gassverkstomta og i Aspevågen på bakgrunn av tilgjengelige data fra perioden 2017-2025 om forurensningssituasjon og forhold i grunn, grunnvann, sjø og sjøbunn.



Figur 1. Oversiktskart over tiltaksområdet på land ved Gassverkstomta, øst for Ålesund sentrum (t.v.). Tiltaksområdet vises med rødt omriss (t.h.). Fra norgeskart.no.

2. Tidligere utførte undersøkelser og vurderinger

Miljøundersøkelser i perioden 2017-2025 utført av Norconsult, Multiconsult og Rambøll har avdekket sterk forurensning i området, hovedsakelig bestående av tjære, tjærestoffer og løste forbindelser i grunnvann. Dokumentene som er benyttet i vurderingene utført i denne rapporten er vist i tabell 1. Gjennom arbeidene utført fra 2017 har det blitt innhentet stadig mer informasjon om forurensningen og forholdene i grunn, grunnvann, sjø og sjøbunn ved Gassverkstomta. I takt med at datagrunnlaget har blitt styrket og usikkerhet har blitt redusert, har anbefalte løsninger for håndtering av forurensningen også endret seg. I påfølgende kapittel gis en oppsummering av tidligere utførte undersøkelser og funn vesentlige for vurderingene i denne rapporten.

Tabell 1. Oppsummering av tidligere spredningsvurdering, miljørisikovurderinger og tiltaksplaner er med henvisning til respektive rapporter.

År	Aktør	Rapportnavn/nr.	Referanse
2017	Multiconsult	Miljøteknisk grunnundersøkelse. Sprednings og tiltaksvurderinger/417437-RIGm-RAP-001	[3]
2018	Norconsult	Supplerende undersøkelser, risiko- og tiltaksvurdering/RIM-01-5176339	[4]
2018	Norconsult	Sluttrapport, utgraving nord for veibane. Gassverkstomta i Ålesund/RIM-06-5176339	[5]
2020	Multiconsult	Supplerende miljøgeologisk undersøkelse av sjøbunn/10214608-RIGm-RAP-001	[6]
2020	Multiconsult	Supplerende miljøgeologiske undersøkelser på land/10214608-RIGm-RAP-002	[7]
2022	Rambøll	Tiltaksplan for forurenset sjøbunn ved Gassverkstomta/ M-rap-006-1350046044	[1]
2022	Rambøll	Aspevågen-2021-Miljøteknisk-Undersøkelse-datarapport-/ M-rap-004-1350046044	[8]
2023	Rambøll	Fortynningsberegning for cyanidvurdering	[9]
2023	Rambøll	K-Rap-001 Hydrogeologisk vurdering Gassverkstomta.	[10]
2025	Rambøll	Hydrogeologisk datarapport Gassverkstomta	[11]
2025	Rambøll	Miljøteknisk notat – Supplerende prøvetaking/M-not-013-1350046044-010	[12]

2.1.1 Miljøteknisk grunnundersøkelse, setting av miljøbrønner og grunnvannsovervåkning (Multiconsult 2017)

I forbindelse med etablering av grunnvannsbrønnene BR2-BR5, BR8, BR9 og BR13 tok Multiconsult ut blåseprøver av løsmasser [3]. Informasjonen om hvilke dybder prøvene er hentet fra er ulik i tabell over feltobservasjoner og tilstandsklassetabell, så det er knyttet noe usikkerhet til hvilke dybder prøvene representerer. Det vurderes som sannsynlig at prøvene er tatt av dybdeintervallet nærmest fjell, da det er her tjæra befinner seg på størstedel av eiendommen.

Multiconsult påviste konsentrasjoner av benzo[a]pyren i intervallet 0,34-160 mg/kg TS. SumPAH-16 ble påvist i konsentrasjonsintervallet 3,8-3420 mg/kg TS. Analyser av totale hydrokarboner (THC) påviste konsentrasjoner i intervallet 80-3300 mg/kg TS. Analyser av total cyanid avdekket konsentrasjoner i intervallet 2-150 mg/kg. Det ble ikke analysert for fri cyanid.

Multiconsult vurderer at massene nærmest bygget i Ystenesgata 6b utgjør en uakseptabel risiko for menneskers helse grunnet påviste forekomster av ren tjære og mulig avgassing inn i bygg. Massene under veibanen vurderes av Multiconsult å ikke utgjøre risiko for human helse ved gjeldende arealbruk fordi forurensningen ligger dypt og er utilgjengelig direktekontakt med mennesker.

Multiconsult vurderer at spredning av forurensning løst i grunnvann ved normalsituasjoner vil være liten, men at det ved jevne mellomrom kan forekomme større utvasking. Multiconsult oppgir at de ikke kan utelukke at tjære migrerer i flytende form til resipient.

2.1.2 Sanering av forurenset grunn og supplerende prøvetaking av jord, sediment og grunnvann (Norconsult 2018)

Sommeren 2018 ble det gjennomført opprydning av tjæreforurenset grunn i arealet mellom E136 og bygningsmassen i Ystenesgata 6b. Saneringsarbeidene er dokumentert i sluttrapport utarbeidet av Norconsult [5]. Tiltaket omfattet fjerning av ca. 920 tonn forurensede masser og støpning av barriere for å hindre spredning av tjære fra arealene under eksisterende bygg. Underveis i saneringsarbeidet ble det tatt prøver av løsmasser, grunnvann og luft inne i bygget i Ystenesgata 6b. Kontrollprøver av løsmasser som ble gravd ut avdekket konsentrasjoner i intervallet 0,275-2840 mg/kg av Sum PAH-16 og fri cyanid i konsentrasjonene 0,3-5 mg/kg. I prøve tatt av tjære i tjæretank ble det påvist konsentrasjoner av Sum PAH-16 på 56500 mg/kg. I prøve av tjæreforurenset grunnvann ble det påvist konsentrasjoner av Sum PAH-16 på 4200 µg/l. Det har blitt utført målinger av PAH, cyanid og THC i luft innendørs i Ystenesgata 6b i forkant av og under gjennomføring av saneringstiltak. Det ble ikke påvist cyanid eller THC over analysemetodens deteksjonsgrense. Det ble påvist konsentrasjoner av enkeltforbindelse av PAH i innendørslufta. Konsentrasjonene lå under tiltaksgrenser for arbeidsmiljø.

I etterkant av saneringen gjennomførte Norconsult supplerende prøvetaking av jord og grunnvann og utarbeidet en rapport som oppsummerer deres arbeider ved Gassverkstomta og gir anbefalinger rundt videre undersøkelser og spredningsvurderinger [4].

I rapporten oppsummeres historikken ved tomten da Gassverket var i drift (1905-1959) og det ble produsert gass, kulltjære, kulltjæreolje, ammoniakk og koks ved anlegget. Norconsult vurderer det som sannsynlig at forurensningen ved tomta, som vi finner igjen i dag, ble tilført hovedsakelig gjennom lekkasje av kulltjære og kulltjæreolje gjennom utette rør, lagringstanker og kummer, samt søl under produksjon, transport og annen håndtering.

Norconsult gjennomførte prøvetaking av sediment og gjennomførte inspeksjon av sjøbunnen med ROV. Det ble observert frifase tjære på sjøbunnen. Prøvene av sediment inneholdt konsentrasjoner

av PAH, TBT, PCB og kobber tilsvarende tilstandsklasse 5, i tillegg til konsentrasjoner av andre tungmetaller tilsvarende tilstandsklasse 2-4.

Rapporten oppsummerer overvåkning av grunnvann i perioden høsten 2016 til høsten 2018. Det ble gjennomført prøvetaking av vann fra tilgjengelige grunnvannsbrønner og overvåkning ved bruk av passive prøvetakere i brønner (BR15 og BR17) og i sjø.

Det skrives om at det under saneringsarbeidene nord for veibanen ble observert at vann ble liggende igjen i gravegrop ved synkende sjø. Norconsult argumenterte for at for at dette måtte komme, av en berg-terstel under vegbanen rundt kote 0,4 [4]. Norconsult argumenter for at ved vanlige tidevannsfluktuasjoner vil vannet forbli lavere enn terskelen. [13].

Påviste konsentrasjoner av PAH i grunnvannsprøver varierte fra under deteksjonsgrense til 2500 µg/l, hvor de høyeste konsentrasjonene ble forklart med feil i prøvetakingsprosedyren [4]. Konsentrasjoner av total cyanid varierte fra under deteksjonsgrense (<5 µg/l) til 1260 µg/l. Fritt cyanid ble kun påvist over deteksjonsgrense i en prøve i 2016 (7 µg/l).

De passive prøvetakerne var plassert i brønnene BR17 og BR15, plassert mellom veikant og vannkant, og i sjø. Prøvetakerne var av typen SorbiCell som ifølge rapporten er laget for å fange opp miljøgifter i vannfase og bundet til fine partikler, og vil gi et tall for spredning av antatt mobil og biotilgjengelig forurensning i grunnvann og sjø. Det ble analysert for benzen, oljeforbindelser og PAH. Kun lettere PAH-forbindelser ble påvist i konsentrasjoner over deteksjonsgrense i grunnvannsbrønnene. I BR15 og BR17 ble det påvist henholdsvis 0,021 µg/l og 2,4 µg/l sumPAH₁₆. Det ble ikke påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrense for noen av de analyserte stoffene i prøvetakeren i sjø.

Norconsult gjennomfører avslutningsvis en omfattende gjennomgang og vurdering av ulike tiltaksalternativer for videre opprydning på Gassverkstomta.

2.1.3 Prøvetaking av forurenset sjøbunn (Multiconsult 2020)

Multiconsult gjennomførte i 2019-2020 flere supplerende undersøkelser ved Gassverkstomta [6, 7]. I 2019 ble det utført supplerende kartlegging av sjøbunnen utenfor Gassverkstomta ved filming med undervannsdrone, uttak av sedimenter i 104 stasjoner fra båt og prøvetaking utført av dykker [6]. Det ble forsøkt å ta ut kjerneprøver for avgrensning av forurensning i dybden, men dette viste seg vanskelig grunnet stedvis lav sedimentmektighet.

Undersøkelsene med drone og dykker avdekket store områder med ren tjære på havbunnen, samt hvite felt med beggiatoa-bakterier. Det ble observert en del avfall.

Under uttak av grabbprøver ble det observert fjæremark og eremittkreps i enkelte av grabbskuddene som var fri for tjære. I grabbskudd med tjære ble det ikke observert organismer. Gjennomførte analyser av 48 grabbprøver av sedimenter viste at alle prøvepunkter inneholdt sedimenter med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 5 eller høyere for PAH. Det ble også påvist forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller, PCB og TBT i prøvene. 16 analyserte prøver inneholdt konsentrasjoner av Sum PAH₁₆ som overskred øvre grense for tilstandsklasse 5 (2 500 mg/kg). Høyeste målte konsentrasjon av SumPAH₁₆ var 69 000 mg/kg.

Det ble analysert fire porevannsprøver. Disse ble benyttet til risikovurdering av økologisk effekt og spredning av miljøgifter fra sedimentene. Risikovurderingen avdekket uakseptabel risiko for skade

på sedimentlevende organismer og vannlevende organismer. Det ble beregnet stor spredning fra sedimentene, særlig med hensyn til PAH.

Multiconsult anbefaler gjennomføring av tiltak på sjøbunnen i form av en kombinasjon av mudring og tildekking. Det påpekes at tildekking alene kan være et tilstrekkelig tiltak såfremt området får ligge i fred i ettertid. Dersom det skal fylles ut med tyngre masser senere, f.eks. ved utvidelse av E136, kan dette medføre fortrenkning og ny tilgjengeliggjøring av tildekket tjære. Multiconsult anbefaler derfor å gjennomføre sanering både ved mudring og tildekking.

2.1.4 Supplerende undersøkelser - Miljøteknisk grunnundersøkelse, setting av miljøbrønner og grunnvannsovervåkning (Multiconsult 2020)

I 2020 gjennomførte Multiconsult også supplerende undersøkelser på land etter pålegg fra Fylkesmannen. Det ble gjennomført kartlegging av fjelloverflaten på land ved utførelse av seismiske profiler, gjennomført fjellkontrollboringer, etablert 4 nye grunnvannsbrønner (BR18-BR21), tatt ut jordprøver fra to av brønnene (BR18 og BR19) og gjennomført uttak av grunnvannsprøver fra tilgjengelige brønner i to runder. Det ble også tatt ut prøve fra sjøvann rett utenfor brønn BR17. Det ble ikke registrert tilstedeværelse av tjære ved boring av nye brønner, og konsentrasjonene av PAH i grunnvannet tatt fra brønnene BR18 og BR19 lå i henholdsvis tilstandsklasse 2 og 4 iht. tilstandsklasser for kystvann i M-608.

Det ble tatt ut grunnvannsprøver i to runder (januar og april) fra grunnvannsbrønnene BR4, BR5, BR15, BR17, BR18, BR19 og BR20. To brønner (BR4 og BR17) utmerket seg med betydelig høyere konsentrasjoner av miljøgifter i grunnvannsprøvene sammenliknet med resterende brønner. Total cyanid og PCB ble påvist i høye konsentrasjoner i BR4 og BR17, men er påvist kun like over eller under deteksjonsgrense i de andre brønnene. Også PAH-forbindelser er påvist i betydelig høyere konsentrasjoner i disse to brønnene sammenliknet med resterende.

I prøven av sjøvann tatt fra fronten foran brønn BR17, på 0,8 m dyp, ble det ikke påvist konsentrasjoner av PAH, benzen, hydrokarboner eller cyanid-total over deteksjonsgrense.

På bakgrunn av gjennomførte undersøkelser nedjusterer Multiconsult estimatet av gjenværende tjære under veien til et areal på 780 m² og 23 m³. Det konkluderes med at sannsynlighet for at gjenværende tjære er i aktiv bevegelse er liten. Multiconsult vurderer at grunnvannsprøvene tatt i 2020 fortsatt viser uakseptabel spredning av miljøgifter løst i vannfasen til Aspevågen. Til vurderingen benyttes verdier for grunnvanns- og tidevannsmengder og fortynningsfaktor i resipient (16,8) beregnet av Norconsult i 2018 [4].

Multiconsult trekker fram tre saneringstiltak for forurensningen på land tidligere vurdert av Norconsult: Etablering av omsluttende spunt i ytterkant av fyllingsfot, etablering av betongvegg i ytterkant av fyllingsfot, innkapsling, plastring av eksisterende fyllingsfot med filtermasser og duk. Multiconsult mener at de to førstnevnte vil være svært kostbare og vil komme i konflikt med framtidige arbeider i veibanen, og at sistnevnte tiltak, med etablering av filtermedium, vil være det mest formålstjenlige tiltaket. Det påpekes videre at dersom man som alternativt tiltak skulle velge å grave vekk de forurensede massene under veien, må det gjøres i forbindelse med framtidig veiomlegging.

2.1.5 Supplerende undersøkelser av forurensset sjøbunn som del av Renere Fjord (Rambøll 2021)

Rambøll utførte i 2021 en vurdering av data for alle delområdene i sjø som inngår i Renere fjord Ålesund. Områdene i sjø utenfor Gassverkstomta inngår i delområde 4. Det ble gjennomført «sub bottom» profiling for å kartlegge sedimenttykkelser i sjø utenfor Gassverkstomta. Det ble gjennomført supplerende prøvetaking av sedimenter ved kjerneprøvetaking i områder hvor det var

påvist tilstrekkelig sedimentmektighet. Lagrede sedimentprøver som ble tatt ut av Multiconsult i 2021, men ikke analysert, ble sendt til analyse. Analysedataene viste høye konsentrasjoner av PAH-forurensningen i sedimentene ned til minimum 28 cm. Det ble også påvist høye konsentrasjoner av bl.a. THC, TBT og PCB i sedimentprøvene.

Det ble gjennomført ROV-undersøkelser i området rett sørvest for Gassverkstomta. I dette området ble det avdekket større mengder avfall på sjøbunnen. Det ble ikke registrert verdifulle naturtyper eller rødlistede arter i området, kun spredte nedslammede forekomster av sukkertare og en del algematter. Av fauna ble det registrert enkelte fisk og bunnlevende arter, alle registrert med livskraftige bestander i Norge.

2.1.6 Tiltaksplan for forurenset sjøbunn ved Gassverkstomta (Rambøll 2023)

Rambøll utarbeidet tiltaksplan for forurenset sjøbunn på bakgrunn av supplerende undersøkelser i sjø utført av Multiconsult i 2021 og Rambøll i 2022, samt strømmålinger utført av Rambøll [6, 8]. Det ble fastsatt langsiktige miljømål om at sedimentene i Aspevågen minimum skulle oppnå tilstandsklasse 3 for prioriterte stoffer. På bakgrunn av supplerende analyser har Rambøll utvidet tiltaksområdet i sjø noe sammenliknet med Multiconsults anbefaling [6]. Ulike alternative tiltak ble vurdert og det ble gitt en anbefaling om mudring av sedimenter med konsentrasjoner tilsvarende farlig avfall og tildekking av sedimenter med lavere forurensningsgrad. Mudringstiltaket ble estimert å omfatte 7670 m² ned til 0,5 m sedimentdybde. Det ble gitt anbefalinger rundt gjennomføringen av mudrings- og tildekkingstiltaket. Rambøll påpeker i rapporten at det foreligger fare for rekontaminering fra omkringliggende sedimenter dersom tiltaksområde i sjø ved Gassverkstomta ikke tildekkes samtidig som resterende deler av de tilgrensende delområdene som skal tildekkes i forbindelse med gjennomføring av Renere fjord Ålesund.

Det er ikke registrert verdifulle naturområder eller rødlistede arter innenfor tiltaksområdet i sjø ved Gassverkstomta, derimot har undersøkelsene i området påvist bakteriematter og høye konsentrasjoner av forurensning. På et gruntvannsområde ved Bålholmen, umiddelbart sør for tiltaksområdet, er det registrert en tareskogforekomst. Av rødlistede arter er hummer og brugde, samt flere rødlistede fuglearter registrert i Aspevågen. Aspevågen er også et gyteområde for torsk. Det påpekes at de registrerte naturverdiene i området understreker behovet for å restaurere tiltaksområdet utenfor Gassverkstomta til et egnet habitat for bunnfauna, men at tiltaket må gjennomføres på tidspunkter som tar hensyn til hekke- og gytetidspunkter, og på en slik måte at omkringliggende naturområder beskyttes mot spredning av partikler under tiltaksgjennomføring.

Rambøll anbefaler i tiltaksplanen at ytterligere kartlegging og opprydning av udetonerte eksplosiver og avfall fra sjøbunnen, samt supplerende geotekniske undersøkelser av sjøbunnen gjennomføres som en del av detaljprosjekteringen av opprydningstiltaket i sjø. Det vurderes at opprydningstiltaket vil ha begrensede negative effekter på naturmangfoldet på kort sikt og ha positiv miljøeffekt på lang sikt. Det gis anbefalinger rundt avbøtende tiltak og overvåkningsprogram for å sikre at negativ påvirkning under tiltaksgjennomføring minimeres.

2.1.7 Tiltaksplan for forurenset grunn ved Gassverkstomta (Rambøll 2022)

Rambøll lagde i 2022 en tiltaksplan for plastring av steinfylling i sjø for å forhindre tidevannsutvasking av forurensning i vannfasen og tjære fra løsmassene på Gassverkstomta.

2.1.8 Cyanidvurdering og fortynningsberegning for cyanid (Rambøll 2023)

Rambøll oppsummerer tilgjengelige data om cyanidforurensningen (fritt cyanid og total cyanid) fra tidligere gjennomførte undersøkelser ved Gassverkstomta [14]. Rambøll gjennomfører en ny

vurdering av fortytning av konsentrasjoner av cyanid i grunnvann og i overgangen fra grunnvann til resipient. I vurderingene benytter Rambøll data fra strømundersøkelsene utført i 2021-2022 [15]. Fortynningsfaktor mellom grunnvann og sjø beregnes til 402. Denne baserer seg på en beregnet vannutskiftning på minst ti ganger i løpet av en tidevannssyklus (12t 25 min) innenfor 1 m avstand fra strandsone utenfor forurensset området [9]. I notatet vurderes spredningen av cyanid fra land til sjø å være akseptabel.

2.1.9 Hydrogeologisk vurderinger og tiltaksløsninger for gassverkstomta (Rambøll 2023)

Rambøll gjennomførte i 2023 en hydrogeologisk vurdering med mulige tiltaksløsninger for gassverkstomta [10]. Rambøll utarbeidet en grunnvannsmodell med hensikt å simulere effekten av de tiltakene Norconsult foreslo for å forhindre spredning [4]. Rambøll konkluderte med:

- Akseptabel spredning av PAH-forbindelser i vannfase.
- Uakseptabel spredning av partikkelbundet PAH
- Mobiliteten til frifase tjære er usikker, og det kan på følgende grunnlag ikke utelukkes at det skjer spredning av frifase tjære.
- Modellen viser at det trolig er lite spredning mot øst grunnet nedslagsfeltets utforming og dertil grunnvannstrømning.

I rapporten konkluderer Rambøll med at partikkelfilter sannsynligvis er den billigste løsningen å etablere, at det skal gjennomføres supplerende overvåkning av grunnvann, sedimenter og resipient før og etter tiltaket. Rambøll anbefaler også i rapporten at det skal gjennomføres kontrollovervåkning iht. forslag i tiltaksplanen i minimum 3 år etter at eventuelle tiltak med partikkelfilter er utført.

2.1.10 Supplerende miljøtekniske grunnundersøkelser og grunnvannsovervåkning (Rambøll 2025)

Rambøll gjennomførte i 2025 supplerende geotekniske og miljøtekniske grunnundersøkelser, samt setting av nye grunnvannsbrønner for å supplere tidligere utførte undersøkelser. Den geotekniske undersøkelsen supplerte tidligere informasjon om grunnforhold. Formålet med den miljøtekniske grunnundersøkelsen var kartlegging av forurensningssituasjonen øst og vest for tjæreområdet ved Gassverkstomta for å verifisere at tjæreforurensningen var tilstrekkelig avgrenset. Prøver ble analysert for hver meter ned til fjell og analysert for tungmetaller, PCB, PAH, BTEX, olje og cyanid. Analyseresultatene sammenfalt med tidligere undersøkelser og dokumenterte høyest grad av forurensning innenfor det tidligere avgrensede tiltaksområdet med tjæreforurensning på land.

Rambøll gjennomførte supplerende undersøkelser av grunnvann i 2025 [11]. I rapporten vurderes prøvene fra grunnvann opp mot fastsatte grenseverdier i relevante regelverk, blant annet drikkevannsforskriften og nederlandske og svenske retningslinjer. Resultatene fra undersøkelsene er vist i tabell 8, og konklusjonen er at grunnvannet fortsatt er påvirket av forurensning, og at det fortsatt foregår spredning via grunnvannet til resipient. Oppsummering av funn og behov for videre utredninger

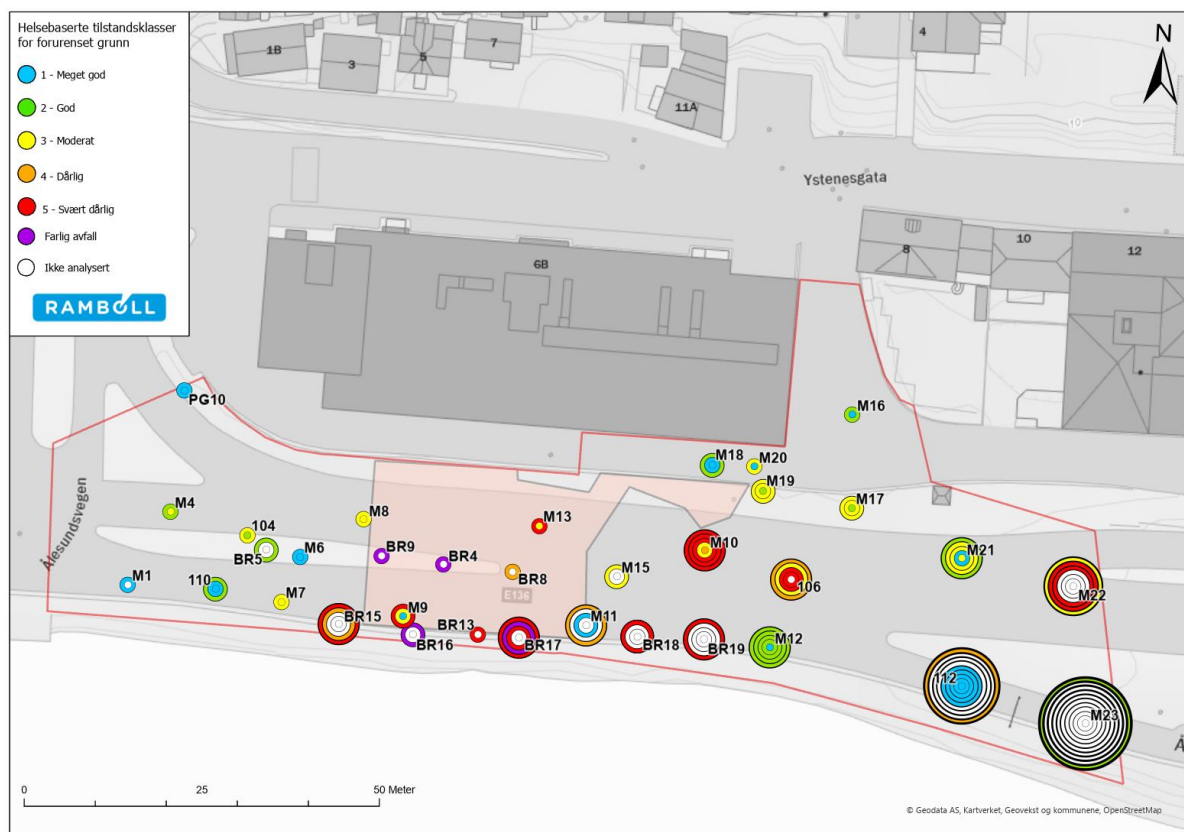
2.2 Forurensningssituasjonen i løsmassene på land ved Gassverkstomta

Tidligere undersøkelser, utført av Multiconsult og Norconsult, fokuserte i stor grad på de høykontaminerte områdene nedstrøms tjæretankene i Ystenesgata 6b, og kun et fåtall prøvepunkter avgrenset antatt forurensningsutbredelse. Rambølls miljøtekniske grunnundersøkelse hadde som mål å framskaffe ytterligere informasjon om forurensningssituasjonen øst og vest for tiltaksområdet ved tjæretankene for å komplettere datagrunnlaget. Figur 2 viser oversiktskart med plassering av alle prøvepunkter som er benyttet ved vurdering av grunnforurensningssituasjonen

ved Gassverkstomta. Prøvepunktene er fargekodet etter høyeste totale tilstandsklasse i hvert dybdeintervall. Totalt omfatter datagrunnlaget 32 prøvepunkter innenfor et undersøkelsesområde med et areal på 5 mål. Miljødirektoratets veileder krever innledende prøvetaking i minimum 20 prøvepunkter for industri- og trafikkarealer av denne størrelsen med ukjente punktkilder. Prøvetettheten innenfor undersøkelsesområdet tilfredsstiller krav i veilederen [16].

Ved gjennomføring av miljøteknisk grunnundersøkelse etter gjeldende standarder oppgis det ikke spesifikt hvilke metoder som skal benyttes for å hente opp prøvemateriale, og metode velges på bakgrunn av hva som er mest hensiktsmessig i hvert enkelt tilfelle med utgangspunkt i bl.a. teknisk gjennomføring, kostnad og hvordan å få tatt ut mest mulig representative prøver for forurensningen man ønsker å undersøke. Multiconsult og Norconsult har tatt ut jordprøver ved graving med gravemaskin under sanering av forurensende løsmasser og ved uttak av blåseprøver ved etablering av grunnvannsbrønner. Rambøll vurderte at uttak av blåseprøver ikke var sikkerhetsmessig forsvarlig som følge av cyanidkonsentrasjonene i prøvene. Dette fordi uttak av blåseprøver medfører at løsmasser og ev. vann i grunnen blåses opp og øker risikoen for at feltpersonell eksponeres ved hudkontakt og innånding av støv/avgassing. Det er også større risiko for at løsmassene spres og at noe blir liggende igjen på overflaten ved borpunktet. Rambølls prøver er derfor tatt ut ved hjelp av naverbor og moreneprøvetaker. At prøvene er tatt ut med års mellomrom, av ulikt personell og med ulike prøvetakingsmetoder, medfører at man må forvente større variasjon i målte konsentrasjoner i prøver fra samme område enn om alle prøvene var tatt ut til samme tid, av samme personell og med samme metode. Selv om prøveresultatene dermed i mindre grad kan sammenliknes direkte, vurderer Rambøll at man likevel oppnår sterkest datagrunnlag ved å vurdere alle prøvene samlet.

Rambølls prøvetaking påviste løsmasser med konsentrasjoner av PAH, olje, BTEX og tungmetaller opp til tilstandsklasse 5. Sterkest forurensning ble påvist i det tidligere undersøkte området sør for tjæretankene, men konsentrasjonene av bl.a. PAH i Rambølls prøver var betydelig lavere enn de som tidligere var analysert av Multiconsult og Norconsult i samme område. Det ble også påvist moderat til sterk forurensning i enkeltprøver utenfor dette området, men gjennomsnittskonsentrasjonene av SumPAH16 i mettet sone, der tjæreforurensningen er konsentrert, var betydelig høyere innenfor «tjæreamrådet» (markert med rosa i figur 2) (350 mg/kg TS), enn utenfor (15 mg/kg TS). Resultatene av Rambølls undersøkelse underbygget indikasjonene fra tidligere undersøkelser som tydet på at hovedandelen av forurensningen i undersøkelsesområdet var innenfor antatt utstrekning av tjæreforurensningen som skissert av Multiconsult i 2020 [7]. Figur 2 viser oversiktskart med plassering og fargekoding av alle jordprøver tatt ut ved Gassverkstomta i perioden 2017-2025 (med unntak av prøver som representerer løsmasser som har blitt fjernet ved sanering). Klassifisering av jordprøver til farlig avfall på bakgrunn av additiv effekt var en tilnærming i en tidligere benyttet veileder for Forurensset grunn, TA-2553, som ble erstattet i 2022 [17]. I den nye veilederen for forurensset grunn benyttes ikke lenger additiv effekt for å vurdere konsentrasjoner i jordprøver [16]. Multiconsult og Norconsult har i sine rapporter klassifisert analyserte konsentrasjoner av totale hydrokarboner (THC) ved hjelp av tilstandsklasser for alifater. Dette fordi det ikke er fastsatt tilstandsklasser for THC. Analyser for THC gir generelt betydelig høyere konsentrasjoner enn analyser for alifater, og tilstandsklasser for alifater kan derfor ikke benyttes ved vurdering av THC-konsentrasjoner. Rambøll har kun benyttet tilstandsklasser for alifater til å vurdere alifatkonsentrasjoner, og oljeforurensningen innenfor undersøkelsesområdet er vurdert på bakgrunn av målte alifatkonsentrasjoner. I oversiktskartet i figur 2 er alle prøver klassifisert i henhold til prosedyre i ny veileder.



Figur 2: Oversiktskart som viser prøvepunkter innenfor undersøkelsesområdet (rødt omriss) ved Gassverkstomta i Ålesund med fargekodet i henhold til forurensningsgrad. Hver sirkel representerer et meters intervall i dybden. Innerste ring representerer 0-1 m. Antatt utbredelse av tjære, på basis av avgrensning i Multiconsults rapport er markert med rosa skravur [7].

Spredning av forurensning til resipient ved sig av tjære og løst i vannfase

Multiconsult gjennomførte i 2017 den første innledende risikovurdering for spredning fra gassverkstomta [3]. I rapporten konkluderte Multiconsult med at det foregikk en uakseptabel spredning fra grunnen under veien. For arealene nord for vegbanen konkluderte de med at det ikke forekommer spredning av betydning. Det ble antatt at spredningen i vannfase var liten, men at migrering/spredning av tjære fra vegbanen til resipient ikke kan utelukkes. Norconsult gjennomførte i 2018 en spredningsvurdering [4]. I vurderingen er det både vurdert spredning til Aspevågen i vannfase gjennom grunnvann, samt i sig av tjæren. Norconsult konkluderte med at spredning i vannfase er akseptabel. Dette skyldes i hovedsak fortynningen i Aspevågen, hvor det er beregnet en fortynningsfaktor på 16,8.

Norconsult gjorde en ny vurdering av spredning av sig fra tjæren etter gjennomført saneringstiltak ved tjæretankene i 2018. Det ble vurdert at tjæren som ligger igjen nord for vegbanen ikke utgjøre noen spredningsfare. Transport av tjæra vil i hovedsak skje med tidevannsutvasking (løst i vann) og ved gravitasjon (fri-fase), hvor tjæra følger fjelloverflaten ut i sjøsedimentene. Observasjoner gjort under saneringen av forurensede masser i 2018 og fra borer tyder på at det er en terskel i fjelloverflaten i området, som medfører at det er lite sannsynlig at det vil være spredning av denne tjæra.

Norconsult vurderte at tjæren i hovedsak er øst for brønn BR15, og at tjæren under veibanen vil sige på tette flater via steinfyllingen og til sjøbunnen i Aspevågen. De konkluderte med at forurensningspotensialet fra tjæra var betydelig større enn transport via grunnvann i vannfasen.

Multiconsult gjennomførte en ytterligere spredningsvurdering i 2020 [7]. Multiconsult argumenterer her for at fjerning av tjæra oppstrøms medfører at det er liten sannsynlighet for at gjenværende tjære er i aktiv bevegelse. Dette begrunnes også med at området generelt er flatt og har liten helning i strømningsretningen. De mener derfor at det ikke er behov for tiltak for å redusere spredning av tjæra, og at denne kan vente til det skal gjennomføres videre utbygging i området.

Fra 2017 fram til 2025 har det blitt innhentet stadig mer data som indikerer at spredningen fra Gassverkstomta slik forurensningen ligger i dag er akseptabel. Rambøll vil i påfølgende kapittel gjøre en oppdatert vurdering av spredningen fra Gassverkstomta ved å

- Benytte Miljødirektoratets risikovurderingsverktøy M2171 for å vurdere om gjenværende forurensning på Gassverkstomta utgjør risiko for human helse.
- Vurdere spredning av forurensning i vannfase fra Gassverkstomta til resipient ved bruk av grunnvannsmålinger og beregninger
- Vurdere potensiell spredning av tjære ved gjennomgang historikk, bergoverflate og tjærens fysiske egenskaper.

3. Vurdering av spredning av forurensning

3.1 Risikovurdering av gjenværende forurensning i veibanen med hensyn til human helse basert på Miljødirektoratets beregningsverktøy M-2171

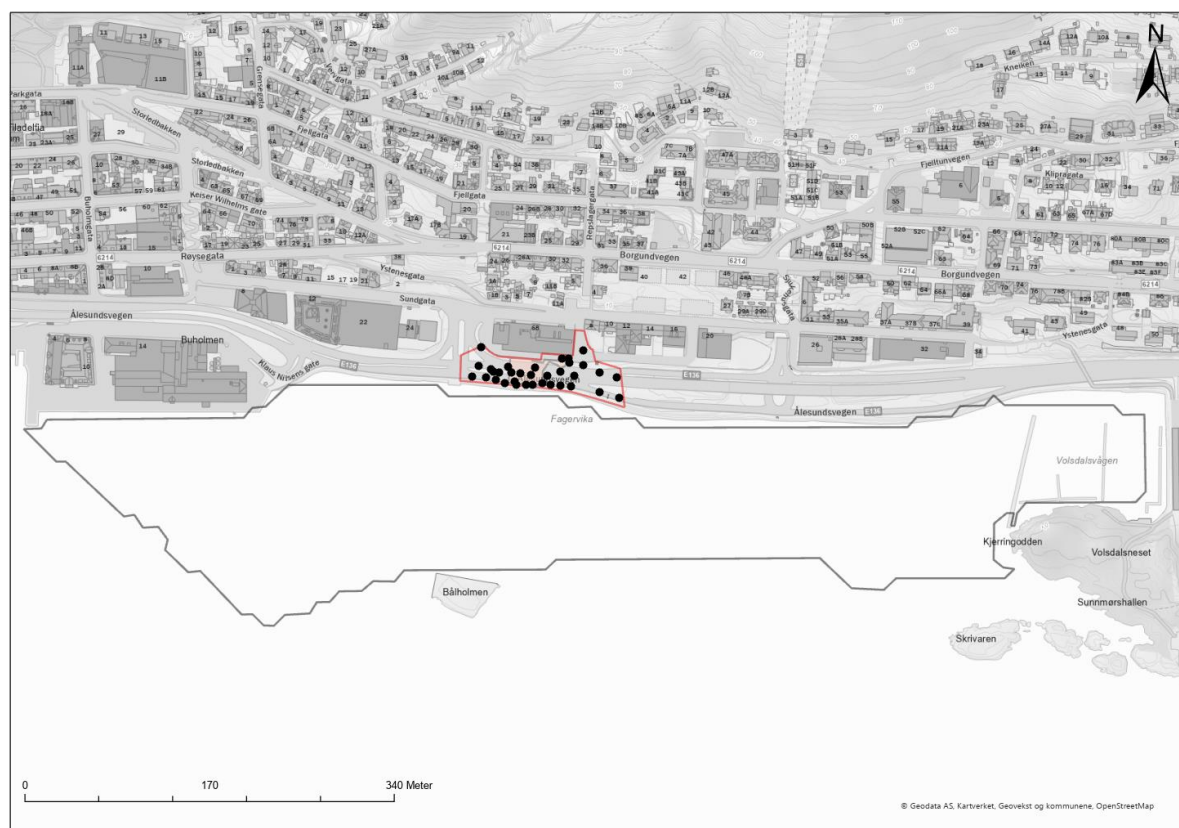
3.1.1 Grunnlag for risikovurdering av human helse

Risikovurdering av påvist grunnforurensning med hensyn på human helse er gjort med Miljødirektoratets beregningsverktøy etter metode beskrevet i Miljødirektoratets veileder [18].

Ved gjennomføring av risikovurderingen benyttes analyseresultater fra prøver tatt av Norconsult, Multiconsult og Rambøll i perioden 2017-2025 [1, 2, 3, 4, 5]. Prøvene fra områder hvor masser ble fjernet under saneringstiltak er tatt ut av datasettet. Totalt er det benyttet analyseresultater fra 83 jordprøver som grunnlagsdata. I Vedlegg 1. er alle inputverdier og analysedata benyttet i vurderingen er gitt i en tabell.

Det er satt følgende forutsetninger for risikovurderingene:

- Kun stoffer som overstiger tilstandsklasse 3 er vurdert, da resterende stoffer er innenfor akseptkriteriene for dagens arealbruk.
- Når konsentrasjonen av et stoff er under analysemetodens deteksjonsgrense, er konsentrasjonen satt lik deteksjonsgrense (dette er gjort for å gjøre en konservativ vurdering).
- Stoffer som ikke har tilstandsklasse, men normverdi, er også tatt med i beregningene.
- Beregningene differensierer ikke mellom toppjord og dypereliggende jord, da alt anses som «ikke tilgjengelig» for menneskelig eksponering, dvs. dypereliggende masser, etter at området er asfaltert.
- Masseegenskaper for grov sand er benyttet i beregningene.
- Det forekommer ikke drikkevannsbrønner eller grønnsaksdyrking innenfor undersøkelsesområdet.
- Det tas høyde for 10% inntak av fisk som beregningsverktøyet forutsetter at oppholder seg hele livet innenfor Voldalsvågen, som utgjør delområde 4 i tiltaksplan for sjø (se figur 3) [1]. Det er tatt høyde for at vannet i delområde 4 skiftes ut en gang i døgnet.
- Risikovurderingen tar kun for seg risiko knyttet til massene i undersøkelsesområdet vist i (arealene markert med rød linje i figur 3). Arealene under bygget i Ystenesgata 6b er ikke en del av denne undersøkelsen. Norconsult har tidligere gjennomført luftmålinger for PAH, cyanid og alifater i bygget i Ystenesgata 6b under tiltaksgjennomføring ved bortgraving av tjæreforurensede løsmasser langs kjellervegg [5]. Konsentrasjonene i luftmålingene i denne perioden, da risiko for mobilisering og avgassing inn i bygg teoretisk sett var størst, oversteg ikke tiltaksgrense for arbeidsatmosfære [5]. Avgassing inn i bygg fra dagens undersøkelsesområde vurderes derfor som ikke aktuell.



Figur 3: Oversiktskart som viser prøvepunkter innenfor undersøkelsesområdet (rødt omriss) ved Gassverkstomta i Ålesund, benyttet i risikovurdering av risiko for menneskers helse med Miljødirektoratets beregningsverktøy M2171. Avgrensning i sjø representerer delområde 4 i Rambølls tiltaksplan for sjø [1].

3.1.2 Resultater av risikovurdering med beregningsverktøy M2171

Det er utført en risikovurdering basert på Miljødirektoratets beregningsverktøy for menneskers helse. Resultatene vises i tabell 2. Beregningene av prosentvis overskridelse av maksimalt tolerabelt daglig inntak (MTDI) og akseptkriterium, vist i tabell 2, indikerer at selv om målte maks konsentrasjoner innenfor undersøkelsesområdet overskrider normverdi for jord for alle risikovurderte stoffer, er helserisiko knyttet til forurensningen i løsmassene innenfor undersøkelsesområdet akseptabel, slik massene ligger i dag. Miljødirektoratet har etter anbefaling fra FHI fjernet verdier for MTDI for alle PAHer i beregningsverktøyet, med unntak av benzo[a]pyren. Beregningsverktøyet kan derfor ikke beregne akseptkriterier for andre PAH-forbindelser enn benzo[a]pyren. Risikovurderingen av benzo[a]pyren-konsentrasjonene i løsmassene viser at stedsspesifikt akseptkriterium ikke overskrides med forutsatt eksponeringsscenario. Målte konsentrasjoner av resterende PAHer overskrider normverdi i mindre grad enn benzo[a]pyren. Dette samt stoffenes kjemiske, fysiske og toksiske egenskaper tilsier at de utgjør en mindre risiko for menneskers helse enn påviste konsentrasjoner av benzo[a]pyren.

At risiko knyttet til grunnforurensningen innenfor undersøkelsesområdet ved Gassverkstomta er akseptabel med hensyn til menneskers helse underbygger tidligere vurderinger gjort av Multiconsult og Norconsult som også argumenterte for at forurensningen var utilgjengelig for menneskelig eksponering og at helserisiko derfor var akseptabel [4, 7].

Det understrekes at denne vurderingen av helserisiko vurderes som gjeldende så lenge massene ligger urørt i grunnen som i dag. Ved framtidige gravearbeider i de forurensede massene innenfor undersøkelsesområdet vil det være knyttet risiko til håndtering av løsmassene. Risiko ved

terrenginngrep i forurenset grunn ivaretas normalt ved utarbeidelse av tiltaksplan i tråd med Forurensningsforskriftens kap. 2 [19]. Ved Gassverkstomta er det knyttet særlig risiko til konsentrasjonene av fri cyanid i massene, og ved framtidige gravearbeider og håndtering av massene i undersøkelsesområdet må det implementeres HMS-prosedyrer som sikrer arbeidere og publikum.

Tabell 2: Resultater av risikovurdering med Miljødirektoratets beregningsverktøy M2171 med hensyn til menneskers helse, basert på jordprøver tatt ved Gassverkstomta i Ålesund i perioden 2017-2025, viser akseptabel risiko for samtlige vurderte stoffer. Overskridelser ville vært vist med positive prosentall.

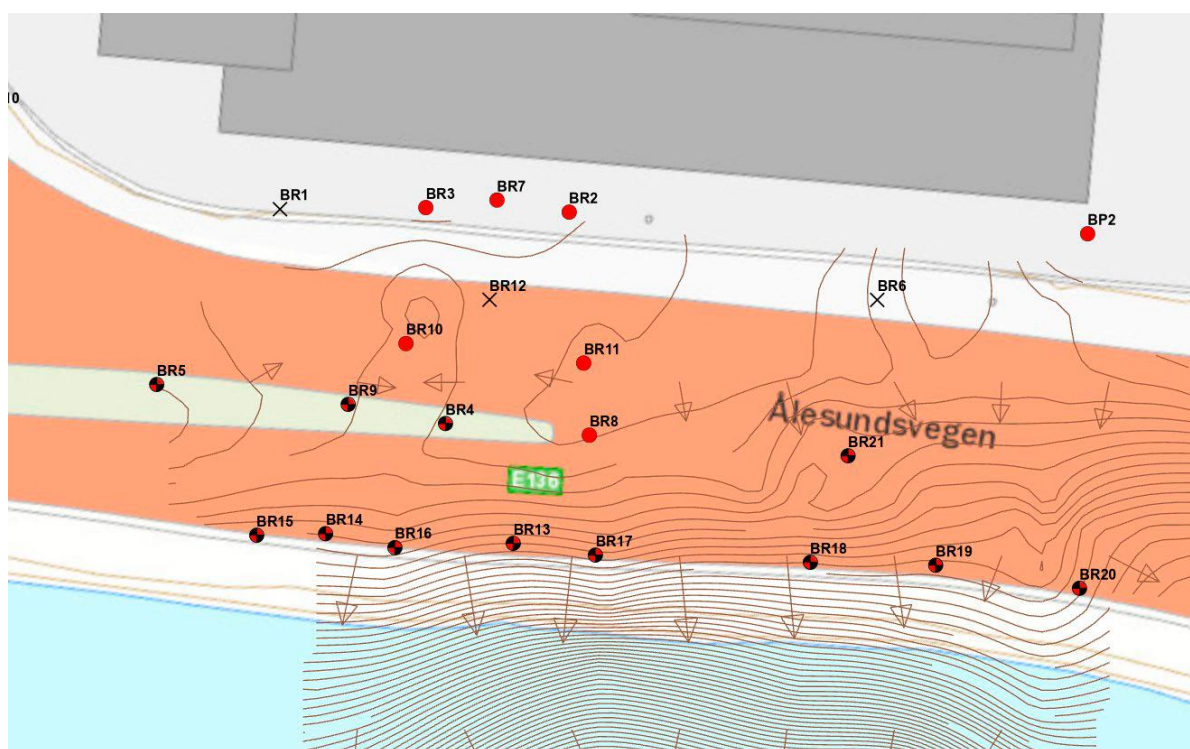
Stoff	Målt jordkonsentrasjon			Norm-verdi jord (mg/kg)	C _{s, max} overskrider normverdi	Alle definerte grenseverdier		Akseptkriterium	Sammenligning av påvist kons. mot akseptkriterium	
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)			Overskridelse MTDI (maks)	Overskridelse MTDI (middel)		Cs, max overskrider akseptkriterium	Cs, middel overskrider akseptkriterium
Arsen	83	27,80	2,80	8	248 %	-100 %	-100 %	511234791,91	-100 %	-100 %
Bly	83	2050,00	85,80	60	3317 %	-100 %	-100 %	43167295	-100 %	-100 %
Sink	83	1180,00	173,95	200	490 %	-100 %	-100 %	23110154512	-100 %	-100 %
Cyanid fri	71	3,10	0,54	1	210 %	-100 %	-100 %	5416443	-100 %	-100 %
Naftalen	73	95,50	2,99	0,8	11838 %	No MTDI	No MTDI			
Fluoren	73	32,90	1,07	0,8	4013 %	No MTDI	No MTDI			
Fluoranten	73	89,60	7,81	1	8860 %	No MTDI	No MTDI			
Pyren	73	67,00	5,92	1	6600 %	No MTDI	No MTDI			
Benzo(a)pyren	83	160,00	5,51	0,1	159900 %	-77 %	-99 %	707	-77 %	-99 %
Benzen	76	0,26	0,02	0,01	2470 %	-100 %	-100 %	459729	-100 %	-100 %
Toluen	76	0,32	0,29	0,3	7 %	-100 %	-100 %	4578280	-100 %	-100 %
Xylen	76	0,88	0,04	0,2	341 %	-100 %	-100 %	5760098	-100 %	-100 %
Alifater > C8-C10	79	30,00	5,83	10	200 %	-100 %	-100 %	121785297	-100 %	-100 %
Alifater >C10-C12	79	290,00	11,43	50	480 %	-100 %	-100 %	103823390	-100 %	-100 %
Alifater >C12-C35	79	3300,00	141,69	100	3200 %	-100 %	-100 %	168188785344	-100 %	-100 %

3.2 Spredning av forurensning i vannfase fra Gassverkstomta til resipient ved bruk av grunnvannsmålinger og beregninger

Grunnvannet nedstrøms for gassverkstomta er analysert i flere omganger siden 2017. Fra 2017 – 2020 gjennomførte Multiconsult og Norconsult prøvetaking av grunnvannet fra brønnene vist i figur 4. Resultatet fra prøvene er vist i tabell 3 til tabell 6. I 2024 ble det etablert nye grunnvannsbrønner på området, siden de gamle brønnene var ødelagt. Det var ikke mulig å ta ut grunnvannsprøver av brønnene. Ny brønnplassering er vist i figur 5. De nye brønnene ble prøvetatt i januar 2025, og resultatene fra undersøkelsen er vist i tabell 7.

Grunnvannsprøvene er tatt i flere omganger og fra ulike brønner, av personell fra Norconsult, Multiconsult. Det er likevel vurdert at sammenligning på tvers av brønner er representativ, siden brønnfilter er installert i samme intervaller (fra berg og opp). Resultatene viser at konsentrasjonen av PAH16 er nedadgående fra 2017 til 2025. Maksimale konsentrasjoner i vannprøvene er sunket fra 610 µg/l i 2018 til 22,8 µg/l i 2024. Prøver fra 2020 viser i tillegg nedadgående konsentrasjoner sammenlignet med prøver fra 2018. Det er altså en gjennomgående trend med avtagende konsentrasjoner av PAH16 i grunnvannet.

Tidligere etablerte grunnvannsbrønner har vist påvirkning av PCB-7 og PAH. Spredning skjer primært som partikkelbundet forurensning, med tidevann som hovedtransportfaktor og lite spredning av frifase [4].



Figur 4. Figuren viser plasseringen av brønner etablert av Multiconsult og Norconsult ved Gassverkstomta, sør for Ystenesgata 6b i Ålesund kommune. Piler indikerer fallretningen på bergoverflaten basert på Geofysiske undersøkelser [20].

Tabell 3. Tabellen er hentet fra rapport 417437-RIGm-RAP-001, og viser analyseresultater av grunnvannsprøver som overstiger PNEC for sjøvann [3]. Prøvene er fra januar og oktober 2017. Alle verdier er vist i µg/l.

ELEMENT	Enhet	BR4_GVA		BR5_GVA		BR9	PNEC sjøvann
		Januar	Oktober	Januar	Oktober	Oktober	
Naftalen	µg/l	561	200	<0.030	0,078	0,258	2,4
Acenaftylen	µg/l	2,71	2,58	<0.010	0,248	3,89	1,3
Acenaften	µg/l	22,7	13	<0.010	0,155	5,34	3,8
Fluoren	µg/l	9,62	6,27	<0.010	0,162	5,74	2,5
Fenantren	µg/l	12,9	9,4	<0.020	0,682	0,378	1,3
Antracen	µg/l	2,04	1,06	<0.010	0,319	1,25	0,11
Fluoranten	µg/l	1,88	2,12	0,016	2,05	6,86	0,12
Pyren	µg/l	1,16	1,15	0,018	1,3	3,1	0,023
Benzo(a)antracen^	µg/l	0,129	0,183	<0.010	0,591	0,388	0,012
Krysen^	µg/l	0,041	0,124	<0.010	0,526	0,241	0,07
Benzo(b)fluoranten^	µg/l	0,04	0,104	<0.010	0,591	0,112	0,03
Benzo(k)fluoranten^	µg/l	0,016	0,035	<0.010	0,296	0,05	0,027
Benzo(a)pyren^	µg/l	0,036	0,082	<0.010	0,586	0,116	0,05
Dibenso(ah)antracen^	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	0,043	<0.010	0,03
Benso(ghi)perylene	µg/l	0,015	0,021	<0.010	0,31	0,037	0,002
Indeno(123cd)pyren^	µg/l	0,013	0,028	<0.010	0,231	0,037	0,002
Sum PAH-16	µg/l	610	240	0,034	8,2	28	
Sum PAH carcinogene^	µg/l	0,28	0,56	n.d.	2,9	0,94	
Cyanid-fri	mg/l	<0.005	0,007	<0.005	<0.005	<0.005	
Cyanid-total	mg/l	<0.005		<0.005			

Tabell 4. Tabellen er hentet fra rapport RIM-01-5176339 [4], og viser resultatet av grunnvannsprøver sammenlignet med tilstandsklasser for kystvann fra veileder M-608. Prøvene er fra juli og august 2018. Alle verdier er vist i µg/l.

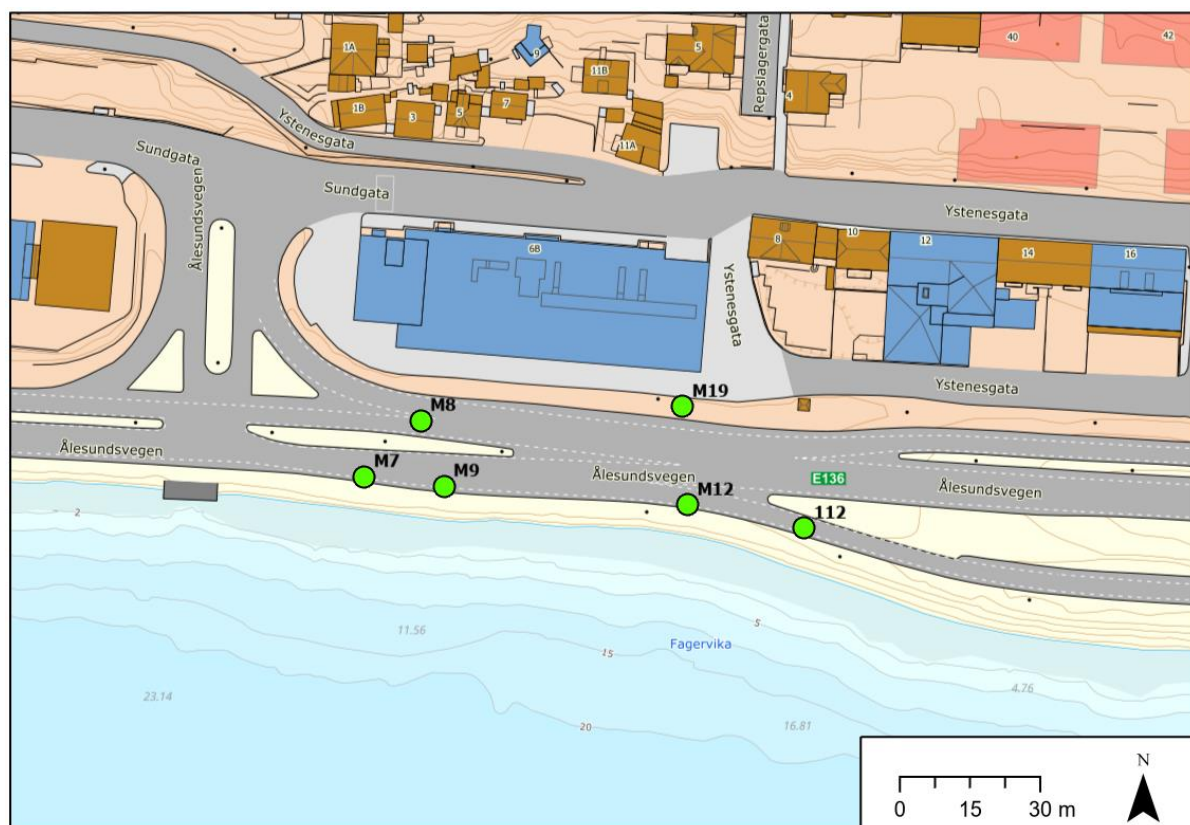
Parameter	Enhet	BR15		BR16		BR17	
		jul-18	aug-18	jul-18	aug-18	jul-18	aug-18
Arsen	µg/l	0,721	1,02	1,36	1,4	3,58	1,73
Kadmium	µg/l	0,104	0,0554	0,0787	0,0531	0,23	0,215
Krom	µg/l	0,115	8,33	0,88	0,154	2,79	9,8
Kobber	µg/l	3,15	3,57	4,84	2,65	25,6	12,3
Kvikksolv	µg/l	0,00275	0,00523	0,019	0,0118	0,117	0,0544
Nikkel	µg/l	11,6	6,01	7	5,08	6,15	4,84
Bly	µg/l	<0.3	<0.3	1,24	0,56	68	25,1
Sink	µg/l	71,8	36	16,3	10,6	98,4	58,9
Naftalen	µg/l	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	0,248	0,068
Acenaftylen	µg/l	<0.010	0,012	0,01	0,029	0,248	0,047
Acenaften	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	0,012	0,129	0,014
Fluoren	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	0,036	0,658	0,093
Fenantren	µg/l	0,041	0,024	0,042	0,242	3,12	0,642
Antracen	µg/l	0,014	<0.010	<0.010	0,059	3,57	0,666
Fluoranten	µg/l	0,082	0,059	0,127	0,459	8,8	2,13
Pyren	µg/l	0,066	0,047	0,069	0,35	6,47	1,74
Benzo(a)antracen	µg/l	0,03	0,02	0,045	0,194	3,77	0,745
Krysen	µg/l	0,029	0,017	0,032	0,166	3,41	0,619
Benzo(b)fluoranten	µg/l	0,036	0,028	0,067	0,277	4,6	1
Benzo(k)fluoranten	µg/l	0,014	<0.010	0,021	0,096	1,79	0,265
Benzo(a)pyren	µg/l	0,028	0,02	0,06	0,248	4,06	0,829
Dibenso(ah)antracen	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	0,032	0,422	0,082
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,02	0,016	0,037	0,183	2,61	0,543
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,018	0,013	0,031	0,178	2,13	0,507
Sum PAH-16	µg/l	0,38	0,26	0,54	2,6	46	10

Tabell 5. Tabellen er hentet fra rapport 10215608-RIGm-RAP-002 [20], og viser resultatet av grunnvannsprøver sammenlignet med tilstandsklasser for kystvann fra veileder M-608. Prøvene er fra januar 2020. Alle verdier er vist i µg/l.

ELEMENT	BR4_2901	BR5_2901	B15_2901	BR17_2901	BR18_2901	BR19_2901	BR20_2901
As (Arsen)	1,64	0,543	0,695	0,702	1,47	0,969	1,42
Cd (Kadmium)	0,0592	0,118	0,0758	0,0231	0,0848	0,0533	0,0379
Cr (Krom)	0,146	0,246	0,109	0,128	0,129	0,092	0,113
Cu (Kopper)	1,35	3,65	1,74	<0.5	<1	1,59	1,06
Hg (Kvikksølv)	0,00762	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Ni (Nikkel)	4,44	43	4,2	0,439	1,24	1,5	2,41
Pb (Bly)	0,0578	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	0,0944	<0,05
Zn (Sink)	2,07	11,2	30,5	<1	7,95	11,6	6,19
Sum PCB-7	0,0018	n.d.	n.d.	0,00078	n.d.	n.d.	n.d.
Naftalen	0,516	0,044	<0,030	8,4	<0,030	<0,030	<0,030
Acenaftylen	0,162	<0,010	<0,010	4,42	0,163	<0,010	<0,010
Acenaften	4,8	<0,010	<0,010	0,864	0,051	<0,010	<0,010
Fluoren	0,251	<0,010	<0,010	2,46	0,014	0,011	<0,010
Fenantren	3,13	<0,020	0,074	3,47	0,102	0,084	<0,020
Antracen	0,528	<0,010	0,029	0,466	0,087	0,055	<0,010
Fluoranten	11,4	0,056	0,186	1,31	0,512	0,319	0,02
Pyren	8,28	0,055	0,149	1,43	0,522	0,301	0,025
Benso(a)antracen^	1,05	0,031	0,068	0,109	0,25	0,129	<0,010
Krysen^	0,798	0,032	0,071	0,091	0,261	0,14	<0,010
Benso(b)fluoranten^	1,29	0,054	0,1	0,081	0,345	0,198	0,013
Benso(k)fluoranten^	0,413	0,02	0,034	0,028	0,124	0,064	<0,010
Benso(a)pyren^	1,09	0,046	0,077	0,064	0,28	0,156	<0,010
Dibenso(ah)antracen^	0,151	<0,010	0,012	<0,010	0,041	0,022	<0,010
Benso(ghi)perylene	0,934	0,054	0,082	0,06	0,257	0,15	0,011
Indeno(123cd)pyren^	0,838	0,045	0,066	0,047	0,235	0,126	<0,010
Benzen	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Hydrokarboner, sum >C5-C35	80,9	n.d.	n.d.	23,7	n.d.	n.d.	n.d.
Cyanid-total	316	7	5	924	<5	<5	<5

Tabell 6. Tabellen er hentet fra rapport 10215608-RIGm-RAP-002 [20], og viser resultatet av grunnvannsprøver sammenlignet med tilstandsklasser for kystvann fra veileder M-608. Prøvene er fra april 2020. Alle verdier er vist i µg/l.

ELEMENT	BR4_1404	BR5_1404	BR15_1404	BR17_1404	BR18_1404	BR19_1404	BR20_1404
Naftalen	0.048	0.039	<0.030	6.16	<0.030	<0.030	<0.030
Acenaftylen	0.186	<0.010	<0.010	2.83	<0.010	<0.010	<0.010
Acenaften	1.78	0.060	<0.010	0.774	<0.010	<0.010	<0.010
Fluoren	0.080	0.010	0.010	3.09	<0.010	<0.010	<0.010
Fenantren	0.572	0.058	0.135	6.24	0.027	0.036	<0.020
Antracen	0.110	0.025	0.042	1.72	0.019	0.026	<0.010
Fluoranten	2.22	0.194	0.362	9.86	0.121	0.166	<0.010
Pyren	1.52	0.176	0.286	11.0	0.132	0.161	0.012
Benso(a)antracen^	0.561	0.084	0.136	3.16	0.051	0.071	<0.010
Krysen^	0.428	0.088	0.138	2.90	0.056	0.084	<0.010
Benso(b)fluoranten^	0.684	0.145	0.188	3.99	0.075	0.115	<0.010
Benso(k)fluoranten^	0.225	0.050	0.068	1.52	0.028	0.040	<0.010
Benso(a)pyren^	0.575	0.120	0.148	3.37	0.062	0.090	<0.010
Dibenso(ah)antracen^	0.395	0.100	0.116	2.16	0.049	0.068	<0.010
Benso(ghi)perylene	0.510	0.130	0.151	2.71	0.065	0.091	<0.010
Indeno(123cd)pyren^	0.077	0.017	0.023	0.499	<0.010	0.014	<0.010
Benzen	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Hydrokarboner, sum >C5-C35	<55	<55	<55	430	<55	<55	<55
Cyanid-total	211	13	<5	1060	8	<5	12



Figur 5. Plassering av miljøbrønnene etablert og prøvetatt 2024/2025.

Tabell 7. Analyseresultat fra grunnvannsprøver utført av Rambøll i 2025 [11]. Resultatene er sammenstilt med tilstandsklasser for kystvann i henhold til M608, før fortynning i resipient. Grenseverdiene i M-608 gjelder for filtrerte prøver, men resultatene under er analysert oppsluttet, og viser sannsynligvis en forhøyet konsentrasjon siden deler av metallene vil være bundet opp til partikler.

Element/navn	Enhet	Å112	ÅM19	ÅM12	ÅM9	ÅM8
Dato		2025-01-03	2025-01-03	2025-01-03	2025-01-03	2025-01-03
As (Arsen)	µg/L	63,8	41,9	33,7	6,3	1,05
Cd (Kadmium)	µg/L	<0.05	0,0738	<0.05	<0.05	<0.05
Cr (Krom)	µg/L	3,37	8,8	26	22,8	18,8
Cu (Kopper)	µg/L	6,37	14,2	19,7	26	20,6
Hg (Kvikksølv)	µg/L	<0.02	<0.02	0,0229	0,529	<0.02
Ni (Nikkel)	µg/L	7,03	21,6	18,6	42,6	49,3
Pb (Bly)	µg/L	2,69	11,9	6,11	14,4	1,99
Zn (Sink)	µg/L	26,7	77,2	44,4	79,2	25,5
Naftalen	µg/L	0,032	0,035	<0.030	<0.060	<0.030
Acenaftylen	µg/L	0,01	<0.010	<0.010	<0.070	2,38
Acenaften	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010	1,65	2,58
Fluoren	µg/L	0,016	0,013	<0.010	8,08	5,88
Fenantren	µg/L	0,05	0,035	0,021	3,18	7,54
Antracen	µg/L	0,012	<0.010	<0.010	0,716	1,05
Fluoranten	µg/L	0,028	<0.010	0,015	1,28	1,7
Pyren	µg/L	0,045	<0.010	<0.010	0,81	1,08
Benso(a)antracen^	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010	0,061	0,135
Krysen^	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010	0,02	0,069
Sum av benso(b+j)fluoranten	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010	0,032	0,117
Benso(k)fluoranten^	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010	0,013	0,045
Benso(a)pyren^	µg/L	<0.0100	<0.0100	<0.0100	0,0383	0,0996
Dibenso(ah)antracen^	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,013
Benso(ghi)perylene	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010	0,025	0,072
Indeno(123cd)pyren^	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010	0,02	0,072
Sum 16 PAH (M1)	µg/L	0,193	0,083	0,036	15,9	22,8

3.2.1 Spredningsvurdering i vannfase

Rambøll har tidligere utarbeidet en grunnvannsmoell for å vurdere spredning og tiltak for å redusere spredning fra gassverkstomta [10]. Modellen viser at det skjer en strømming av grunnvann gjennom Gassverkstomta, fra nord mot sør til havet, tilsvarende ca. 51000 l/dag [10]. Til sammenligning har Norconsult beregnet at utstrømming av grunnvann er ca. 34500 l/dag [4].

Norconsult har i tillegg beregnet utstrømming fra tidevann, tilsvarende 148 800 l/dag [4]. Dette tilsvarer en grunnvannsstrømming og tidevannsutvasking tilsvarende 199800 l/dag. Høyeste målte konsentrasjoner av PAH16 var i 2025 22,8 µg/l. Disse konsentrasjonene er analysert på oppsluttet prøve, og omfatter dermed også partikkelbundet forurensning. Gitt at all PAH16 hadde vært fritt løst i vannfasen, og beveget seg like raskt som grunnvann/tidevann, ville målte konsentrasjoner

gitt en årlig utlekking av PAH16 gjennom grunnvann og utvasking med tidevann tilsvarende 1,2 kg/år. Grunnvannstrømning alene ville stått for 0,3 kg/år.

For beregningene ovenfor er det de høyeste målte konsentrasjonene PAH16 som er registrert benyttet, og det er ikke tatt hensyn til at PAH er sterkt partikkelbundet og dermed beveger seg med betydelig lavere hastighet enn grunnvannet. Beregningen må følgelig betraktes som en «worst case»-beregning. Den reelle spredningen i vannfase vil sannsynligvis være lavere. Passive prøvetakere som tidligere var installert i grunnvannsbrønnene BR15 og BR17 i 2018 viser betydelig lavere konsentrasjoner av PAH16 (henholdsvis 0,021 µg/l og 2,4 µg/l). Disse konsentrasjonene representerer det som er fritt løst i vannfasen og biotilgjengelig [4]. Dersom fritt løst og biotilgjengelig PAH16, målt med passive prøvetakere, benyttes til å anslå årlig utlekking, ville den vært på 0,09 kg/år.

I videre beregninger av spredning til sjø benyttes analysene av Rambølls prøver fra 2025. Analysene er utført på oppsluttede prøver. Beregningene er dermed konservative ved at de forutsetter partikkelbundet forurensning spres som om den var fritt løst i vannfasen, og dermed er betydelig mer mobil enn det som er tilfellet i praksis.

3.2.2 Fortynningsberegning i sjø

Innblandingssone (sone hvor PNEC overskrides) i resipienten basert på konsentrasjoner målt i grunnvann i 2025. Dette er gjort for å kunne vurdere risikoen utlekking av grunnvann kan medføre i resipienten. Analyser av grunnvann viser at konsentrasjoner av PAH kan komme opp i tilstandsklasse 5 når grunnvannskonsentrasjonene sammenliknes med grenseverdier for kystvann i M-608. Tidligere analyser fra grunnvannsbrønner har vist enda høyere konsentrasjoner for enkelte PAH forbindelser, men prøvene tatt i 2018-2020 hadde høyt partikkelinnhold. Tyngre PAH-er i stor grad bundet til partikler, og transporteres derfor i mindre grad med grunnvann. Grunnvannsprøver med høyt partikkelinnhold vil derfor gi et feilaktig bilde ved vurdering av hva som tilføres av PAH-forbindelser via grunnvann til resipient. Disse prøvene er derfor ikke benyttet for vurdering av størrelse på innblandingssoner. Grenseverdier for kystvann i M-608 gjelder først og fremst filtrerte prøver.

Når grunnvann strømmer ut til resipienten, vil det raskt skje fortynning med sjøvann. Resipientkapasitet i Aspevågen vurderes generelt å være god med tanke på størrelse og strømforhold. Det er forholdsvis store tidevannsvariasjon i området som gjør at vannet er kontinuerlig i bevegelse. Strømmålinger utført av Rambøll [15] viste gjennomsnittshastigheter på 3-4 cm/s i vannsøylen. Det foreligger lite informasjon om bakgrunnskonsentrasjoner av stoffer i resipienten, men enkelte vannprøver og målinger med passive prøvetakere gjennomført utenfor gassverkstomta, viser konsentrasjoner under deteksjonsgrense [3].

Størrelsen på innblandingssone er beregnet basert på målte konsentrasjoner i grunnvann i 2025 (se tabell 7). Fortynningsfaktoren (F, antall ganger) som kreves for at konsentrasjonen i grunnvannet ikke skal forårsake at miljøgiftkonsentrasjonen i sjøvannet overstiger PNEC, kan beregnes med følgende formel [21] :

$$F = \frac{C_{\text{utslipp}} - EQS}{EQS - C_{\text{resipient}}} \quad (1)$$

Hvor F er fortynningsfaktoren
 C_{utslipp} er konsentrasjonen i grunnvannet som transporteres til sjø
 EQS er grenseverdi for god tilstand (PNEC)

$C_{\text{resipient}}$ er konsentrasjon i resipienten fra før (bakgrunnsnivå), antatt øvre grense for klasse I i beregning

Tabell 8 viser fortynningsbehov for ulike stoffer for å oppnå konsentrasjon $< PNEC$ i resipienten. Av metaller er fortynningsbehov høyest for arsen; det kreves 64-140 gangers fortynning før konsentrasjon er under $PNEC$ i resipienten. Fortynningsfaktor mellom grunnvann og sjøvann er tidligere beregnet til 402 innenfor 1 meter avstand til strandsone [9]. Dette betyr at for metaller kan det kun forventes overskridelser av $PNEC$ maksimalt ved 1 meters avstand fra strandsone. For enkelte PAH forbindelser er fortynningsbehovet større. For benzo[a]pyren kreves det 202-603 gangers fortynning for å nå $PNEC$ i resipienten. Ved 2 meters avstand fra strandsonen vil grunnvannet være fortynnet over 800 ganger (beregnet med lignende metode som i [9], med avstand på fortynningsbassenget ut fra land, $a = 2$), og konsentrasjon av alle PAH-forbindelser i sjøvann vil da være under $PNEC$. Disse grove beregninger viser at maksimale størrelse på innblandingssone for forurenset grunnvann er 1-2 m. Størrelsen på innblandingssone er liten og akseptable i forhold til resipientens størrelse. Utlekking av forurenset grunnvann vil ikke medføre forhøyede konsentrasjoner utenfor innblandingssone.

Basert på at beregningene er utført med utgangspunkt i resultater fra oppsluttede grunnvannsprøver, tar de også høyde for spredning av PAH fra land, bundet i partikler. Beregningene viser at det ikke vil være fare for spredning av partikkelbundet PAH16, som beskrevet av Rambøll i 2023 [10].

Tabell 8. Målte konsentrasjoner i grunnvann (Rambøll, 2025, [11]), $PNEC$ for sjøvann iht. M-608, samt beregnet fortynningsbehov (antall ganger) for ulike stoffer iht. formel (1). Det er antatt at bakgrunnsnivå i resipienten ligger på øvre grense for klasse I iht. M-608.

	Konsentrasjon i grunnvann ($\mu\text{g/l}$) (Rambøll, 2025)		$PNEC$ iht. M-608 ($\mu\text{g/l}$)	Antall fortynning (antall ganger) som kreves for	
	Snitt	Maks		Snitt	Maks
As (Arsen)	29,35	63,80	0,6	64	140
Cd (Kadmium)	0,05	0,07	0,2	-1	-1
Cr (Krom)	15,95	26,00	3,4	4	7
Cu (Kopper)	17,37	26,00	2,6	6	10
Hg (Kvikksølv)	0,12	0,53	0,047	2	10
Ni (Nikkel)	27,83	49,30	8,6	2	5
Pb (Bly)	7,42	14,40	1,3	5	10
Zn (Sink)	50,60	79,20	3,4	25	40
Naftalen	0,037	0,06	2	-1	-1
Acenaftylen	0,496	2,38	1,28	-1	1
Acenaften	0,852	2,58	3,8	-1	0
Fluoren	2,800	8,08	1,5	1	4
Fenantren	2,165	7,54	0,5	3	14
Antracen	0,360	1,05	0,1	3	10
Fluoranten	0,607	1,7	0,0063	100	282
Pyren	0,391	1,08	0,023	16	46
Benso(a)antracen^	0,045	0,135	0,012	3	10
Krysen^	0,024	0,069	0,07	-1	0
Benso(k)fluoranten^	0,018	0,045	0,017	0	2
Benso(a)pyren^	0,034	0,0996	0,00017	202	603
Dibenso(ah)antracen^	0,011	0,013	0,0006	17	21
Benso(ghi)perylene	0,025	0,072	0,00082	30	88
Indeno(123cd)pyren^	0,024	0,072	0,002700	8	26
Sum of 16 PAH (M1)	7,802	22,8	NA	NA	NA

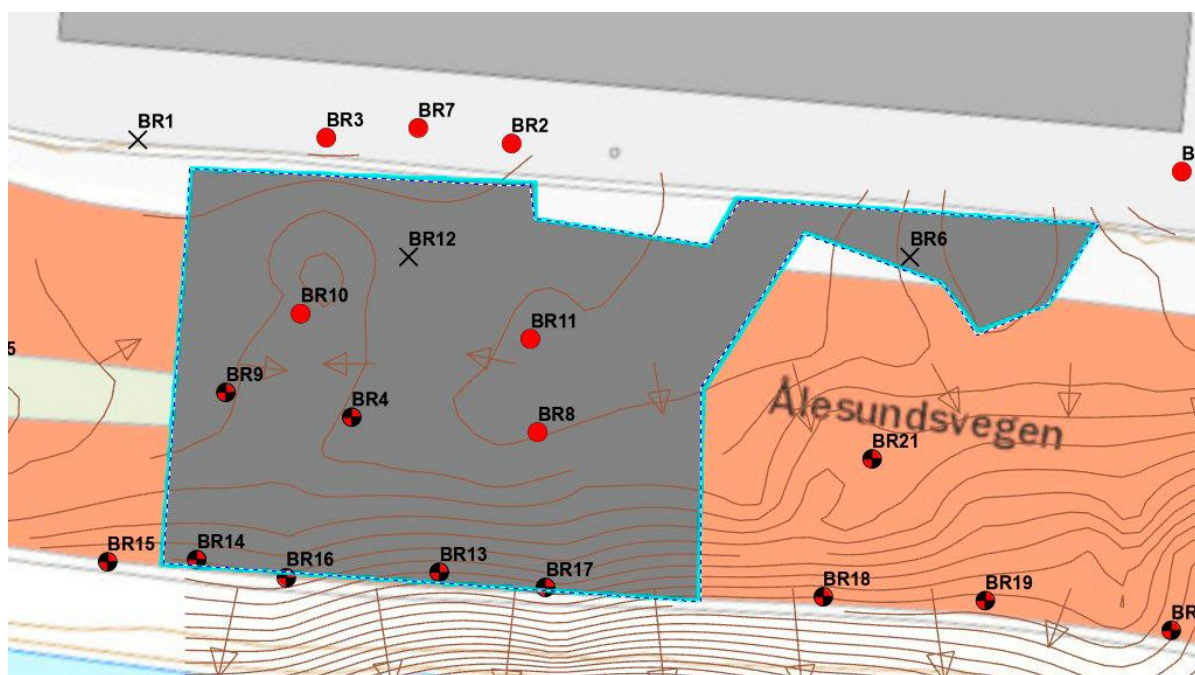
3.3 Spredning av tjære (DNAPL)

3.3.1 Avgrensning av tjære

Norconsult gjorde i 2018 en innledende avgrensning av tjæren [4]. De estimerte at det lå 36 m^3 tjære igjen under veibanen. Nord for veibanen ble deler av tjæren og de forurensende massene fjernet, men grunnet utfordringer ble tjæren ikke fullstendig fjernet fra de østlige delene [5]. Det er estimert at det ligger igjen 26 m^3 tjære i dette området [4]. Norconsult skriver at det i forbindelse med oppføring av bygg i 1966 ble kjørt bort ca. 10 m^3 tjære, og at det ble sprengt ned til en dybde på ca. 1,3 til 3,5 m for å gi plass til kjeller. Det er ikke kjent om hvorvidt det ligger tjære igjen under bygget.

Multiconsult gjorde i 2020 supplerende undersøkelser, og avgrenset utbredelsen av tjæra under veibanen [7]. Avgrensning er vist i figur 6 med blågrønt polygon, og arealet av tjæra er redusert til 780 m^2 . Dette tilsvarer, med samme forutsetninger som Norconsult benyttet, gjenværende volum av tjæra på 23 m^3 under veibanen.

Basert på supplerende undersøkelser gjennomført av Rambøll i 2024 er det ikke sett behov for å revidere det estimerte volumet av tjære beregnet av Multiconsult.



Figur 6. Gjennliggende tjære er avgrenset til innenfor den blågrønne linjen , stort sett under veibanen [7].

3.3.2 Vurdering av fjelloverflater

Tjæreforbindelsene har høyere tetthet enn vann, og transport av tjæren vil følgelig være et sig på fjelloverflaten. For å visualisere og kartlegge spredningsveier, er det utarbeidet en LeapFrog-modell over tiltaksområdet. Modellen er utarbeidet basert på boringen som er gjort og geofysiske målinger utført av GeoPhysix [7].

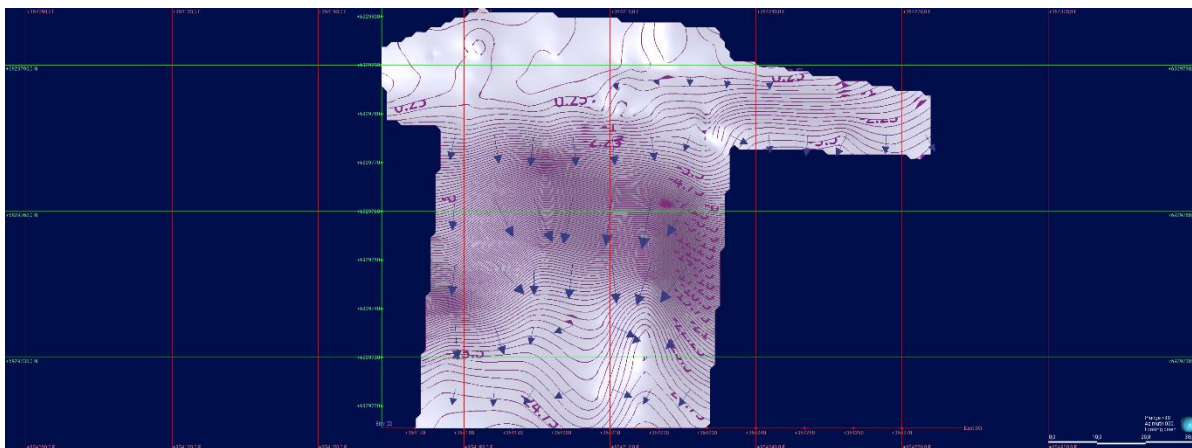
Som fjellmodellen i Leapfrog viser, går det to tydelige forsenkninger i fjellet fra Gassverkstomta og ut i sjøen. Forsenkningene er vist på figur 8 og figur 9, med henholdsvis «strømningspiler» og fargekoder. Basert på de relative konsentrasjonene som er vist i figur 10, er det tydelig at de høyeste konsentrasjonene av Sum PAH(16) er påvist like nedenfor disse forsenkningene. Dette samsvarer godt med antatt transport/bevegelse av tjæra, som vil følge den impermeable

fjelloverflaten. Det er spesielt nedenfor den vestre forsenkningen at det er påvist høye konsentrasjoner, noe som samsvarer bra med de kartlagte forurensende massene og gjenværende tjære som er påvist på land (figur 10 og figur 6).

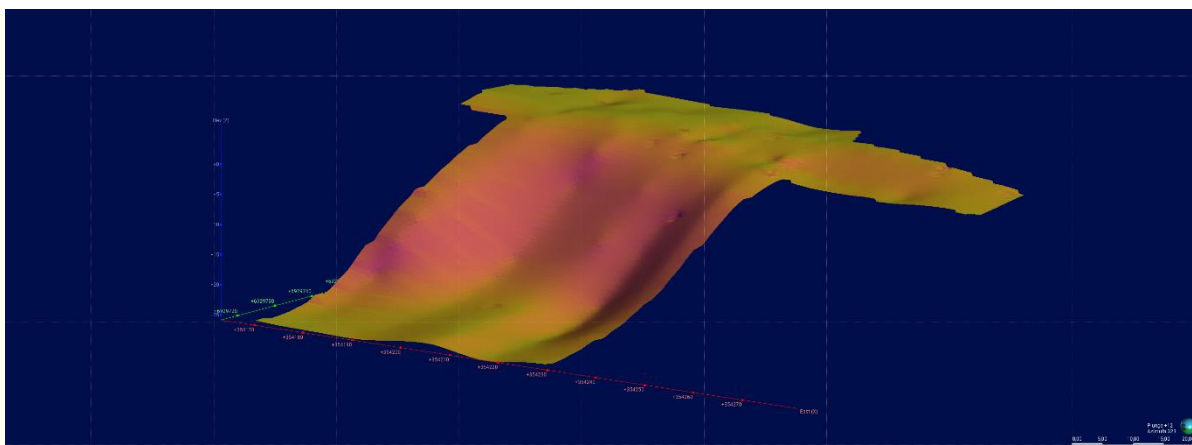
Resultater for konsentrasjoner av PAH(16) i sedimenter og på land er vist i figur 10 som grønne punkter. De relative konsentrasjonene i de forskjellige prøvepunktene er vist, hvor størrelse på det grønne punktet tilsvarer den påviste konsentrasjonen. Stort grønt punkt viser at det er påvist en høy konsentrasjon av sum PAH(16), mens et lite punkt viser at det er påvist en lavere konsentrasjon, relativt til de øvrige punktene.



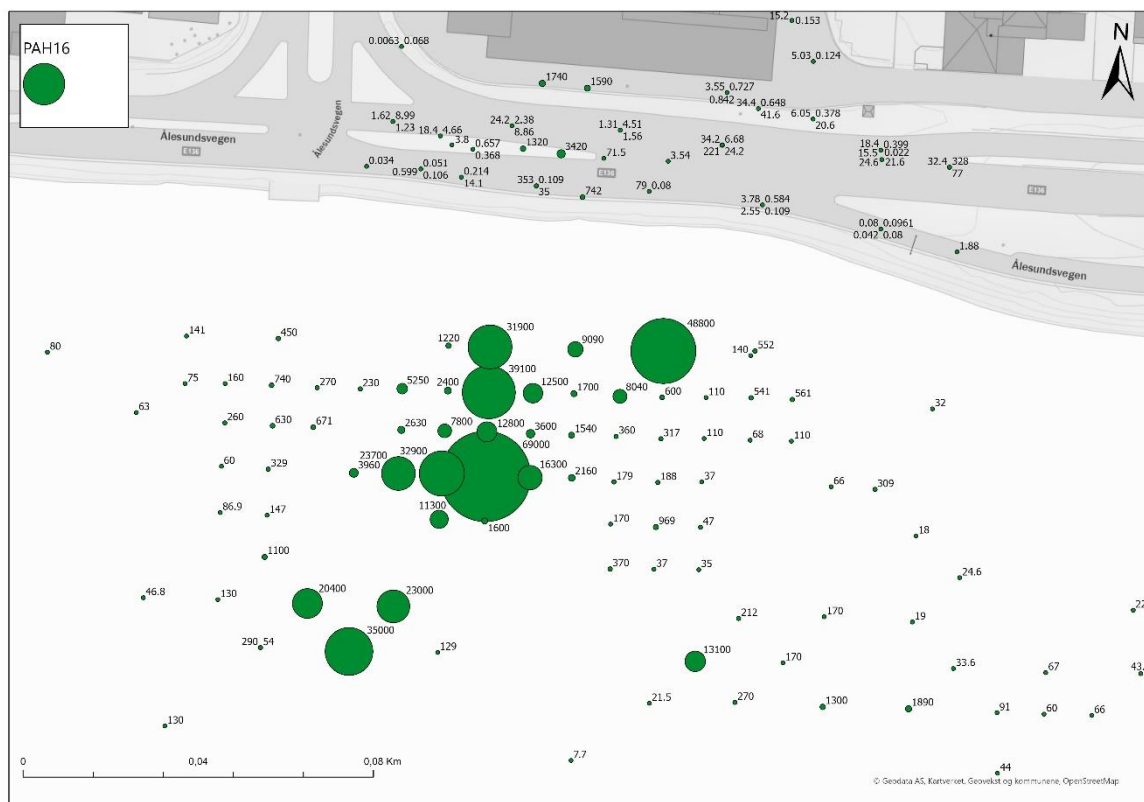
Figur 7. Lille firkant viser utstrekningen av LeapFrog-modellen som er vist i figur 8 og figur 9.



Figur 8. Strømningsretning for eventuell Tjære basert modellert fjelloverflate. Strømningsretningen er vist med blå piler, og viser retningen eventuell tjære vil ta.



Figur 9. Fjelloverflaten vises med to tydelige forsenkninger. Det er i nedkanten av den vestre forsenkningen at de høyeste konsentrasjonene av PAH er påvist.



Figur 10. Konsentrasjoner av SUM PAH16 i prøvepunkter på land og fra bunnsediment. Konsentrasjoner i prøvepunktene er oppgitt i mg/kg.

3.3.3 Spredningsvurdering tjære

Norconsults spredningsvurdering utført i 2018 konkluderte med at det var større risiko og usikkerhet forbundet med spredning av frifase tjære enn spredning i vannfase [4]. Tjæren som ligger igjen nordøst for veibanen ble vurdert som stabil med lite forurensingspotensiale. Multiconsult gjennomførte supplerende undersøkelser i 2020, og konkluderte da med at tjæra som ligger igjen under veibanen ikke lenger utgjør noen spredningsfare. Dette begrunnes med at siden oppstrøms tjære nord for veibanen er fjernet, vil det være et redusert trykk inn mot tjæren under veien, og

følgelig mindre fare for spredning. Rambøll vurderte videre i 2022 at de tyngre tjæreforbindelsene antas å ikke være i vesentlig bevegelse [1].

Tjære kan få økt viskositet med tiden, siden de lettere og mer volatile forbindelser transporteres vekk eller evaporerer. Dette medfører at de mer tyngre komponentene utgjør en større del av tjæra, og følgelig at viskositeten øker. Økt viskositet vil medføre mindre transport [22].

Kapillærkreftene i fyllmasser vil sannsynligvis være lavere enn i mer finkornede sedimenter som leire og sand. Kapillærkreftene «binder» opp tjæren, og forhindrer transport. Siden fyllmassene i hovedsak består av større stein og fyllmasser, vil innholdet av finpartikler være mindre, og følgelig mindre kapillære krefter. Dette vil medføre at transporten av tjæren sannsynligvis har vært relativt høy i starten, og avtatt med tiden.

Flere av brønnene har vært tørre under feltarbeidet, slik at det ikke var mulig å få ut tilstrekkelig grunnvann til analysen. Dette indikerer at det er lite grunnvannsstrømning i området, noe som under normale forhold vil føre til lite utvasking og mobilisering av tjæra. Tidevann som kommer i kontakt med tjæra, kan bidra til økt utvasking.

Overslagsberegninger av transporttiden for tjæren utført med Darcy's lov [23] er vist i tabell 9. Transporthastigheten varierer stort avhengig av viskositet og hydraulisk, fra tilnærmet 0 til 8 m/år. Området består av mye fyllmasser, som vil ha høy hydraulisk konduktivitet, hvilket vil medføre en transporthastighet på 1 m/år. Beregningen er svært usikker, men viser at den mobile delen av tjæren høyst sannsynlig vil være transporter til fjorden.

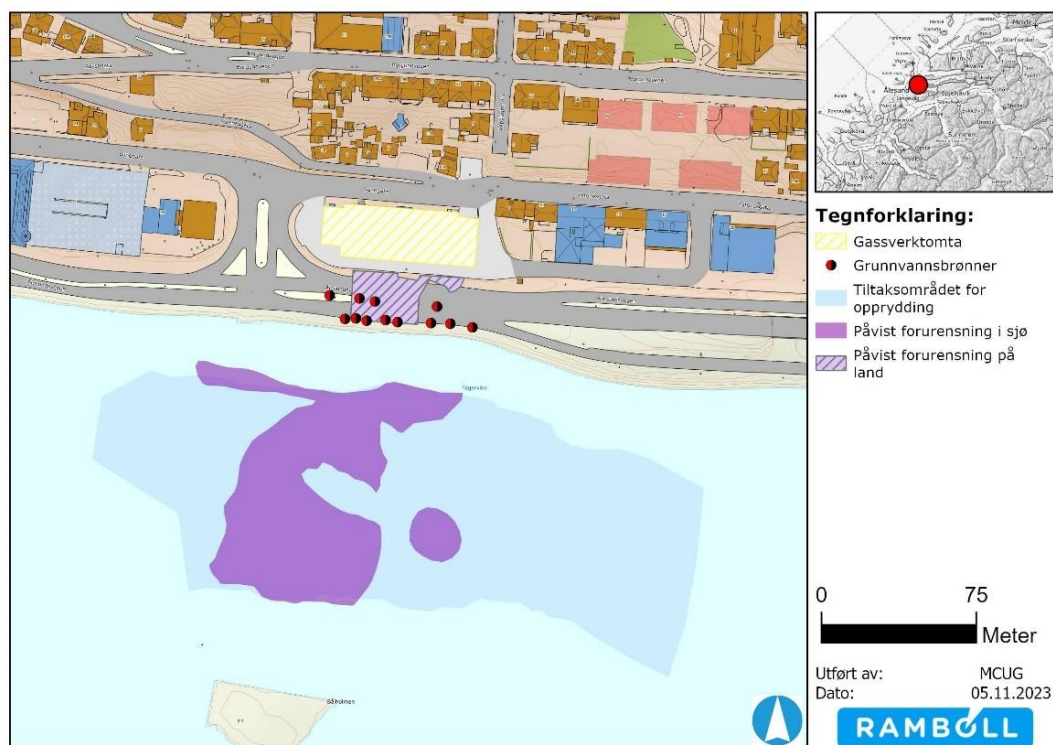
Tabell 9. Transporthastighet for tjæren med forskjellige verdier for viskositet og hydraulisk konduktivitet.

Jordtype	Viskositet μ [Pa·s]	DNAPL-hastighet [m/år]
Grov grus	10	7.9 m/år
Grov grus	100	0.79 m/år
Leire	10	0.0079 mm/år
Leire	100	0.00079 mm/år

Figur 10 viser konsentrasjon av PAH16 registrert i sedimentene på sjøbunnen og i jordprøver på land. Størrelsen på punktet viser til de målte konsentrasjonene, hvor større sirkel viser til høyere konsentrasjon av PAH16. Som det framgår av resultatene er det betydelig høyere konsentrasjoner av PAH16 i sjøbunnsedimentene sammenlignet med massene på land. Det er maksimalt målt 69 000 $\mu\text{g/kg}$ PAH16 i sjøbunnsedimentene, mens det høyeste registrerte på land er 3 430 $\mu\text{g/kg}$. Det er videre målt over 1 000 $\mu\text{g/kg}$ i kun fire punkter på land, hvor tilstøtende punkter har betydelig lavere konsentrasjoner (fra 0,01 – 800 $\mu\text{g/kg}$). De høyeste registrerte verdiene på land er påvist i lavpunktet på fjelloverflaten, og viser at forurensningen og spredning av denne i stor grad er konsentrert til denne forsenkningen i fjellet. Rambøll har estimert at gjenværende tjæra på land utgjør ca. 3% av tjæren på sjøbunnen. Denne beregningen tar utgangspunkt i samme formel som Norconsult benyttet for å beregne gjenværende tjære på land og forutsetter at utstrekningen av tjæreforurensning på sjøbunnen omfatter tiltaksområdet for mudring (7 670 m^2) med en mektighet på 30 cm og porevolum i sediment på 0,3. Samlet vurdering av tjæren på land er at denne er lite mobil og følgelig har liten risiko for rekontaminering av resipienten. Mediankonsentrasjonen av sum PAH16 er ca. 20 ganger høyere i sjøsedimenter enn på land.

Rambøll vurderer i likhet med Multiconsult at det er liten risiko for spredning av den gjenværende frifase tjæren under veibanen. Dette begrunnes i hovedsak med at (1) tjæren nord for veibanen er fjernet, og reduserer dermed tilførselen og trykket inn mot gjenværende tjære, (2) gassverket

avviklet driften for over 60 år siden, og med estimert transporthastighet for tjæren tyder det på at den mobile delen av tjæren høyst sannsynlig allerede vil være transportert fra land og ut i fjorden, noe som vises igjen i de relative konsentrasjonene av påvist PAH16 på land og i sjø, (3) påviste konsentrasjoner av PAH16 i grunnvann og jordprøver er lavere i prøver tatt i 2025 enn i 2017. Dette kan være en indikasjon på at forurensningskonsentrasjonen er avtagende, og at opprydningen som Norconsult gjennomførte i 2018 hadde en positiv effekt. Datagrunnlaget er likevel for lite til å kunne utelukke andre årsaker til forskjellene i målte konsentrasjoner.



Figur 11. Påvist forurensning i sjø og på land. Figuren viser også utstrekningen av tiltaksområdet for opprydningen samt grunnvannsbrønner slik de er plassert av Multiconsult og Norconsult.

4. Vurdering av tiltaksalternativer

4.1 Bortgraving av forurensede masser

Rambøll Norge AS har utarbeidet et kostnadsoverslag for bortgraving og deponering av forurensende masser på land. Bortgraving av massene ble først vurdert av Norconsult i 2018 [4], hvor Norconsult vurderte det som en lite egnet løsning grunnet blant annet kostnad, teknisk svært vanskelige arbeidsforhold (graving under havnivå) og utfordrende/fordyrende HMS-tiltak i forbindelse med arbeidet. Norconsult vurderte at bortgraving måtte sees i sammenheng med eventuelle framtidige utbedringer av E136, hvilket både Multiconsult [7] og Rambøll [10] også anbefalte.

Rambøll beskrev i 2023 den tekniske gjennomføring av tiltaket [10], og vurderte i 2025 entreprisekostnad for opprydning ca. 103 millioner (se Vedlegg 2). Løsningen er ansatt som den mest sikre med hensyn på å utelukke all usikkerhet knyttet til videre spredning forurensningen under veibanen, men vil være svært dyr, samt teknisk utfordrende å gjennomføre. Løsningen vil heller ikke påvirke spredning fra løsmasser under eksisterende bygningsmasse i Ystenesgata 6b eller fra forurensning som ev. befinner seg under havnivå i fyllingsfoten.

4.2 Innkapsling av forurensning med spunt/betong

Hydrogeologer ved Norconsult foreslo løsningen med innkapsling av forurensningen i 2018, og anså tiltaket som den mest egnede løsningen [4]. Rambøll gjennomførte i 2023 en hydrogeologisk og geoteknisk vurdering av løsningen, hvor den praktiske gjennomførbarheten samt kostnadene ble vurdert [10]. På grunn av usikkerhet med gjennomføring, tekniske utføringen og risiko for at løsningen ikke ville fungere som ønsket, ble løsningen vurdert som lite egnet. På grunn av en kost-/nyttelvurdering, samt stor usikkerhet i løsningens funksjonalitet, ble det anbefalt å ikke gå videre med denne løsningen.

Rambøll vurderer at denne løsningen ikke er praktisk gjennomførbar grunnet de stedlige forholdene, og at effekten av løsningen vil være usikker. Det er spesielt usikkerhet vedrørende helningsavvik og feste, slik at det vil være vanskelig å få konstruksjonen tett i overgangen mellom fjell og sediment, samt at det vil bli en oppstuvning av vann på innsiden. Løsningen vil i tillegg kreve overvåkning i framtiden for å påse at løsningen fungerer som ønsket.

4.3 Plastring av steinfylling med filtermedium og duk

Filterduk ble først foreslått av Norconsult i 2018, og ble vurdert som et egnet tiltak. Norconsult vurderte at tiltaket ville stanse spredningen av tjæreforbindelser, og bremse utlekkingen i vannfase. Rambøll vurderte tiltaket ytterligere i 2023 med bruk av en grunnvannsmodell, og konkluderte i likhet med Norconsult med at tiltaket vil være egnet for å begrense spredning i vannfase. Basert på grunnvannsmodellen som er utarbeidet vurderer Rambøll videre at filterløsningen ikke vil fungere for å forhindre spredning av fri fase tjære, og at filterløsningen vil ha en begrenset levetid, da filtermediet over tid vil mettes av forurensningen. Filteret må følgelig skiftes ut en eller flere ganger for å opprettholde renseeffekten.

Rambøll vurderte tiltaket som den mest egnet løsningen, men mener likevel at det er en stor usikkerhet i funksjonen til tiltaket. Norconsult vurderte at tiltaket har en kostnadsramme på 8 millioner kroner [4]. Rambøll anslo i tiltaksplanen fra 2022 at prisstigning hadde medført en økning på kostnadsrammen til 9,2 millioner kroner på det daværende tidspunkt [24].

4.4 Ikke gjennomføre tiltak på land før saneringsarbeider i sjø

Utførte vurderinger viser at den absolutt største andelen av den totale forurensningen som stammer fra gassverket i dag er i sedimentene på sjøbunnen. Det er estimert at gjenværende tjære på land

utgjør ca. 3 % av tjæren på sjøbunnen, og samlet vurdering av tjæren på land er at denne er lite mobil og følgelig har liten risiko for rekontaminering av fjorden. Mediankonsentrasjonen av Sum PAH16 i tjæremasser er ca. 20 ganger høyere i sedimenter enn på land.

Spredningsvurdering som er gjennomført av Rambøll konkluderer med at den gjenværende tjæren sannsynligvis er lite mobil, og at det er liten spredningsfare (se avsnitt 3.3). Dette støttes også av Multiconsults vurdering tilbake i 2020 [7]. Videre viser utførte beregninger av Rambøll i 2025 at spredning i vannfasen er akseptabel (se avsnitt 3.1), noe som også Multiconsult konkluderte med i 2020 [6]. Vurdering av spredningsreduserende tiltak i form av fysiske barrierer er vurdert som usikre og praktisk svært utfordrende å få gjennomført. Bortgraving av forurensningen har en kostnadsramme på 103 millioner kroner, og vil medføre store trafikale utfordringer.

Når vurderingen er at det er liten risiko for uakseptabel spredning fra den gjenværende forurensningen på land – både via vannfase- og frifasestrømning av tjæren, tilsier en kostnyttevurdering at miljøgevinsten ved bortgraving av forurensende masser ikke rettferdiggjør kostnaden på 103 millioner og de samfunnsmessige ulempene oppryddingstiltaket vil medføre. Rambøll anbefaler derfor at forurensningen blir liggende, uten at det gjennomføres særskilte saneringstiltak på land, og at grunnforurensningen følges opp etter gjeldende regelverk i forurensningsforskriften ved framtidige gravearbeider i veibanen.

At det anbefales å la forurensningen bli liggende, forutsetter at det utføres detaljert overvåkning for å validere spredningsvurderingen som er gjennomført, og at det ved utbedring på vei gjøres en ny vurdering av behov for avbøtende tiltak basert på resultatene fra overvåkningen.

4.4.1 Prinsipper for overvåkningsprogram

Vurderingene som er gjort viser at det er liten risiko for at spredning av tjære og tjæreforbindelser fra gassverkstomta vil påvirke resipienten, slik at de fastsatte miljømålene i Aspevågen ikke oppnås. Det er følgelig vurdert at det ikke er behov for avbøtende tiltak for å redusere spredning fra land til resipienten. Vurderingen er gjennomført basert på målinger i felt, modellering av grunnvann og teoretiske vurderinger. Det vil alltid være usikkerheter ved slike vurderinger, og det er derfor foreslått at det gjennomføres overvåkning av spredningen i minimum 5 år, for å validere de vurderingene som er gjort. Ved å gjennomføre overvåkning kan det ved den framtidige utbedringen av veien gjøres en ny vurdering om hvorvidt forurensningen må fjernes eller ikke.

Det er lagt opp til overvåkning av både grunnvann og sjøvann med passive prøvetakere og kjemiske analyser, analyser av sedimenter, samt visuell inspeksjon av fyllingsfoten hvor eventuelle tjæreforbindelser vil transporteres ut.

Overvåkningsprogrammet innebærer årlig prøvetaking av to runder fra fire brønner, seks sedimentprøver og 4 passive prøvetakere. Inkludert rapportering har prøvetakingen en estimert kostnad på 410 000 NOK per år. Det må i tillegg gjennomføres visuell inspeksjon av fyllingsfoten med ROV-drone eller dykker. Dette har en estimert kostnad på 100 000 NOK, og gjøres annethvert år. Flere av overvåkningspunktene er beskrevet som et krav tidligere i forbindelse med utførelse av tiltakene i sjø [1] [11], og er følgelig en kostnadspost uavhengig av hva hvilke tiltak som gjennomføres på land. Overvåkningsprogrammet utarbeides i detalj når endelig løsning er bestemt, og vil ta utgangspunkt i tidligere utarbeidet overvåkningsprogram beskrevet i tiltaksplan for sjø [1].

Fjelloverflaten er godt kartlagt, og det er utarbeidet en LeapFrog-modell som viser to fordypninger i fjellet. Påviste konsentrasjoner av PAH16 i sedimentene nedstrøms disse viser et tydelig spredningsmønster, hvor tjæreforbindelsene følger fordypningene. Overvåkning av sedimenter må

følgelig fokuseres på områdene nedstrøms disse forsenkningene, og visuell inspeksjon skal gjøres i disse områdene.

4.4.2 Usikkerheter ved å gjøre tiltak i sjø uten å først gjøre tiltak på land

Ved opprydning av forurenset sediment er det normal prosedyre å først lukke kjente landbaserte kilder til forurensning i sedimentene, f.eks. kjente grunnforurensningslokaliteter. Dette gjøres for å sikre at kilden på land ikke skal kunne reversere tiltaket som gjøres i sjø ved at sedimentene rekontamineres og tilbakeføres til uakseptabel tilstand. Spredningsberegningene utført i denne rapporten tilsier at dette ikke vil skje under normaltilstand der forurensningen blir liggende urørt.

Ev. graving i løsmassene vil normalt medføre en mobilisering av forurensningen i løsmassene og gjøre disse mer tilgjengelig for spredning til resipient. For å unngå spredning av forurensning ved utgraving av forurensede lokaliteter nær resipient finnes det ulike tekniske løsninger som kan benyttes for å sikre at det ikke skal forekomme uakseptabel spredning som følge av saneringstiltaket. Ved framtidig graving ved E136 og Gassverkstomta, vil aktuelle tiltak kunne være etablering av enkel eller dobbel siltgardin/boble garden i sjø, etablering av filtermedium/filterduk i gravegrop og tilpasning av gravetidspunkt etter tidevann, slik at man i størst mulig grad kan grave tørt, være mulige sikringstiltak for å unngå at det forekommer uakseptabel spredning til vannmasser og sedimenter i resipient under graving.

Spredningsvurderingene indikerer at det ikke lenger er betydelige mengder tjære i bevegelse fra land til sjø. Dersom overvåkingen etter saneringen i sjø likevel avdekker at noe tjære fortsatt siger ut ved fyllingsfoten ved Gassverkstomta, vil det være aktuelt å gjennomføre begrensede supplerende saneringstiltak innenfor mindre arealer nærmest fyllingsfoten. Når det er hensiktsmessig å gjennomføres supplerende tiltak, vil avhenge av hastighet på ev. tilsig av tjære. Opprydningstiltak av sjøbunn setter økosystemet tilbake innenfor de arealene som berøres av f.eks. mudring og tildekking. Et eventuelt supplerende opprydningstiltak vil sannsynligvis kun påvirke et mindre areal nærmest fyllingsfoten, og en rekolonisering av et slikt areal forventes å gå raskt. Når det tas inn i vurderingen at tiltaksområdet for mudring i sjø utenfor Gassverkstomta i dag er uten liv, vurderes en kortvarig forstyrrelse innenfor et begrenset areal som akseptabel i en kost-nyttessammenheng, sammenliknet med prisen det koster for å fjerne all risiko for at tjære siger ut.

5. Oppsummering og konklusjon

Det er siden 2017 gjennomført flere grunnundersøkelser og vurderinger av spredning fra Gassverkstomta, hvilket har resultert i en stor mengde data, rapporter og vurderinger. Vurderingen som er gjort i denne rapporten bygger i stor grad på de studiene som er gjennomført tidligere, hvor det er forsøkt å sammenstille samtlige relevante rapporter og grunnlagsdata, og på bakgrunn av dette en gjøre en helhetligvurdering og anbefaling om videre arbeid og behov for tiltak.

Norconsult var først ute med å foreslå at fjerning av forurensningen skulle avventes med, og at den måtte sees i sammenheng med framtidig utbedringer av veien [4]. Norconsult vurderte flere ulike tiltak for å redusere spredningen av tjære og tjæreforbindelser, og landet på innkapsling av forurensningen med spunt/betong som den mest hensiktsmessige løsningen. Denne løsningen ville begrense spredning av tjæreforbindelser i vannfase og partikler. Norconsult vurderte at spredning av frifase tjære var usikker, og at det måtte gjøres supplerende undersøkelser og vurderinger av denne. Multiconsult gjorden i 2020 en ny vurdering og nye undersøkelser, hvor både spredning i frifase og i vannfase ble vurdert [7]. Multiconsult vurderte i likhet med Norconsult at løsningen med innkapsling av forurensningen var den mest fornuftige. Multiconsult vurderte videre, basert på nye undersøkelser og vurderinger, at spredning av frifase tjære ikke lenger var et problem grunnet fjerning av tjæren nord for veibanen [5]. Rambøll gjorde i 2023 en nærmere vurdering av de ulike spredningsreduserende tiltakene [10]. Vurderingen til Rambøll var at innkapsling av forurensningen med spunt/betong ville være svært usikker grunnet de geotekniske forholdene, og sannsynligvis ikke ville fungere. Løsningen ble følgelig ikke anbefalt, og Rambøll anbefalte bortgraving eller etablering av filterløsning som den mest aktuelle løsningen, men at det måtte gjøres supplerende undersøkelser før endelig løsningen kunne bestemmes.

Det ble videre utført supplerende undersøkelser av grunn og grunnvann i overgangen 2024/2025 [11]. Resultatene fra denne undersøkelsen viste en ytterligere nedgang av PAH(16) i grunnvannet sammenlignet med tidligere undersøkelser, og viser at det er en trend med avtagende konsentrasjoner av PAH16 etter opprydningen utført av Norconsult i 2018. Rambøll har gjennomført en ny vurdering av spredning basert på foreliggende data (se avsnitt 3.1, 3.2 og 3.3). Denne vurderingen viser at spredning fra Gassverkstomta til resipienten er akseptabel, og at spredningen ikke vil føre til en rekontaminering av sedimenter eller at de fastsatte miljømålene ikke nås. Rambøll sin vurdering av spredning av frifase tjære, er i likhet med Multiconsult vurdering, at denne høyst sannsynlig ikke utgjør noen fare for rekontaminering lenger.

Rambølls vurdering er følgelig at forurensningen kan bli liggende, og at det ikke må gjennomføres spredningsreduserende tiltak. At forurensningen blir liggende, har både Multiconsult og Norconsult også tidligere vurdert, men i motsetning til disse mener Rambøll at det ikke må gjøres spredningsreduserende tiltak før eventuell opprydding i forbindelse med utbedring av E136. Dette skyldes nye feltundersøkelser, som viser at den pågående spredningen fra Gassverkstomta er akseptabel, med en innblandingssone på 1-2 meter fra sjøkanten for å komme under PNEC (se avsnitt 3.2.2).

Selv om spredningen vurderes som akseptabel, anbefales det at det gjennomføres videre overvåkning av grunnvann, sjøvann og sedimenter i minimum fem år etter at Renere fjord Ålesund en er gjennomført. Opprydningen har foreløpig fått den nødvendige finansiering for å gjennomføre opprydningen. Etter denne 5 års perioden må det gjøres en ny vurdering om det skal gjennomføres videre overvåkning. Dette er nødvendig for å påse at de vurderingene som er gjort er korrekte, samtidig som det vil gi et grunnlag for å vurdere behovet for opprydding i forbindelse med utbedringen av veien i framtiden.

6. Referanser

- [1] Rambøll, «Gassverktomta - tiltaksplan mot forurenset sjøbunn,» 2022.
- [2] Statsforvalteren i Møre og Romsdal, «Ålesund kommune - Pålegg om tiltak mot grunnforurensning ved Ålesund tidl. gassverk,» 2023.
- [3] Multiconsult, Gassverktoma, Ålesund. Miljøteknisk grunnundersøkelse. Sprednings- og tiltaksvurdering, Ålesund: Multiconsult, 2017.
- [4] Norconsult, «Supplerende undersøkelser, risiko- og tiltaksvurdering - Gassverktomta i Ålesund. 2018-10-15,» Norconsult.
- [5] Norconsult, «Sluttrapport, utgraving nord for veibane - Gassverktomta i Ålesund,» 2018.
- [6] Multiconsult, Supplerende miljøgeologisk undersøkelse av sjøbunn, 2020.
- [7] Multiconsult, «Supplerende miljøgeologiske undersøkelser på land - Gassverktomta,» 2020.
- [8] Rambøll, Aspevågen 2021 - Miljøteknisk undersøkelse. Datarapport, 2022.
- [9] Rambøll, Ålesund Gassverktomta - Fortynningsberegning for cyanidvurdering, 2023.
- [10] Rambøll, «Hydrogeologi. Hydrogeologiske vurderinger og tiltaksløsninger for Gassverktomta.,» 2023.
- [11] Rambøll, K-Rap-001-2025 Hydrogeologisk datarapport Gassverktomta, 2025.
- [12] Rambøll, «Renere fjord Ålesund havn - Gassverktomten. Miljøteknisk notat - supplerende prøvetaking,» 2025.
- [13] Kartverket, «Se havnivå, tidevann og vannstand,» 2023. [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/resultat?id=192945&location=%C3%85lesund>.
- [14] Rambøll, Gassverktomta - Notat cyanidvurdering, 2023.
- [15] Rambøll, «Aspevågen - strømundersøkelser 2021 - 2022,» 2022.
- [16] Miljødirektoratet, «Veileder forurenset grunn,» 2022. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn---kartlegge-risikovurdere-og-gjore-tiltak/>.
- [17] Miljødirektoratet, «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn.,» Miljødirektoratet, Oslo, 2009.
- [18] Miljødirektoratet, «Vurdere risiko for mennesker (human helse),» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn-veileder/risikovurdering-av-forurenset-grunn/vurdere-risiko-for-mennesker/>. [Funnet 02 09 2025].
- [19] Klima- og miljødepartementet, *Forskrift om begrensnig av forurensning (Forurensningsforskriften). Kapittel 2 - Opprydning i forurenset grunn i bygge- og gravesaker*, 2004.
- [20] Multiconsult, Gassverktomta, Ålesund - Supplerende miljøgeologisk undersøkelser på land, Oslo: Multiconsult, 2020.
- [21] Miljødirektoratet, «Miljødirektoratets veileder Fastsetting av innblandingssoner M-46/2013,» 2013.
- [22] S. G. H. a. J. W. Weaver, Dense NonAqueous Phase Liquids, United States Environmental Protection Agency, 1991.

- [23] C. W. Fetter, *Applied Hydrogeology*, Waveland Press, 2021.
- [24] Rambøll, «Gassverkstomta. Tiltaksplan for sikring av gjenliggende grunnforurensning.», 2022.
- [25] Scalgo, «Scalgo Live - Norway,» 2023. [Internett]. [Funnet 2023].
- [26] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase. Norges geologiske undersøkelse,» NGU, [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 2023].
- [27] Lovdata, *FOR-2016-12-22-1868 Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften)*, 2017.
- [28] Rambøll, «Feltlogg. Porsjektering Renere fjord Ålesund havn - Gassverkstomten (opsjon)».
- [29] NGI, «Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn,» 1999.
- [30] Overheid.nl, «Streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering,» Overheid.nl, 2000.
- [31] Norconsult, *Sluttrapport, utgraving nord for veibane*, Oslo: Norconsult, 2018b.
- [32] NGI, *Vurdering av sigevann fra deponier i Norge*, NGI, 2023.
- [33] Multiconsult, «Gnr 201, bnr 750 og 752. Gassverkstomta, Ålesund. Miljøteknisk grunnundersøkelse. Sprednings og tiltaksvurdering,» 2017.
- [34] Miljødirektoratet, «Vurdere spredning fra forurenset grunn,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn-veileder/risikovurdering-av-forurenset-grunn/vurdere-spredning/>. [Funnet 02 09 2025].

VEDLEGG

Vedlegg 1: Inputverdier til risikovurdering med Miljødirektoratets beregningsverktøy M2171.

Inputverdier til fane «1a Stedsspesifikk» i M2171

Transport og spredningsprosesser (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	θ_a	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	ρ_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon (TOC) i jord	f_{oc}	1,0 %	1,31 %		Gjennomsnitt i prøver tatt ut av Rambøll i 2025
Jordas porøsitet	ε	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innendørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m ³	
Areal under huset	A	100	100	m ²	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d ⁻¹	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,35	0,35	m	
Luftpermeabilitet jord	k_s	1E-10	1E-10	m ²	Coarse sand (RIVM, 2008)
Luftpermeabilitet gulv	k_f	1E-15	1E-15	m ²	Concrete (RIVM, 2008) --> kf dårlig gulv tab 5.32
Viskositet luft	η	6E-09	6E-09	Pa.h	
Trykkforskjell, inneluft vs. jordluft	ΔP	1	1	Pa	Slab-on-grade/indoor (RIVM, 2008)
Tykkelse gulv	L_f	0,1	0,1	m	
Porøsitet gulv	n_{gulv}	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Gassfylt porevolum gulv	θ_a_{gulv}	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,0001 3153,6	0,003512 110740	m/s	Justert for å ta med grunnvanns- og tidevannsbidrag tilsvarende beregning av Norconsult i 2018, justert for bredden av undersøkelsesområdet.
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	35	m	Målt i kart
Fraksjon som infiltrerer	F_I	0,5	0,3	-/-	Tilpasset asfalt og noe gress
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	1500	1565	mm/år	Hentet fra nærmeste målestasjon (gjennomsnitt 1990-2004)
Infiltrasjonsmengde (meter vann/år)	I	0,750	0,470	m/år	Beregnet ($P \times F_I/1000$)
Hydraulisk gradient	i	0,03	0,04	m/m	Satt lik verdi benyttet av Norconsult (2018). Supplerende undersøkelser, risiko- og tiltaksvurdering. Gassverkstomta i Ålesund.
Tykkelsen av akviferen	d_a	5	0,2	m	Benyttet forutsetning om mett sone på 0,2 m over fjell fra Norconsult (2018). Supplerende undersøkelser, risiko- og tiltaksvurdering. Gassverkstomta i Ålesund. Også benyttet av Rambøll Rambøll. 2023 Ålesund - Gassverkstomta. Fortynningsberegninger for cyanidvurdering
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5	0,2	m	Benyttet forutsetning om mett sone på 0,2 m over fjell fra Norconsult (2018). Supplerende undersøkelser, risiko- og tiltaksvurdering. Gassverkstomta i Ålesund. Også benyttet av Rambøll Rambøll. 2023 Ålesund - Gassverkstomta. Fortynningsberegninger for cyanidvurdering
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	5000000	1,17E+09	m ³ /år	Satt lik areal av delområde 4 i Rambølls tiltaksplan for sjø, dybde til 20 m og utskifting av vann 1 gang i døgnet
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{SW}	50	150	m	Bredde av hele undersøkelsesområdet på land.
Beregnet hastighet på grunnvannstrøm	Q_{dl}	23652	132888	m ³ /år	Beregnet grunnvann ($k \cdot i \cdot d_{mix}$) + tidevann ($(T^2L)/2 \cdot (b \cdot p^2)$)
Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (bam)	365 8	240 0	UAKTUELL	uaktuelt, da dypereliggende og utilgjengelig	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	240 0	UAKTUELL	uaktuelt, da dypereliggende og utilgjengelig	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (bam)	80 8	240 0	UAKTUELL	uaktuelt, da dypereliggende og utilgjengelig	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	240 0	UAKTUELL	uaktuelt, da dypereliggende og utilgjengelig	
Oppholdstid utendørs (bam)	365 24	240 1	dager/år timer/dag	Endret iht. veileder tilsvarende dypereliggende jord, da asfaltert	
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	230 8	dager/år timer/dag	Endret tilsvarende 1 arbeidsår	
Oppholdstid innendørs (bam)	365 24	240 0	UAKTUELL	Ikke relevant. Bygget står ikke i kontakt med masser i undersøkelsesområdet som overskrider tkl 3 eller overskridelse av normverdi for flyktige forbindelser	
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	230 0	UAKTUELL	Ikke relevant. Bygget står ikke i kontakt med masser i undersøkelsesområdet som overskrider tkl 3 eller overskridelse av normverdi for flyktige forbindelser	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	Det hentes ikke drikkevann fra lokaliteten	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	Det dyrkes ikke grønnsaker på lokaliteten.	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	10 %		Tar høyde for at 10% av all fisk som spises i løpet av ett år kommer fra markert delområde	

Analysedata som benyttet i fane «1b. Kons. Jord» i M2171

Stoff	M1-1	M4-1	M4-2	M4-3	M6-1	M6-2	M7-1
Arsen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bly	2,2	2,8	2,7	3	2,5	1,7	2,7
Kadmium	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kvikksølv	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kobber	20,4	28,2	13,2	44,8	30,7	45,5	21,5
Sink	26,6	45	51,9	38,8	33,2	122	44,3
Krom total (III + VI)	31,8	41,6	49,6	51,1	42	27,2	26,1
Nikkel	26,3	28,6	29,6	48,7	35,7	37,6	24,2
Cyanid fri	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
PCB7	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,021
PAH16	0,034	8,99	1,23	1,62	0,657	0,368	0,214
Naftalen	0,01	0,117	0,024	0,027	0,017	0,01	0,024
Fluoren	0,01	0,044	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fluoranten	0,01	1,46	0,094	0,253	0,1	0,06	0,03
Pyren	0,011	1,25	0,097	0,213	0,088	0,054	0,1
Benzo(a)pyren	0,01	0,899	0,107	0,163	0,0645	0,0395	0,0418
Benzen	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Alifater > C8-C10	5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	21,7	46,8	54,8	6,5	6,5	6,5	341

Stoff	M7-2	M8-1	M8-2	M8-3	M9-1	M9-2	M9-3
Arsen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,44
Bly	7	1,5	3	3,2	2	7,9	27,4
Kadmium	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kvikksølv	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,84
Kobber	53,3	25,1	27,1	16,9	12,4	19,5	45,8
Sink	61,5	34,7	15,4	27,6	45,4	52	71,4
Krom total (III + VI)	65,2	49,7	15,2	22,1	15,8	31,9	24,7
Nikkel	28,4	26,4	27,8	22,3	15,9	25,3	31,7
Cyanid fri	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,56
PCB7	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,01
PAH16	14,1	2,38	8,86	24,2	0,109	35	353
Naftalen	0,06	0,01	0,064	0,093	0,01	0,126	95,5
Fluoren	0,056	0,01	0,1	0,182	0,01	0,318	15,3
Fluoranten	2,22	0,336	1,98	4,93	0,019	6,82	45,1
Pyren	1,84	0,31	1,5	4	0,019	5,5	33,5
Benzo(a)pyren	1,44	0,25	0,688	1,99	0,0116	2,79	11,6
Benzen	0,0124	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0128	0,257
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,32
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,046	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,882
Alifater > C8-C10	5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	6,5	6,5	6,5	20	11,4	22,3	25,7

Stoff	M10-1	M10-2	M10-3	M10-1A	M10-2A	M10-3A	M10-3A
Arsen	0,5	2,92	12,9	1,14	3,02	22,2	22,2
Bly	88,5	75,9	154	149	195	318	318
Kadmium	0,94	0,26	1,04	0,1	0,22	0,85	0,85
Kvikksølv	0,2	0,2	3,32	0,2	0,2	3,34	3,34
Kobber	58,5	65,2	123	440	274	252	252
Sink	1180	560	950	904	958	1100	1100
Krom total (III + VI)	29,3	28,7	36,8	24,1	27	39,2	39,2
Nikkel	22,6	23	29,6	18,5	24,4	24	24
Cyanid fri	0,69	0,4	0,4	0,4	0,4	0,46	0,46
PCB7	0,014	0,007	0,013	0,01	0,007	0,017	0,017
PAH16	34,2	24,2	221	0,921	6,68	256	256
Naftalen	0,218	0,149	3,42	0,025	0,079	3,95	3,95
Fluoren	0,249	0,08	1,57	0,01	0,04	3,74	3,74
Fluoranten	5,67	4,51	60,6	0,161	1,23	56,9	56,9
Pyren	4,9	3,93	46,1	0,135	1,02	40,3	40,3
Benzo(a)pyren	3,05	2,18	15,9	0,075	0,551	15,1	15,1
Benzen	0,015	0,01	0,0119	0,01	0,01	0,0246	0,0246
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,0315	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Alifater > C8-C10	10,5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	38,7	60,5	104	82,5	61,8	212	212

Stoff	M10-4A	M11-1	M11-2	M12-1	M12-2	M12-3	M12-4
Arsen	10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bly	187	1,3	14,2	2,4	1,8	2	1,6
Kadmium	0,62	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kvikksølv	1,82	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kobber	204	23,5	48,5	22,8	19,4	29,9	21,1
Sink	933	24	46,3	40,8	37,6	40,7	41,5
Krom total (III + VI)	35,3	36,8	36,8	7,89	16,9	22,5	22,6
Nikkel	27,7	26,4	44,3	9,4	19,2	19,4	17,6
Cyanid fri	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
PCB7	0,013	0,007	0,007	0,007	0,011	0,007	0,007
PAH16	257	0,08	79	0,584	3,78	2,55	0,109
Naftalen	3,01	0,01	0,328	0,049	0,489	0,094	0,011
Fluoren	3,4	0,01	2,3	0,023	0,173	0,106	0,01
Fluoranten	56	0,01	15,6	0,099	0,569	0,476	0,031
Pyren	40,5	0,01	12,5	0,076	0,434	0,364	0,03
Benzo(a)pyren	16,5	0,01	4,7	0,03	0,178	0,141	0,0104
Benzen	0,0355	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,038	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Alifater > C8-C10	5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	440	13,5	27,6	22,9	31,7	28,9	6,5

Stoff	M12-5	M13-1	M13-2	M13-3	M15-1	M16-1	M16-2
Arsen	0,5	0,7	1,54	0,58	2,35	0,5	2,2
Bly	23,7	84	21,3	11,3	123	1,8	52,3
Kadmium	0,1	0,26	0,1	0,1	0,1	0,1	0,16
Kvikksølv	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kobber	41,5	43,5	43,6	36,5	48,6	8,13	51,2
Sink	39,5	94,2	75,3	53,5	105	34	195
Krom total (III + VI)	58,7	42,1	41,1	41,3	20,1	37,4	28,5
Nikkel	36	24,8	29,7	36,3	18	25,1	34,6
Cyanid fri	0,4	0,42	0,4	0,4	0,4	0,4	0,44
PCB7	0,007	0,013	0,007	0,007	0,007	0,008	0,007
PAH16	0,552	4,51	1,56	1,31	3,54	0,124	5,03
Naftalen	0,032	0,254	0,1	0,054		0,011	0,034
Fluoren	0,01	0,02	0,01	0,01		0,01	0,018
Fluoranten	0,102	0,543	0,24	0,224		0,017	0,89
Pyren	0,081	0,488	0,195	0,182		0,023	0,779
Benzo(a)pyren	0,0432	0,42	0,142	0,122	0,299	0,0134	0,406
Benzen	0,01	0,0257	0,0523	0,0295	0,01	0,01	0,01
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,015	0,078	0,065	0,022	0,015	0,015	0,015
Alifater > C8-C10	5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	15,7	27,9	55,3	54,5	31,3	46,9	30,2

Stoff	M18-1	M18-2	M18-3	M19-1	M19-2	M19-3	M20-1
Arsen	0,5	0,5	1,55	0,75	4,59	5,4	0,5
Bly	2,6	3,1	47,9	27,7	202	148	2,2
Kadmium	0,1	0,1	0,1	0,2	0,84	12,4	0,1
Kvikksølv	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,48	0,2
Kobber	13,1	39,7	54,9	78	129	122	4,14
Sink	37,6	39,4	83,7	422	424	327	30,9
Krom total (III + VI)	25,2	38	41,4	26,1	37,9	38	15,9
Nikkel	13,4	19,9	25,4	24,9	26,1	27,9	17,4
Cyanid fri	0,4	0,4	0,4	0,4	0,81	0,65	0,4
PCB7	0,007	0,007	0,007	0,007	0,0076	0,008	0,007
PAH16	0,727	0,842	3,55	0,648	41,6	34,4	0,153
Naftalen	0,016	0,016	0,045	0,022	0,201	0,143	0,01
Fuoren	0,01	0,01	0,02	0,01	0,147	0,164	0,01
Fluoranten	0,126	0,142	0,524	0,093	7,22	6	0,019
Pyren	0,11	0,116	0,438	0,088	6,23	5,22	0,027
Benzo(a)pyren	0,0678	0,0704	0,318	0,04	3,65	3,11	0,0124
Benzen	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Alifater > C8-C10	5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	13,2	26,5	20,2	174	50,1	35,6	46,4

Stoff	M20-2	M21-1	M21-2	M21-3	M21-4	M21-5	M21-5A
Arsen	2,53	0,77	0,5	0,65	5,63	1,96	3
Bly	205	3,8	1	38,8	39,7	28,7	20,9
Kadmium	0,33	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kvikksølv	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kobber	89,1	18,2	41,5	53	58,7	57,7	50,4
Sink	224	47,5	10,1	24,3	81,3	56,4	60,1
Krom total (III + VI)	25,2	40,3	16,8	17,2	19	32,8	35,2
Nikkel	23,9	28,9	31,3	25,5	18,4	30,8	31,1
Cyanid fri	0,71	0,4	0,4	0,57	3,1	1,06	1,18
PCB7	0,007	0,042	0,007	0,007	0,008	0,007	0,007
PAH16	15,2	0,399	0,022	15,5	18,4	3,25	3,59
Naftalen	0,092	0,044	0,01	0,1	0,084	0,013	0,018
Fuoren	0,045	0,02	0,01	0,13	0,067	0,014	0,023
Fluoranten	2,8	0,04	0,011	2,6	2,68	0,562	0,643
Pyren	2,3	0,14	0,011	2,16	2,16	0,431	0,514
Benzo(a)pyren	1,37	0,0637	0,01	1,25	1,58	0,267	0,267
Benzen	0,0348	0,01	0,01	0,01	0,0143	0,01	0,01
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Alifater > C8-C10	5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	33,5	345	6,5	6,5	14,2	6,5	6,5

Stoff	M22-1	M22-2	M22-3	M23-1	M17-1	M17-2	M17-3
Arsen	1,9	8,23	3,59	0,5	0,54	2,25	27,8
Bly	122	70,2	40,6	6,5	28,1	34,9	154
Kadmium	0,1	0,1	0,11	0,1	0,24	0,13	0,16
Kvikksølv	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,76
Kobber	17,8	35,3	75,5	91,1	45,7	36,2	240
Sink	42,4	85,1	90,2	64,3	167	204	677
Krom total (III + VI)	9,17	35,9	63,6	81,8	21,9	28,8	28,2
Nikkel	11	38,9	75,6	52,9	18,6	26,3	28,2
Cyanid fri	0,4	0,67	1,76	0,52	1,02	0,78	0,69
PCB7	0,007	0,007	0,04	0,007	0,008	0,012	0,007
PAH16	328	77	32,4	1,88	0,378	20,6	6,05
Naftalen	13,6	0,383	0,48	0,029	0,029	0,098	0,048
Fluoren	8,05	1,08	0,38	0,011	0,01	0,213	0,069
Fluoranten	60,6	16,4	7,22	0,345	0,053	4,35	1,19
Pyren	46,2	12,9	5,37	0,324	0,049	3,46	0,974
Benzo(a)pyren	13,1	5,22	1,98	0,163	0,0231	1,56	0,434
Benzen	0,014	0,0251	0,0283	0,01	0,01	0,01	0,01
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,015	0,045	0,063	0,015	0,015	0,015	0,015
Alifater > C8-C10	5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	6,5	28,3	71,8	48,6	163	40,5	45,2

Stoff	104-1	104-2	106-1	106-2	106-3	110-1	110-2
Arsen	0,5	0,5	1,67	3,25	1,89	0,5	0,5
Bly	2	1,3	2050	919	203	1,6	1,8
Kadmium	0,1	0,1	1,39	0,86	1,09	0,1	0,1
Kvikksølv	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kobber	8,72	89,1	21,6	35,5	24,6	19,9	59,4
Sink	48,5	19,2	269	181	110	22,1	34,3
Krom total (III + VI)	46	45,2	18,4	25,2	14,4	16,5	45,9
Nikkel	34,5	39,3	13	16,8	9,8	14,2	25
Cyanid fri	0,4	0,4	0,4	0,88	0,48	0,4	0,4
PCB7	0,008	0,007	0,009	0,007	0,01	0,007	0,007
PAH16	4,66	18,4	24,6	26,4	21,6	0,051	0,599
Naftalen	0,11	0,122	0,1	0,093	0,107	0,028	0,01
Fluoren	0,099	0,119	0,135	0,178	0,122	0,01	0,01
Fluoranten	0,909	3,68	5,59	5,62	4,42	0,01	0,094
Pyren	0,706	3,13	4,32	4,51	3,54	0,012	0,078
Benzo(a)pyren	0,349	1,5	1,49	1,65	1,39	0,01	0,0693
Benzen	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,015	0,015	0,015	0,015	0,051	0,015	0,015
Alifater > C8-C10	5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	37,4	19,5	120	59,5	153	23,2	10

Stoff	110-3	112-1	112-2	112-2A	112-3	112-4	112-5
Arsen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	19,7
Bly	1,8	1,4	2,2	1,6	4,5	4,6	29,8
Kadmium	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,17
Kvikksølv	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kobber	41	22	28,2	32,3	49	34,9	134
Sink	39	40,6	35,2	36,7	45,9	46,7	122
Krom total (III + VI)	56,3	8,59	9,97	10,6	13,5	14,1	40,2
Nikkel	38,4	12,6	7,3	9,1	11,4	13,2	38,6
Cyanid fri	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,54
PCB7	0,007	0,01	0,007	0,007	0,007	0,007	0,02
PAH16	0,106	0,0961	0,08	0,08	0,042	0,08	61,3
Naftalen	0,01	0,014	0,01	0,01	0,01	0,01	0,326
Fluoren	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,928
Fluoranten	0,018	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	12,2
Pyren	0,016	0,021	0,01	0,01	0,018	0,01	11,2
Benzo(a)pyren	0,0156	0,0111	0,01	0,01	0,01	0,01	4,13
Benzen	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0144
Toluen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etylbenzen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Xylen	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,023	0,015
Alifater > C8-C10	5	5	5	5	5	5	5
Alifater >C10-C12	3	3	3	3	3	3	3
Alifater >C12-C35	6,5	40,8	15,6	15	15	18,1	23,1

Stoff	BR8	BR9	BR13	BR4	BR5	BR18	BR19
Arsen	0,5	0,5	2,6	0,8	0,5	4,4	10
Bly	2	2	27	170	39	17	75
Kadmium	0,05	0,05	0,11	0,05	0,05	0,1	0,29
Kvikksølv	0,07	0,06	0,18	3,4	0,02	0,2	0,3
Kobber	26	54	46	58	56	14	51
Sink	44	20	66	91	18	68	200
Krom total (III + VI)	18	32	25	16	16	11	37
Nikkel	15	25	19	17	27	14	23
Cyanid fri	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,
PCB7	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
PAH16	71,5	1320	742	3420	3,8	4,3	123
Naftalen	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,
Fluoren	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,
Fluoranten	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,
Pyren	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,
Benzo(a)pyren	3	94	26	160	0,34	0,03	9,6
Benzen	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	0,1	0,055
Toluen	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	0,1	0,1
Etylbenzen	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	0,1	0,1
Xylen	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	0,13	0,12
Alifater > C8-C10	10	10	10	30	10	i,a,	i,a,
Alifater >C10-C12	10	180	14	290	10	i,a,	i,a,
Alifater >C12-C35	190	1100	920	3300	80	i,a,	i,a,

Stoff	PG10-1	PG10-2	G4	G5	SK1
Arsen	1,4	1,4	2,7	1,6	1,1
Bly	0,84	0,53	37	5	6,3
Kadmium	0,06	0,06	0,03	0,02	0,01
Kvikksølv	0,002	0,001	0,09	0,02	0,2
Kobber	3,1	18	55	26	24,2
Sink	33	19	180	46	31,9
Krom total (III + VI)	7,2	7,7	35	30	14,9
Nikkel	5,4	12	22	22	22,2
Cyanid fri	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,	i,a,
PCB7	0,007	0,007	0,007	0,007	0,0105
PAH16	0,068	0,057	16	27,9	620
Naftalen	i,a,	i,a,	0,23	1,2	87,6
Fluoren	i,a,	i,a,	0,18	1,3	32,9
Fluoranten	i,a,	i,a,	2,5	4,6	89,6
Pyren	i,a,	i,a,	2,1	3,3	67
Benzo(a)pyren	0,0066	0,0063	1,4	1,4	20,6
Benzen	i,a,	i,a,	0,013	0,01	0,0452
Toluen	i,a,	i,a,	0,04	0,04	0,3
Etylbenzen	i,a,	i,a,	0,04	0,04	0,2
Xylen	i,a,	i,a,	0,04	0,04	0,554
Alifater > C8-C10	i,a,	i,a,	10	10	10
Alifater >C10-C12	i,a,	i,a,	10	10	166
Alifater >C12-C35	i,a,	i,a,	170	68	1390

Vedlegg 2: Kostnadsberegninger ved gjennomføring av sanseringstiltak på land