

Rapport

Oppdragsgiver: **UMOE Eiendom Vest AS**

Oppdrag: **Karmsund verft, Karmøy**

Emne: **Tiltaksplan for håndtering av forurensede masser på land**

Dato: **22. desember 2011**

Rev. - Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **214164 - 4**

Oppdragsleder: **Ragnhild Bjørnå**

Sign.: *Ragnhild Bjørnå*

Saksbehandler: **Ragnhild Bjørnå**

Sign.:

Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Svein Monsø**

Sammendrag:

Et verftsområde på Karmøy planlegges utviklet til bolig- og næringsformål. Samtidig har Fylkesmannen i Rogaland pålagt UMOE Eiendom Vest AS å utarbeide en tiltaksplan for opprydding i forurenset grunn på området. I den forbindelse har Multiconsult AS bistått hjemmelshaver med undersøkelser av forurensning i grunnen, risikovurderinger og utarbeidelse av tiltaksplan.

I alt 75 jordprøver fra 37 prøvegrøper, 8 vannprøver fra 2 brønner og 3 passive prøvetakere er analysert for relevante kjemiske forbindelser.

Det er påvist sterkt forurensede masser i 3 delområder på verftsområdet, hvorav det ene området er en avfallsfylling. Spredningsbasert risikovurdering konkluderer med liten spredningsfare fra de 3 kildeområdene. Helsebasert risikovurdering konkluderer med at massene i disse kildeområdene ikke må fjernes, men det må stilles spesielle krav til type arealbruk, omdisponering og dybdeforhold.

Denne tiltaksplanen er å oppfatte som en rammeplan for håndtering av forurensede masser i forbindelse med utviklingen av området. For hvert enkelt byggeprosjekt på området må det i tillegg utarbeides detaljerte grave- og massehåndteringsplaner – innenfor rammene gitt i denne tiltaksplanen.

Framdriften i opprydding i og sikring av forurenset grunn vil måtte følge framdriften i utviklingen av området, fra industri til bolig / næring. Dette vil igjen avhenge av ytre faktorer, som salg og markedsutvikling.

Innholdsfortegnelse

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Innledning..... | 4 |
| 1.1 | Bakgrunn..... | 4 |
| 1.2 | Myndighetsforhold..... | 4 |
| 1.3 | Datagrunnlag..... | 5 |
| 2. | Problembeskrivelse | 5 |
| 2.1 | Lokalitetsbeskrivelse..... | 5 |
| 2.2 | Historikk | 5 |
| 2.3 | Planlagt arealbruk | 5 |
| 2.4 | Mulige forurensningskilder..... | 7 |
| 2.5 | Miljømål..... | 7 |
| 2.6 | Grunnforhold..... | 7 |
| 2.7 | Hydrogeologi | 9 |
| 3. | Forurensningstilstand | 9 |
| 3.1 | Sjøbunn | 9 |
| 3.2 | Land | 9 |
| 3.2.1 | Utførte undersøkelser..... | 9 |
| 3.2.2 | Forurensningstilstand for jord..... | 10 |
| 3.2.3 | Forurensningstilstand ved avfallsfyllingen | 12 |
| 3.2.4 | Oppsummering av forurensningstilstand | 14 |
| 4. | Vurdering av datagrunnlag..... | 15 |
| 5. | Risikovurderinger | 16 |
| 5.1 | Helserisiko | 16 |
| 5.1.1 | Industriarealer - dagens arealbruk..... | 16 |
| 5.1.2 | Boligområder – planlagt arealbruk | 17 |
| 5.1.3 | Næringsområder – planlagt arealbruk..... | 18 |
| 5.2 | Spredningsbasert risikovurdering | 18 |
| 5.2.1 | Nedbør og tidevannspåvirkning | 18 |
| 5.2.2 | Erosjon og partikkeltransport..... | 19 |
| 5.2.3 | Diffusjon | 19 |
| 5.2.4 | Nedbrytning | 20 |
| 5.2.5 | Adsorpsjon | 20 |
| 5.2.6 | Forurensning løst i vann..... | 20 |
| 5.2.7 | Biologisk aktivitet..... | 23 |
| 5.2.8 | Økotoksikologisk vurdering..... | 23 |
| 5.2.9 | Spredningfare under eventuelle gravearbeider..... | 23 |
| 5.3 | Konklusjon på risikovurdering..... | 24 |
| 6. | Tiltaksvurderinger | 24 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.1 | Tiltaksbehov..... | 24 |
| 6.2 | Vurdering av alternative tiltak | 24 |
| 6.2.1 | Alternativ 1: Fortsatt industri – ingen tiltak..... | 25 |
| 6.2.2 | Alternativ 2: Fortsatt industri – spredningstiltak ved avfallsfyllingen..... | 25 |
| 6.2.3 | Alternativ 3: Fullstendig rydding av eiendommen..... | 26 |
| 6.2.4 | Alternativ 4: Opprydding til faglig påkrevet nivå..... | 27 |
| 6.2.5 | Anbefalt tiltaksløsning | 27 |
| 7. | Tiltaksplan..... | 27 |
| 7.1 | Oppfølging og styring | 27 |
| 7.2 | Supplerende undersøkelser | 28 |
| 7.3 | Grenseverdier..... | 28 |
| 7.4 | Spredningsreducerende tiltak | 29 |
| 7.5 | Graving og massehåndtering..... | 29 |
| 7.6 | Mellomlagring og transport | 30 |
| 7.7 | Støvkontroll..... | 30 |
| 7.8 | Overvåkning..... | 30 |
| 7.9 | Forebygging av eksponeringsrisiko i anleggsfasen..... | 30 |
| 7.10 | Rapportering | 31 |
| 8. | Framdrift..... | 31 |

Tegninger

| | | |
|--------|-------------|---|
| 214164 | - 1, rev. A | Prøvetakingsplan |
| | - 2 | Klassifisering av bærelags-/overflatemasser |
| | - 3 | Klassifisering av fyllmasser 0-1 m dybde |
| | - 4 | Klassifisering av fyllmasser > 1 m dybde |
| | - 5 | Klassifisering av antatt naturlige masser |

Vedlegg

| | |
|---|---|
| A | Sammenstilling av kjemiske analyser av jordprøver |
| B | Sammenstilling av kjemiske analyser av grunnvannsprøver |

1. Innledning

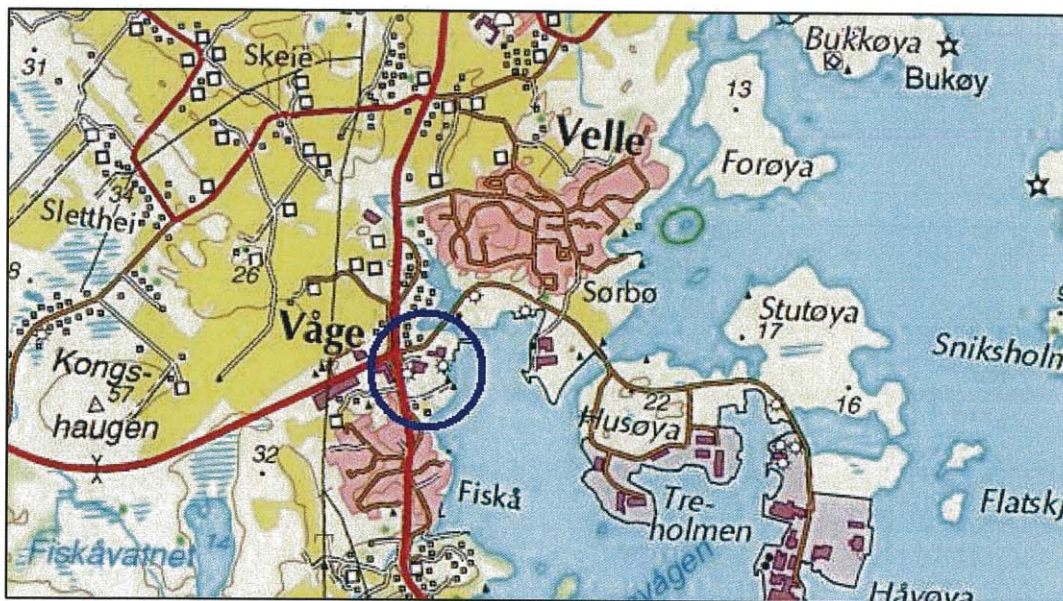
1.1 Bakgrunn

UMOE Eiendom Vest AS planlegger utbygging og bruksendring av et industriområde på Karmøy, se figur 1 og 2. Eiendommen har vært benyttet til skipsverft som er aktivitet som kan resultere i forurenset grunn. I den forbindelse kreves det utarbeidet tiltaksplan som sikrer at grunnforurensning håndteres på en forsvarlig måte, jfr. Forurensningsforskriftens kapittel 2.

Uavhengig av de planlagte byggetiltakene har Fylkesmannen i Rogaland i brev av 13.09.2011 pålagt UMOE Eiendom Vest AS å utarbeide en tiltaksplan for opprydding i forurenset grunn på området.

Området er en av 109 prioriterte skipsverftsområder fra en nasjonal kartlegging av forurensede skipsverftslokaliteter. Området er ikke av de høyest prioriterte tiltaksområdene for forurenset sjøbunn, og pålegget fra Fylkesmannen gjelder derfor kun forholdene på land.

Foreliggende dokument presenterer en tiltaksplan basert på foreliggende planer og kjent informasjon om forurensningsforholdene på stedet. Planen er nødvendigvis på et overordnet nivå. Mer detaljerte graveplaner og rutiner for massehåndtering / -disponering må utarbeides forut for oppstart av grunnarbeider i enkeltområder, eventuelt før igangsetting av forskjellige byggetrinn.



Figur 1. Områdets beliggenhet er markert med blå sirkel.

1.2 Myndighetsforhold

Krav om utarbeidelse av tiltaksplan i forbindelse med grave- og byggearbeider er nedfelt i Forurensningsforskriftens kapittel 2. Kapittelet gjelder terrenginngrep på enhver eiendom der det er påvist, eller er grunn til å anta, at det er forurenset grunn.

Klif har utarbeidet et informasjonsark som beskriver generelle krav til innhold i en tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter og grunn ved områder som har eller har hatt skipsverftsvirksomhet (TA-2863/2010). Det foreligger også en veileder som beskriver tiltakshavers ansvar ved opprydding i forurenset grunn (TA-2561/2009).

En reguleringsplan er under utarbeidelse av Alliance Arkitekter AS, og planarbeidet omfatter et større grøntareal sør for selve verftsområdet.

Tiltaksplaner etter Forurensningsforskriftens kapittel 2 skal i utgangspunktet behandles av aktuell kommune. I pålegget fra Fylkesmannen heter det at kommunen skal være myndighet for landarealene sør for verftsområdet, mens Fylkesmannen skal være myndighet for verftsområdet.

Av praktiske hensyn vurderes det som hensiktsmessig at samtlige arealer omtales i tiltaksplanen, selv om pålegget fra Fylkesmannen strengt tatt ikke omfatter det sørlige delområdet.

1.3 Datagrunnlag

Flere undersøkelser er gjort for å kartlegge forurensningsforholdene på og ved denne lokaliteten. Tiltaksplanen er utarbeidet på grunnlag av følgende dokumenter:

- Multiconsult AS, 2008: Innledende miljøteknisk undersøkelse (rapport nr. 214164-1)
- Multiconsult AS, 2009: Orienterende miljøteknisk undersøkelse, risiko- og tiltaksvurderinger (rapport nr. 214164-2)
- Multiconsult AS, 2011: Supplerende miljøteknisk grunnundersøkelse (rapport nr. 214164-3)
- NIVA, 2009: Miljøundersøkelser – Umoe Karmsund, risikovurdering av sedimenter Trinn 1 og Trinn 2 (rapport nr. 5716-2009)

2. Problembeskrivelse

2.1 Lokalitetsbeskrivelse

Undersøkt område ligger på Våge i Karmøy kommune, se figur 1. Planområdet består av industriområdet der UMOE Karmøy verft er lokalisert, samt et grøntområde sør for verftet med utmark, 1 hus og 3 naust. Området tilnærmet slik det framstår i dag, er vist på flyfoto i figur 2. Området ligger på Gnr. 88 og Bnr. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 17, 57, 58, 72, 227, 228 m. fl.

Eiendommenes areal er ca. 45.000 m², hvorav UMOE Karmøy verft utgjør ca. 25.000 m².

2.2 Historikk

Før Karmsund verft ble bygget, var det et teglsteinsverft på tomten. I 1947 brant teglsteinverket ned til grunnen.

Karmsund verft ble etablert på eiendommen på begynnelsen av 1960-tallet, og det ble utført skipsreparasjoner frem til 1991. I 1991 overtok UMOE verftet, og virksomheten har siden bestått av sveising og skjæring i ubehandlet stål og stålkasser (katodeceller).

2.3 Planlagt arealbruk

Det planlegges å bruke verftsområdet til næring. Eksisterende virksomhet planlegges flyttet.

I tillegg planlegges etablering av et boligområde med ca. 90 boliger samt småbåthavn på det sørlige grøntarealet, se figur 3.

Reguleringsplanen er ikke ferdig utarbeidet.



Figur 2. Flyfoto over området til Karmsund verft (www.finn.no).



Figur 3. Foreløpig plankart for regulering.

2.4 Mulige forurensningskilder

I nordlig del av verftsområdet er det en fylling med antatt hovedsakelig industrielt avfall som kan ha medført forurensede masser.

Verftsområdet har vært benyttet av industri som erfaringsmessig kan ha medført grunnforurensning, blant annet produksjon av sinkanoder og bruk av oljeprodukter.

Det grønne arealet i sør har ikke blitt benyttet av kommersiell virksomhet, og det er derfor ikke grunn til å tro at massene kan være forurenset.

Ved naustene sør for verftsområdet kan vedlikehold av båter ha medført forurensede masser.

2.5 Miljømål

Når eiendommen omreguleres til bolig- og næringsformål, vil hovedmålsetningen bli å rydde opp slik at området tilfredsstiller kravene til innhold av miljøgifter for aktuell arealbruk.

I tillegg er en viktig målsetning å minimalisere spredningen av miljøgifter til sjøen, noe som er en forutsetning for en eventuell framtidig opprydning på sjøbunnen utenfor.

Det foreslås derfor følgende miljømål tilknyttet det undersøkte området:

- A. Forurensning skal ikke medføre helsefare eller ha andre negative miljøkonsekvenser for brukere av området eller andre som har lengre opphold på området.
- B. Det skal ikke være spredning av forurensning som forringer den eksisterende miljøkvaliteten i området og/eller er til skade for resipienten.
- C. Det skal ikke være forurensning som kan tas opp av planter eller mikroorganismer slik at miljøgifter spres oppover i næringskjeden.

2.6 Grunnforhold

På bakgrunn av utførte miljøtekniske grunnundersøkelser gis det her en sammenfatning av grunnforholdene. Prøvepunktene er vist på tegning nr. 214164-1, rev. A.

I hovedsak er verftsområdet planert ut med blandede fyllmasser av sand, grus, stein og teglstein over sandige/siltige masser.

Antatt naturlig avsatt sandige, siltige masser er generelt påvist 0,6-2,3 m under overflaten i de sentrale delene av verftsområdet, se figur 6.

Antatt fjell er påtruffet i flere punkter (PG4, PG5, PG13, PG20, PG25 og PG34) i dybder 1,5-2,7 m under terengoverflaten, se markeringer på tegning nr. -5. Fjell ses i dagen langs sørlig kant av verftsområdet og på nordsiden av kanalen som er grensen til naboeiendommen. Undersøkelsene tyder på at det kan forventes en dyp kløft i fjelloverflaten i østvest-gående retning og at dybdene til fjell er store på den sentrale delen av verftsområdet.

Det er påtruffet avfallsmasser under et tynt lag med grus i den nordøstre delen av området, i PG1, PG2, PG4, PG5 og PG25 (se figur 4 og 5). Antatt fjell ble truffet i den sørlige delen, mens avfallets utbredelse fortsatte i dybden under grunnvannsnivået i den nordlige delen. Avfallet karakteriseres som hovedsakelig rivningsavfall (metallbiter, ledninger, betongbiter, trevirke, tekstiler, plastrør, slagg etc.) blandet med jord, sand, stein og blokk. Observasjonene i prøvegroppene tyder på at avfallet har en utbredelse på ca. 2400 m², se stiplet linje på tegning nr. -1, rev. A. Utbredelsen i dybden er svært usikker, men antas en gjennomsnittlig dybde på 3 m, kan avfallet ha et volum på ca. 7200 m³.

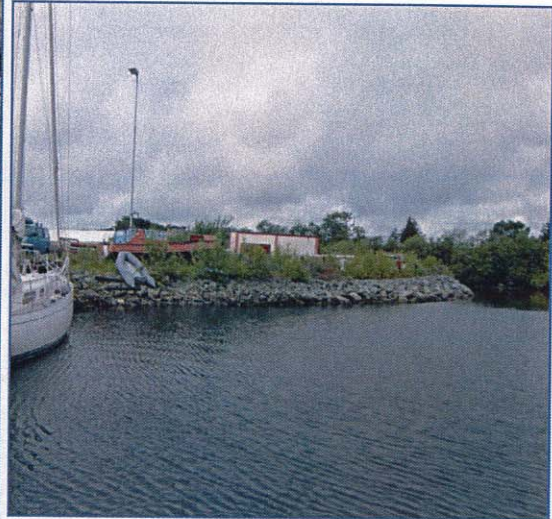
Sentralt på verftsområdet er det påtruffet et område med oljeforurensede masser, se figur 7.

Det sørlige grøntområdet har generelt et tynt løsmassedecke over fjell. Ved naustene i øst er det et lite platå av ca. 1 m med grove fyllmasser med teglstein over naturlige siltige masser. På

parkeringsplassen i vest er det observert sprengstein ned til grunnvannsnivå i 1,2 m dybde (PG21).



Figur 4 Avfallsmasser i PG2.



Figur 5 Avfallsfyllingen sett fra sjøsiden.



Figur 6 Typisk jordprofil, fra PG33.



Figur 7 Oljeforurensede masser i PG35.

2.7 Hydrogeologi

Årlig nedbør i området er ca. 1200 mm.

Terrenget på eiendommen heller mot øst og ligger på ca. kote 0 til 10. Antatt strømningsretning er mot sjøen i øst. Topografi og synlig fjell i dagen tyder på at fjellunderlaget danner en naturlig forsenkning med drenering mot Karmsundet.

Grunnvannsstanden ligger på overgangen mellom fyllmasser og siltig masser, ca. 1-2 m under terrengoverflaten. Kabel- og ledningsgrøfter ligger tilsynelatende over grunnvannsnivå og vil ikke påvirke spredningsretningen.

Utendørsarealet på verftsområdet har hovedsakelig tette dekker av asfalt eller betong. Nedbør vil på disse arealene renne av på overflaten eller til overvannsnett og videre til sjøen.

Avfallsfyllingen ligger helt i nordøstre del av verftsområdet, og dette området har grusdekke. Nedbør som ikke fordamper, vil infiltrere direkte i grunnen. Det antas at gjennomstrømningen i umettet sone vil være nokså rask. I tillegg vil de ytre delene av avfallsfyllingen trolig være påvirket av tidevann. Målinger av ledningsevne og pH viser imidlertid begrenset kontakt med sjøvann i 2 grunnvannsbrønner i fyllingen, se rapport nr. 214164-3.

Nedbørsfeltet oppstrøms eiendommen er lite og det er liten grunnvannsstrømning inn mot eiendommen. Massene i den mettede sonen har lav permeabilitet (siltige masser), og det er derfor liten naturlig gjennomstrømning av grunnvann i massene.

Grøntområdet sør for verftsområdet er hovedsakelig dekket av et tynt løsmassedekke over fjell. Nedbør vil renne av på fjelloverflaten, og grunnvannet ligger trolig hovedsakelig i fjell.

3. Forurensningstilstand

3.1 Sjøbunn

Forurensningstilstanden i sjøbunnsedimentene er beskrevet i NIVAs rapport nr. 5716-2009. Rapporten konkluderer med at bunnsedimentene utenfor verftet er svært forurenset av bly, kobber, PAH-forbindelser og TBT. For detaljert beskrivelse henvises det til NIVA-rapporten.

3.2 Land

3.2.1 Utførte undersøkelser

Forurensningsforholdene på land er blitt undersøkt ved prøvegraving i 39 punkter (PG1-PG39) i inntil ca. 2,5 m dybde og kjemiske analyser av i alt 75 jordprøver. Prøvepunktene plassering er vist på tegning nr. -1, rev. A.

Vannprøver fra 2 grunnvannsbrønner i avfallsfyllingen er blitt analysert kjemisk i 4 omganger (BR1 og BR2).

I tillegg er spredningsforholdene fra avfallsfyllingen undersøkt ved å sette passive prøvetakere (DGT) ved 5 stasjoner i sjøen (en referansestasjon). Kun 3 av stasjonene ga måleresultater. Passive prøvetakere akkumulerer i prinsippet kun den vannløselige delen av forurensning som organismer kan ta opp fra vannet.

Resultatene av de kjemiske analysene av jordprøvene er vist i vedlegg A. Resultatene er klassifisert i henhold til Klifs tilstandsklasser for forurenset grunn (TA 2553-2009), se figur 8. For stoffer uten tilstandsklasser er konsentrasjoner som er høyere enn forurensningsforskriftens normer for rene masser, uthevet uten bakgrunnsfarge i tabellene, mens lavere konsentrasjoner er markert blå som klasse 1 – Meget god.

Resultatene av de kjemiske analysene av vannprøvene fra avfallsfyllingen er vist i vedlegg B. Resultatene er klassifisert i henhold til Klifs tilstandsklasser for miljøgifter i vann (TA 2229/2007), se figur 8. Tilstandsklassene er imidlertid beregnet på åpen sjø og er ikke direkte relevante for grunnvann.

Resultatene av de kjemiske analysene av passive prøvetakere er vist i tabell 1. Det er ikke utarbeidet et system for miljøkvalitets-klassifisering på grunnlag av passive prøvetakere. Prøvetakerne tar kun opp frie metallioner, og resultatene kan derfor ikke direkte sammenlignes med Klifs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-2229/2007) som tar hensyn til både løste og partikkelbundne metaller. For å illustrere forurensningsgraden er resultatene likevel sammenlignet med Klifs klassifiseringssystem, se figur 8. I tillegg har vi valgt å sammenligne resultatene med PNEC-verdier fra Aquateams rapport nr. 06-039 "Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn".

| Meget god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
|-----------|-----|---------|--------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Figur 8 Tilstandsklasser i Klifs veileder "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn" (TA-2553/2009) og "Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment" (TA-2229/2007).

Tabell 1 Resultater fra DGT-analyser, gitt i µg/liter.

| Prøvenr. | Lokalisering | Cd | Cr | Cu | Zn | Ni | Pb |
|--------------------------------|--------------------------|--------|------|-------|------|-------|---------|
| Stasjon 1 | Nord for fyllingsfot | i.a. | i.a. | i.a. | i.a. | i.a. | i.a. |
| Stasjon 2 | Nordøst for fyllingsfot | 0,0179 | <0.2 | 0,386 | 6,63 | 0,251 | 0,00339 |
| Stasjon 3 | Øst for fyllingsfot | 0,0197 | <0.2 | 0,9 | 8,41 | 0,362 | 0,312 |
| Stasjon 4 | Øst for verkstedhall | i.a. | i.a. | i.a. | i.a. | i.a. | i.a. |
| Stasjon 5 | Referanse, sør for naust | 0,0157 | <0.2 | 0,308 | 4,33 | 0,235 | 0,00723 |
| PNEC-verdi (Aquateam AS, 2007) | | 0,03 | 0,64 | 0,02 | 2,92 | 1,31 | 0,18 |

i.a. : ikke analysert på grunn av for lite materiale i DGT'ene

3.2.2 Forurensningstilstand for jord

Med bakgrunn i massenes forskjellige typekarakteristikker samt inndelingen ved 1 m dybde i Klifs veileder TA-2553/2009, har vi valgt å beskrive massene i kategoriene avfallsmasser, overflate- og bærelagsmasser, fyllmasser i sjiktet 0-1 m, fyllmasser dypere enn 1 m og naturlige masser. Avfallsmassene beskrives i kapittel 3.2.3.

For å vurdere om de forskjellige massekategoriene er forurenset, er gjennomsnittsverdier og 90-percentiler oppført i tabellen i vedlegg A. Masser med innhold av en eller flere miljøgifter over normverdiene kan da vurderes i henhold til Klifs retningslinjer for vurdering av normverdier (TA-1629/1999):

- Det betraktes ikke som en overskridelse dersom gjennomsnittet av 4 til 10 analyser ligger under normverdien, og ingen enkeltverdi overskrider normverdien med mer enn 100 %.
- Det betraktes ikke som en overskridelse dersom gjennomsnittet av mer enn 10 analyser ligger under normverdien, og 90-percentilen er mindre enn to ganger normverdien.

Klassifisering av forurensningstilstanden i henhold til Klifs veileder TA-2553-2009 for de forskjellige typene masser er illustrert på tegningene nr. -2 t.o.m -5. Høyeste påviste tilstandsklasse i hvert punkt er vist, uavhengig av type kjemisk parameter.

Overflate- og bærelagsmasser

Det er analysert 16 prøver av overflatemasser og bærelagsmasser. Massene klassifiseres hovedsakelig i tilstandsklassene 1 og 2, dvs. punktvis svakt forurenset av enkelte forbindelser (arsen, bly, kobber, krom, PCB, benzo(a)pyren, sum PAH og tyngre oljeforbindelser), se tegning nr. -2.

For PCB og benzo(a)pyren ligger 90-percentilen PÅ normverdien, ikke UNDER som beskrevet i kravet. Dette vurderes å være av underordnet miljømessig betydning.

I henhold til Klifs retningslinjer vurderes derfor massene kun som forurenset av sink og THC C12-C35.

Overflatemassene er tilsynelatende mer forurenset (tilstandsklasse 3) i et område vest for hallene og i et område mot sjøen. Det er mulig at analyser av flere jordprøver vil resultere i at også deler av disse overflate- og bærelagsmassene kan betraktes som rene.

Fyllmasser i sjiktet 0-1 m

Det er analysert 27 prøver av fyllmasser i den øvre meteren, se tegning nr. -3. Disse massene klassifiseres hovedsakelig i tilstandsklassene 2 og 3, dvs. punktvis svakt til moderat forurenset av en eller flere av tungmetallene (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, nikkel, sink), PCB og/eller PAH-forbindelser.

Det er i tillegg påvist (og observert) markant oljeforurensede masser tilsvarende tilstandsklassene 4 og 5 i et delområde mellom porten og plashallene (kildeområde 2). Tolkning av kromatogrammer tyder på at det hovedsakelig er diesel/fyringsolje som er kilden til forurensningen, men resultatene indikerer også søl av smøreolje. Antatt utbredelse for området er avmerket på tegning nr. -3.

De høyeste konsentrasjonene av kobber og sink (klasse 3 og 4) er forøvrig funnet i et område nord for den østlige verkstedbygningen (kildeområde 3).

I henhold til Klifs retningslinjer vurderes massene generelt som forurenset av kobber, sink, benzo(a)pyren, sum PAH og THC C12-C35.

Det ble ikke påvist TBT i de 2 jordprøvene som ble analysert for dette stoffet.

Fyllmasser dypere enn 1 m

Det er analysert 12 prøver av fyllmasser i sjiktet 1 – ca. 2 m under terreng, se tegning nr. -4. Det er vurdert som mest riktig at de sandige massene i PG30, PG32 og PG37 inngår i denne kategorien.

Som overliggende fyllmasser, klassifiseres disse massene hovedsakelig i tilstandsklassene 2 og 3, dvs. punktvis svakt til moderat forurenset av en eller flere av tungmetallene (arsen, kobber, sink), PCB og/eller PAH-forbindelser. Fyllmassene ved dyp større enn 1 m er tilsynelatende forurenset av færre typer tungmetaller enn de overliggende fyllmassene. De høyeste konsentrasjonene av tungmetaller (kobber) er igjen påvist i samme område nord for den østlige verkstedbygningen (kildeområde 3).

Det er også ved disse dybder påvist (og observert) markant oljeforurensede masser (diesel/fyringsolje/smøreolje) tilsvarende tilstandsklassene 4 og 5 i delområdet mellom porten og plashallene (kildeområde 2). Det ble observert litt fri fase olje på vannspeilet i PG16 og PG35. Antatt utbredelse for oljeforurensningen ved dyp større enn 1 m er avmerket på tegning nr. -4.

I henhold til Klifs retningslinjer vurderes fyllmassene ved dyp større enn 1 m generelt som forurenset av kobber, sink, benzo(a)pyren, sum PAH og THC C12-C35.

Antatt naturlige, siltige masser

Det er analysert 14 prøver av antatt naturlige masser som ligger under fyllmassene, se tegning nr. -5.

I henhold til Klifs retningslinjer vurderes massene tilsynelatende som forurenset av THC C12-C35. Denne forurensningen er imidlertid relatert til overliggende, oljeforurensede fyllmasser eller forurensede avfallsmasser (kildeområde 1, omtalt i neste kapittel).

Ser man bort fra de oljeforurensede massene i tilknytning til kildeområdet 2 og avfallsfyllingen er de antatt naturlige, siltige massene rene.

3.2.3 Forurensningstilstand ved avfallsfyllingen

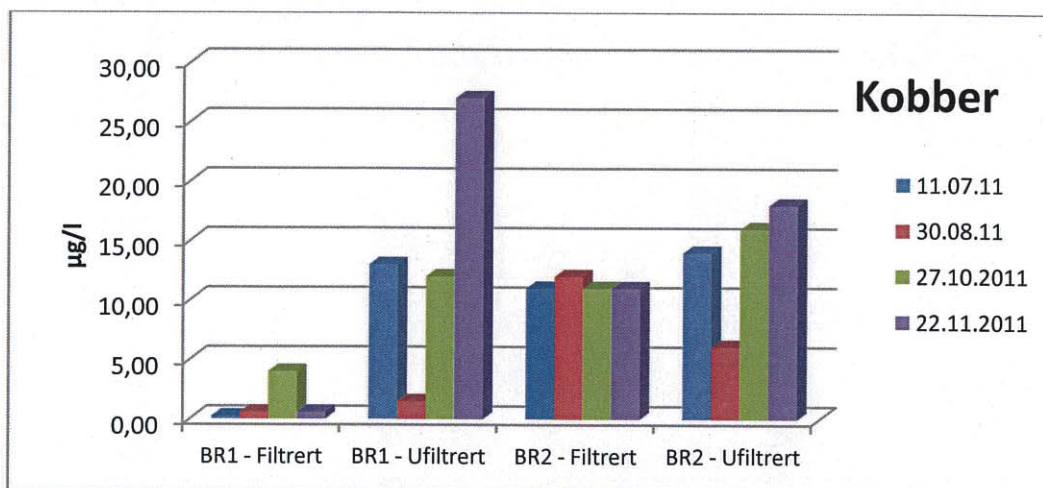
Avfallsmassene er representert ved 6 analyserte prøver. Det er ikke påvist forurensning som tilsvarer farlig avfall.

Avfallsmassene klassifiseres som svært forurenset av arsen, bly, kvikksølv, nikkel, sink, THC C10-C12 og TCH C12-C35, det vil si tilstandsklassene 4 og 5. Videre klassifiseres massene i tilstandsklassene 2 og 3 for kadmium, kobber, krom, PCB, PAH-forbindelser og lettere oljeforbindelser (THC C8-C10). Det ble også påvist en forhøyet konsentrasjon av plantevernmiddelet DDT i en av prøvene av avfallsmasser.

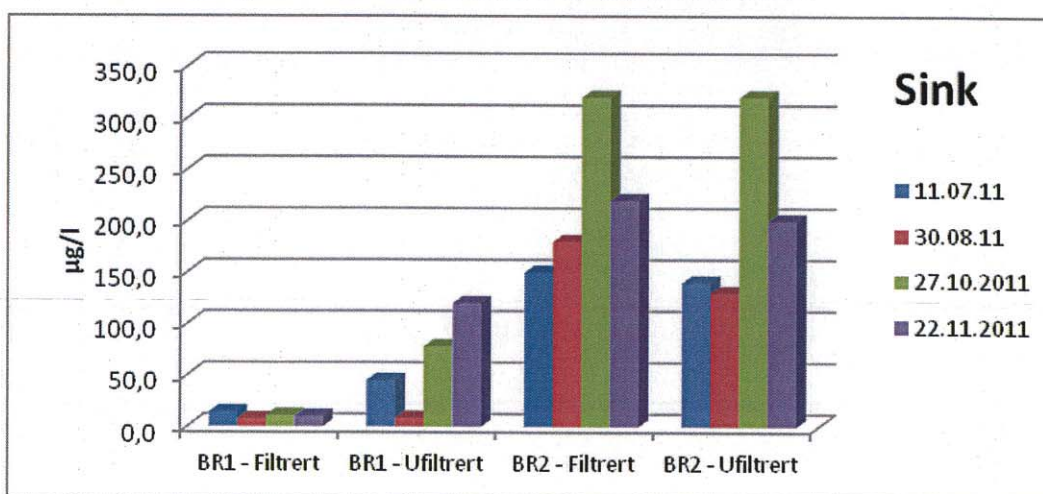
I vannprøvene fra grunnvannsbrønnene ble det påvist kobber og sink tilsvarende tilstandsklasse 4 og/eller 5 i nesten alle vannprøvene. Det ble også påvist kvikksølv tilsvarende tilstandsklasse 4 i 2 av vannprøvene fra BR2 og TBT tilsvarende tilstandsklasse 4 i vannprøver fra begge brønnene. I brønnen BR1 ble det også påvist konsentrasjoner av pyren tilsvarende klasse 4. Bly, kadmium og nikkel ble påvist i tilstandsklassene 3 og 4 i BR2, mens i BR1 ble nikkel påvist kun i tilstandsklasse 3. For øvrige parametre var konsentrasjonene eller deteksjonsgrensene i tilstandsklasse 1 eller 2. Det presiseres imidlertid at grunnvann naturlig vil ha høyere konsentrasjoner enn åpen sjø, og at det derfor må kunne aksepteres høyere konsentrasjoner i grunnvann enn det klassifiseringssystemet tilsier.

Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for innhold av PCB, BTEX eller olje-forbindelser i vann. Det ble ikke påvist PCB i vannprøvene, men det ble påvist spor av benzen/toluen/etylbenzen/xylene (BTEX) og oljeforbindelser (THC C5-C35). Konsentrasjonene vurderes imidlertid som svært lave og av underordnet betydning i forhold til påvist tungmetallforurensning.

Tungmetallforurensning er ofte knyttet til partikler. Dersom filtrerte grunnvannsprøver inneholder mindre tungmetaller enn ufiltrerte prøver, er dette en indikasjon på partikkelbundet forurensning. Figur 9 og 10 illustrerer disse forholdene for kobber og sink i BR 1 og BR2. Figurene viser at de ufiltrerte, oppsluttede analysene fra BR1 inneholder høyere konsentrasjoner enn de filtrerte prøvene for de fleste tungmetallene. Dette indikerer at tungmetallforurensningen i stor grad er partikkelbundet. I BR2 kan det også anes tilsvarende forhold, men i svært liten grad. Dette kan skyldes at særlig sinkholdig materiale kan være deponert nær BR2. Undersøkelsene tyder derfor på at tungmetallene opptrer både bundet til partikler og i vannløst fase i grunnvannet i avfallsfyllingen.



Figur 9 Sammenligning av kobberinnholdet i filtrerte og ufiltrerte vannprøver.



Figur 10 Sammenligning av sinkinnholdet i filtrerte og ufiltrerte vannprøver.

Sammenligner man analysene av de passive prøvetakerene (se tabell 1) med kvalitetskriteriene for sjøvann i fjorder (TA-2229/2007), ser man at ved stasjon 2 ble det påvist konsentrasjoner av kobber tilsvarende tilstandsklasse 2 og sink tilsvarende nedre del av tilstandsklasse 4. Ved stasjon 3 ble kobber og sink påvist i nedre del av tilstandsklasse 4, mens bly ble påvist i tilstandsklasse 2.

Det ble påvist kobber og bly i tilstandsklasse 2 ved referansestasjonen (stasjon 5) og sink i klasse 3. Det er ingen markant forskjell mellom stasjon 2 og referansestasjonen, mens en liten forskjell kan ses mellom stasjon 3 og referansestasjonen.

Det påpekes at det ikke er en direkte sammenheng mellom kvalitetskriteriene for sjøvann og DGT-resultatene. Det er også store usikkerheter forbundet med i hvilken grad DGT'ene er blitt påvirket av andre faktorer enn avfallet. Fortolkningen må derfor gjøres kvantitativt. Vi tolker derfor resultatene dithen at vannkvaliteten er relativt lik i sjøen utenfor avfallsfyllingen som ved referansestasjonen.

Påviste konsentrasjoner av kobber og sink overstiger PNEC-verdiene, også i referansestasjonen.

3.2.4 Oppsummering av forurensningstilstand

Overflatemassene/bærelagsmassene er svakt forurenset av sink og tyngre oljeforbindelser (THC C12-C35). Tilsynelatende er disse massene mer forurenset i et område vest for hallene og i et område mot sjøen. Det er mulig at analyser av flere jordprøver vil resultere i at deler av overflate- og bærelagsmassene kan betraktes som rene.

Fyllmassene i sjiktet 0-2 m klassifiseres hovedsakelig i tilstandsklassene 2 og 3, dvs. punktvis svakt til moderat forurenset av en eller flere tungmetaller, PCB og/eller PAH-forbindelser.

Analysene viser spor av olje og krom i fyllmassene ved naustene. Ser man imidlertid på samtlige jordprøver fra dette avgrensede området for seg, er massene kun ubetydelig forurenset av THC C12-C35. Vi tror humusforbindelser kan ha forstyrret analysen av oljeinnholdet, og vurderer derfor fyllmassene ved naustene som rene.

I sjiktet 0-2 m er det imidlertid påvist sterkt forurensede masser i 3 delområder på veftsområdet:

Kildeområde 1: Massene i avfallsfyllingen er sterkt forurensede og klassifiseres i tilstandsklassene 4 og 5 for arsen, bly, kvikksølv, nikkel, sink, THC C10-C12 og TCH C12-C35. I tillegg er massene lettere forurensede (tilstandsklassene 2 og 3) av kadmium, kobber, krom, PCB, PAH-forbindelser og lettere oljeforbindelser (THC C8-C10).

Kildeområde 2: Det er påvist (og observert) markant oljeforurensede fyllmasser i sjiktet 0-2 m tilsvarende tilstandsklassene 4 og 5 i et område mellom porten og plasthallene. Underliggende, antatt naturlige, siltige masser er også forurenset av olje. Utbredelsen i dybden er dermed noe usikker. Tolkning av kromatogrammer tyder på at det hovedsakelig er diesel/fyringsolje som er kilden til forurensningen, men resultatene indikerer også søl av smøreolje. Antatt utbredelse for området er avmerket på tegningene nr. -3 og -4.

Kildeområde 3: Undersøkelsene tyder også på at fyllmassene i et delområde nord for den østlige verkstedbygningen er mer forurenset av tungmetaller enn de øvrige fyllmassene. Det er påvist konsentrasjonene av kobber og sink tilsvarende tilstandsklassene 3 og 4 i dette området.

Ser man bort fra de oljeforurensede massene i tilknytning til det oljeforurensede delområdet og avfallsfyllingen, er dypereliggende, antatt naturlige, siltige masser rene.

Vannprøvene fra grunnvannsbrønnene i avfallsfyllingen klassifiseres generelt som svært forurenset av kobber, sink og TBT (tilstandsklasse 4 og/eller 5) dersom man sammenligner med Klifs klassifiseringssystem for miljøgifter i sjøvann (hvilket ikke er helt relevant sammenligningsgrunnlag). Vannet er noe mindre forurenset av kvikksølv, bly, nikkel, kadmium og pyren (tilstandsklasse 3 og 4). Sammenligning av analysene av filtrerte og ufiltrerte grunnvannprøver tyder på at tungmetallene opptrer både bundet til partikler og i vannløst fase i avfallsfyllingen.

Vi tolker resultatene av analysene av passive prøvetakere dithen at vannet utenfor avfallsfyllingen kan inneholde kobber og sink i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 4, samt bly i klasse 2. Referansestasjonen hadde et nivå av sink tilsvarende tilstandsklasse 3, samt kobber og bly tilsvarende klasse 2, det vil si ingen markant forskjell mellom stasjonene.

4. Vurdering av datagrunnlag

Det sørlige **grøntområdet** utgjør ca. 20 000 m². Med bakgrunn i områdets historikk vurderes det som unødvendig med miljøtekniske grunnundersøkelser i dette arealet.

Det undersøkte verftsområdet er ca. 25 000 m² stort, og i dette inngår naustområdene sør på området. Det er undersøkt i totalt 39 prøvepunkter i tillegg til 5 prøvestasjoner i sjø for passive prøvetakere. I alt 75 jordprøver fra 37 prøvegroper, 8 vannprøver fra 2 brønner og 3 passive prøvetakere er analysert for relevante kjemiske forbindelser.

Siden det er påvist tre områder med forurensning (kildeområder) som avviker fra resten av utbyggingsområdet, vil det være naturlig å ha forskjellig krav til prøvetetthet for kildeområdene kontra den øvrige delen av området som vil komme i kategorien "diffus forurensning".

Avfallsfyllingen er ca. 3 000 m² stort (se tegning nr. -1, rev. A). Det er gravd 7 prøvegroper og satt ned grunnvannsbrønner i to punkter på området nord for veien til kaia. Klifs veileder "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn" (TA 2553/2009) anbefaler 12 prøvepunkter for næringsarealer (sentrumsområder, kontor og forretning) med punktkilder med kjent lokalisering. Siden utbredelsen av avfallet er rimelig godt avklart og det er analysert både vannprøver og passive prøvetakere (DGT), vurderes prøvetettheten likevel som tilstrekkelig for undersøkelsens formål.

Det **oljeforurensede området** er ca. 2 000 m² stort. Det er gravd 9 prøvegroper i dette området. Klifs veileder "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn" (TA 2553/2009) anbefaler 8 prøvepunkter for næringsarealer med punktkilder med kjent lokalisering. Prøvetettheten vurderes derfor å være meget god.

Det **tungmetallforurensede området** er også ca. 2 000 m² stort. Det er gravd 5 prøvegroper i dette området. Klifs veileder "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn" (TA 2553/2009) anbefaler 8 prøvepunkter for næringsarealer med punktkilder med kjent lokalisering. Prøvetettheten er dermed noe begrenset, men sett på utbyggingsområdet under ett, vurderes prøvetettheten likevel som tilstrekkelig for undersøkelsens formål.

Resten av **verftsområdet** er ca. 18 000 m² stort, og det er tatt prøver fra til sammen 16 prøvepunkter på området. Klifs veileder anbefaler 28 prøvepunkter for næringsarealer med diffus forurensning (ingen kjente punktkilder). Siden utbredelsen av kildeområdene er rimelig godt avklart, punktene er jevnt fordelt på området og undersøkelsene viser relativt lik massefordeling på området, vurderes imidlertid prøvetettheten å være god og tilstrekkelig for undersøkelsens formål.

Miljøgeolog var tilstede i felt for å vurdere grunn- og forurensningsforholdene, samt sikre at prøvetaking og håndtering av prøver ble utført iht. Klifs retningslinjer for miljøtekniske grunnundersøkelser (veileder TA 1629/1999). Det ble analysert jordprøver fra forskjellige dybder og vannprøver over en periode på ca. ½ år. Jord- og vannprøvene vurderes derfor å være representative for forurensningssituasjonen.

Jord-, vann- og DGT-prøvene ble analysert for de mest aktuelle miljøgiftene hos akkreditert laboratorium. Det er etter vår mening ikke grunn til å mistenke at området er forurenset av andre miljøgifter i en slik grad at det har betydning for vurderingen av forurensningssituasjonen.

Stasjonene 2 og 3 ligger imidlertid svært nær kaien med flere båter i aktivitet, og det er påvist svært forurensede sedimentter i fjorden. Det kan derfor ikke utelukkes at DGT-prøvene kan ha blitt påvirket av faktorer som oppvirvling av sedimentter samt kobber-holdig bunnstoff og sinkanoder på båtene.

Siden plasseringen av prøvepunktene har vært noe begrenset av eiendommens bruk, herunder bygninger, er avgrensninger forbundet med vesentlig usikkerhet. Undersøkelsen er basert på stikkprøver, og det kan derfor ikke utelukkes at det finnes områder med annen forurensningsgrad enn det som er påvist i undersøkelsen.

Siden reguleringsplanen ikke er fastlagt, må datagrunnlaget vurderes på nytt i forkant av de enkelte byggetrinnene.

5. Risikovurderinger

I forbindelse med den orientende miljøtekniske grunnundersøkelsen ble forurensningssituasjonen risikovurdert i henhold til Klifs veiledning 99:01A og veilederen "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn" (TA-2553/2009).

Dette kapitlet er en redigert versjon av risikovurderingen med oppdateringer i forhold til resultatene fra de supplerende miljøtekniske grunnundersøkelsene som er gjort i ettertid.

De supplerende dataene fra jordprøver medførte ikke store endringer, hverken i vurderingene av helsefare eller i de generelle spredningsvurderingene.

Spredningsfaren fra avfallsfyllingen er imidlertid vurdert mer detaljert fordi forurensningsgraden skiller seg ut, og fordi utlekkingsforholdene er spesielt undersøkt med vannprøver og passive prøvetakere (DGT).

5.1 Helserisiko

Klif har utarbeidet tilstandsklasser for å forenkle helsebasert risikovurdering (TA-2553/2009) og gir videre føringer for hvilket forurensningsnivå som kan aksepteres ved forskjellig arealbruk, se figur 11.

Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for fluoranten, fluoren, naftalen og pyren. Det vurderes imidlertid ikke som nødvendig å gjøre spesielle vurderinger av disse stoffene fordi det er utarbeidet tilstandsklasser for benzo(a)pyren som er den antatt mest giftige PAH-forbindelsen, samt at Sum PAH er klassifisert.

Det er heller ikke utarbeidet tilstandsklasser for etylbenzen, xylen eller DDT. Det anses imidlertid ikke som hensiktsmessig å vurdere etylbenzen, xylen eller DDT videre fordi overkonsentrasjoner hovedsakelig er påvist i jordprøver relatert til avfallsmasser og påvist oljeforurenset område. Dette betyr at massene allerede er klassifisert som svært forurenset i de fleste av disse prøvepunktene.

5.1.1 Industriarealer - dagens arealbruk

En vurdering av figur 11 mot analyseresultatene i vedlegg A, tilsier at dagens bruk av eiendommen til industrivirksomhet helsemessig generelt er forsvarlig, siden opp til tilstandsklasse 4 kan aksepteres i sjiktet 0-1 m.

Unntaket er et punkt i kildeområde 2 (PG35) der det er påvist oljekonsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 5, som i utgangspunktet ikke skal finnes i de øvre massene. De oljeforurensede massene i kildeområde 2 er imidlertid tildekket av akseptable masser, om enn i mektigheter mindre enn 1 m enkelte steder, slik at eksponeringsmulighetene vurderes som minimale for brukerne av området.

Vi mener derfor det er helsemessig forsvarlige forhold for dagens brukere av området slik massene ligger i dag. **Miljømål A** vurderes derfor som oppfylt ved dagens arealbruk.

På grunn av påvist forurensning i tilstandsklassene 4 og 5 må det imidlertid utføres en spredningsvurdering for å avgjøre om risikoen totalt sett er akseptabel, se kap.5.2.

| Tilstandsklasser for forurenset grunn | 1 Meget god | 2 God | 3 Moderat | 4 Dårlig | 5 Svært dårlig |
|---|--|----------|--------------|---|---|
| Egnethet relatert til forurensning i øvre lag (< 1 m dybde) | Boligområder Jord til dyrkning av grønnsaker må tilfredsstillende tilstandsklasse 1 for PCB _{sum 7} , PAH _{sum 16} , benzo(a)pyren, cyanid og heksaklorbenzen | | Næringsareal | Industri og trafikkareal dersom risikovurdering av spredning viser akseptable forhold | Ingen arealbruk aktuell |
| Egnethet relatert til forurensning i dypere lag (> 1 m dybde) | Bolig, næring, industri og trafikk | | | Bolig dersom risikovurdering av spredning viser akseptable forhold. For alifater C10-C12, benzen og trikloreten må risikovurdering av avgassing i tillegg vise tilfredsstillende forhold | Ikke aktuelt for boligområder |
| | | | | Næring, industri og trafikk dersom risikovurdering av spredning viser akseptable forhold | Næring, industri og trafikk dersom risikovurdering av <u>både</u> helse og spredning viser akseptable forhold |

Figur 11 Tilstandsklasser og tilhørende arealbruk i Klifs veileder "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn" (TA 2553/2009).

5.1.2 Boligområder – planlagt arealbruk

Boligområder er hovedsakelig planlagt på den sørlige delen av området, som i dag kun har et bolighus og et naustområde. Det tynne laget med matjord/løsmasse over fjell og løsmassene ved naustene antas som rene. **Miljømål A** vurderes dermed som oppfylt for de planlagte boligene på den sørlige delen.

Risikovurderingen tar høyde for at boliger kan bli plassert andre steder, samt at det eventuelt kan bli aktuelt å flytte masser på utbyggingsområdet. Boligområder inkluderer også grøntareal rundt boligene.

En vurdering av figur 11 mot analyseresultatene i vedlegg A, tilsier at det er helsemessig forsvarlig å bygge boliger på store deler av fyllmassene, bærelagsmassene og de naturlige, siltige massene (områder med tilstandsklassene 1 og 2). Det er imidlertid ikke helsemessig forsvarlig å bygge boliger i de 3 kildeområdene uten at masser i tilstandsklasse 5 først fjernes.

Gjenstår masser med olje i tilstandsklasse 4 i kildeområdene 1, 2 og 3, må det sikres at gass fra oljen unngås inne i bygningene. Dette kan gjøres ved gass-sikringstiltak som eksempelvis luftesløyfer i drenslag, gasstett membran eller garasjekjeller med mekanisk ventilasjon.

I tillegg må rene masser tilføres i den øvre meteren rundt bygningene. Tildekking av massene vil da medføre minimalt med direkte eksponeringsmuligheter.

Dersom bærelagsmassene ønskes brukt i den øvre meteren, må enkelte lokale forhøyede konsentrasjoner av sink og THC C12-C35 (tilstandsklasse 3) avgrenses nærmere. Ingen bærelags-/fyllmasser fra verftsområdet vurderes som egnet til dyrking av grønnsaker, ikke bare på grunn av forureningsgrad, men også på grunn av tekstur.

Miljømål A er med andre ord ikke oppfylt for framtidige boligarealer dersom de etableres utenfor det sørlige grøntarealet. Ved å gjøre tiltak relatert til lokale tungmetall-, olje- og PAH-

forurensede masser kan imidlertid miljømål A tilfredsstilles samt at store deler av fyllmassene, bærelagsmassene og de naturlige massene kan omdisponeres på boligarealer.

På grunn av påvist forurensning i tilstandsklassene 4 og 5 i de 3 kildeområdene må det imidlertid utføres en spredningsvurdering for å avgjøre om risikoen totalt sett er akseptabel, se kap. 5.2.

5.1.3 Næringsområder – planlagt arealbruk

Dagens verftsområde er planlagt å være et næringsområde med faste dekker på veier og parkeringsarealer.

En vurdering av figur 11 mot analyseresultatene i vedlegg A, tilsier at det er helsemessig forsvarlig å føre opp næringsbygg direkte på store deler av området, med unntak av i kildeområdene 1 og 2 på grunn av påvist bly- og oljeforurensning (klasse 5). Det ene punktet med påvist konsentrasjon tilsvarende tilstandsklasse 4 i kildeområde 3 vurderes å være av underordnet betydning.

Utfører man gass-sikringstiltak i eventuelle bygninger (eks. gasstett membran, parkeringskjeller med mekanisk ventilasjon, luftesløyfe under bygning), vil det være akseptabelt å la de oljeforurensede massene bli liggende i næringsområder. De helsemessige forholdene blir da akseptable siden helsefare fra gass unngås, og tildekking av massene medfører minimalt med andre direkte eksponeringsmuligheter.

Miljømål A er dermed oppfylt for framtidige næringsarealer for store deler av det undersøkte området. Ved avfallsfyllingen og ved det oljeforurensede området må det imidlertid utføres tiltak for at miljømål A skal oppfylles (kildeområdene 1 og 2).

På grunn av påvist forurensning i tilstandsklassene 4 og 5 i de 2 kildeområdene, må det imidlertid utføres en spredningsvurdering for å avgjøre om risikoen totalt sett er akseptabel, se kap. 5.2.

5.2 Spredningsbasert risikovurdering

De supplerende miljøtekniske grunnundersøkelsene resulterte i funn av 3 avgrensede kildeområder med behov for risikovurdering av spredningsforholdene.

Risikovurderingen i rapport nr. 214164-2 konkluderte med at spredningsfaren fra fyllmassene var ubetydelig, mens spredningsfaren fra avfallsfyllingen burde undersøkes nærmere. De supplerende miljøtekniske grunnundersøkelsene av fyllmassene på verftsområdet har ikke påvist masser med annen forurensningsgrad enn i tidligere undersøkelser. Det vurderes derfor ikke som nødvendig å vurdere spredningsforholdene ytterligere fra kildeområdene 2 og 3. **Spredningsrisikoen fra kildeområdene 2 og 3 vurderes med andre ord som ubetydelig, både ved dagens arealbruk og ved eventuell utgraving.**

Avfallsfyllingen (kildeområde 1) skiller seg ut med tanke på forurensningsgrad, og analysene av vannprøver og passive prøvetakere omhandler kun spredningsforholdene fra avfallsfyllingen. Det er derfor valgt å kun vurdere spredningsfaren fra kildeområde 1 i dette kapitlet.

Miljøgifter fra avfallet kan transporteres ut til sjøen løst i vann eller knyttet til partikler i suspensjon. I det etterfølgende gis en kort beskrivelse av mulige spredningsmetoder/-veier som kan være aktuelle for miljøgifter fra avfallsfyllingen (og eventuelt fra andre forurensede masser).

5.2.1 Nedbør og tidevannspåvirkning

Store deler av området har i dag, og vil i fremtiden ha, faste dekker eller være overbygget, slik at mulighetene for infiltrasjon av nedbør og annet overflatevann vil være svært begrenset. Vann

fra de delene av nedbørsfeltene som ligger oppstrøms eiendommen, vil også være begrenset fordi dette vil bli drenert utenom i eksisterende ledningsnett.

Nedbør som faller på åpne områder, vil trenge ned i fyllmassene og drenerer vertikalt ned til grunnvannet. Dette ligger i overgangen til siltige masser som gir liten mulighet for videre spredning i dybden.

I tillegg kommer nedbør som drenerer inn i avfallet som grunn- og overflatevann fra de delene av nedbørsfeltene som ligger oppstrøms avfallsfyllingen, men denne vil være liten. Nedbøren fører på denne måten til en netto vannstrøm gjennom avfallet og ut til sjøen via grunnvannet. Vann som på denne måten kommer i kontakt med avfallet, kan løse ut miljøgifter som transporteres til sjøen. Denne grunnvannsstrømmen har så lav hastighet at den ikke vil rive med seg og transportere partikler ut av avfallet.

Eiendommen grenser til sjøen, slik at deler av området kan være påvirket av tidevann, spesielt gjelder dette avfallsfyllingen i nord. Vannstandsendinger i tidevannspåvirkede områder skyldes i hovedsak endring i trykk og bare i liten grad faktisk strømming av vann. Dette innebærer at det bare er i området nærmest fjorden at vannet blir "skiftet ut" to ganger i døgnet som følge av flo og fjære, mens vannet i den øvrige delen av eiendommen vil "migrere" sakte i grunnvannstrømmens retning. Nær sjøkanten vil påvirkningene av tidevann kunne generere betydelige utskiftninger av grunnvannet. I disse grenseområdene vil derfor tidevannet kunne bevirke en raskere og større utvasking av forurensningskomponenter. Dette gir samtidig betydelige fortyningseffekter i randsonene.

Selv om vannet til en viss grad "pendler" frem og tilbake i fyllingen som følge av tidevannsforskjeller, forventes netto utstrømming til sjø å være relativt liten. Dette bekreftes av at målinger av ledningsevne og pH viser begrenset kontakt med sjøvann i de 2 grunnvannsbrønnene i avfallsfyllingen.

5.2.2 Erosjon og partikkeltransport

Avfallsmassene er iblandet sandige, siltige masser som inneholder relativt mye finstoff. De mineralske fyllmassene rundt avfallsfragmentene vil derfor ha gode filtreringsegenskaper for partikkelbundet forurensning. Det er ikke kjent om det ligger et lag med andre masser mellom avfallsmassene og sjøen. Kun plastring av kanten mot sjø med blokk er synlig. Mektigheten av fyllmasser mellom avfall og sjø er imidlertid trolig liten, noe som betyr at det ikke kan regnes med ekstra filterkapasitet fra andre masser.

Det kan tenkes at nedbrytning av avfallet vil kunne produsere noe finstoff over tid. Avfallet i seg selv vil imidlertid virke som et filter mot partikkelstrøm.

Avfallsfyllingen er ikke av ny dato, og finstoff som har potensiale for å bli vasket ut fra de ytre delene mot sjøen, er sannsynligvis vasket ut for lenge siden. Transport av partikler fra avfallet og ut til åpen sjø med strømmende vann som følge av tidevannspumping eller grunnvannserosjon, vurderes derfor som meget lite sannsynlig fordi finstoffet i avfallsmassene vil virke som filtermedium, og fordi grunnvannsstrømmen har liten eroderende kraft og transportevne av partikler.

5.2.3 Diffusjon

Så lenge det er høyere konsentrasjoner av løste miljøgifter i avfallets porevann enn ute i sjøen, vil det drives miljøgifter ut i sjøen ved diffusjon. I avfallsfyllingen vil diffusjonsmekanismen være neglisjerbar i forhold til transporten med grunnvannstrøm og tidevannspåvirkning. Mye av de løste tungmetallene ventes dessuten å bli adsorbent av finstoff i fyllmassene som er iblandet avfallet.

5.2.4 Nedbrytning

Deler av avfallsmassene forventes å ligge over vann, det vil si under aerobe forhold der organiske forbindelser (olje og PAH) brytes ned over tid og reduserer spredningspotensialet.

Hovedandelen av avfallsmassene forventes imidlertid å ligge under grunnvannstanden, det vil si uten oksygentilgang. Under anaerobe forhold vil lite nedbrytning foregå.

Avfallsmassene inneholder lite nedbrytbart materiale (dvs. organisk avfall) og er derfor ikke av en slik art at det forventes dannelse av metan.

5.2.5 Adsorpsjon

Forurensning er hovedsakelig påvist i sandige, noe humusholdige og siltige fyllmasser. Dette er masser som generelt sett har god evne til å absorbere/adsorbere mange typer forurensning og begrenser mulighetene for spredning av forurensning i grunnen.

Eksempelvis er de påviste konsentrasjonene av olje langt under massenes retensjonskapasitet ("evne til å holde tilbake"), og det vil derfor ikke foregå spredning av olje i fri fase. Retensjonsverdien for fyringsolje i grov sand/middels sand er eksempelvis 16 000 mg/kg.

5.2.6 Forurensning løst i vann

Tungmetaller er generelt lite mobile i vann. Store deler av avfallet forventes å ligge under vann, noe som tilsier anaerobe forhold. Under anaerobe forhold, spesielt med sjøvannspåvirkning, vil tungmetaller bli bundet som sulfider (spesielt kvikksølv, bly og nikkel) i forbindelser som er svært lite løselige i vann.

Organiske forbindelser som PAH og THC er generelt svært lite løselige i vann.

For å vurdere om påvist forurensning **løst i vann** kan medføre uønskede konsekvenser for akvatisk liv i Karmsundet, er det foretatt en oppdatert vurdering basert på følgende forutsetninger fra risikovurderingen i rapport nr. 214164-2:

- Det skal ikke forekomme forurensningsspredning til resipienten (fjorden) som kan påvirke vannlevende organismer og det akvatiske miljøet i utstrømningsområdet i sjøen.
- Som kriterier for akseptabel vannkvalitet i fjorden benytter vi PNEC-verdier ("predicted no effect concentration").
- Fra disse kriteriene kan en regne seg tilbake til akseptkriterier for forurensning i jorda via sigevann/grunnvann og porevann ved å benytte konservative verdier for fortynningsfaktorer og K_d faktorer (fasefordelingskoeffisient mellom konsentrasjon i porevann og jord).
- For å beregne en stedsspesifikk "akseptabel" jordkonsentrasjon antar vi en fortynningsfaktor som fremgår av tabell 2, og en forenkling av formel nr. 1 i Klifs veileder 99:01 (TA-1629/99).

Resultatene av beregninger av akseptkriterium for spredningsfare fra undersøkelsesområdet er vist i tabell 3. PNEC-verdier og K_d -faktorer er hentet fra Aquateams rapport nr. 06-039 "Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn" (utarbeidet for Klif). Det er valgt å kun vurdere benzo(a)pyren av PAH-forbindelsene, fordi den er den antatt mest giftige forbindelsen. Sum PAH er ikke tatt med på grunn av lite tilgjengelige data.

Kolonnen "beregnet akseptabel konsentrasjon i grunnvann" er tilføyd i forhold til tidligere utført risikovurdering. I tillegg er data for TBT tilføyd i tabell 3.

Dette er en teoretisk og konservativ måte å vurdere spredningspotensialet på. Eksempelvis vil valg av K_d -faktor har stor innvirkning på beregningene, noe som er aktuell problemstilling for flere av tungmetallene. Fortynningen utover i fjorden vil i kort avstand fra sjøkanten trolig være betydelig større enn faktoren på 20 benyttet i beregningene. Det er heller ikke tatt hensyn til at adsorpsjon til jordmassene i stor grad vil hindre mobilisering og spredning av forurensning.

Tabell 2 Fortynningsfaktor (fra porevann til fortynning i Karmsundet).

| Spredningsvei | Kommentar | Fortynningsfaktor |
|--|---|-------------------|
| Fortynning fra porevann til sigevann/grunnvann | Forurensning i porevannet vil gradvis fortynnes ved diffusjon og mekanisk fortynning. Denne fortynningen varierer litt fra parameter til parameter, men er ca. 8-12 ganger. | 10 |
| Fortynning av grunnvannet før utløp i fjorden | Vi forutsetter en gjennomsnittlig fortynning på 10 som følge av tilsig av sigevann fra omkringliggende arealer og antatt rene områder, da området hovedsakelig har, og skal ha, tette dekker og kort avstand til sjøen. | 10 |
| Fortynning i fjorden | EU anbefaler at det benyttes en fortynningsfaktor på 10 i sjøen for å vurdere strandsoneeffekter (dvs. effekter på organismer som lever i utstrømningssonen) dersom en ikke har mer konkret informasjon om fortynningsforholdene. Dette anses som en svært konservativ faktor, og denne multipliseres derfor med 2. | 20 |
| Samlet fortynningsfaktor (faktorene multiplisert med hverandre) | | 2000 |

Tabell 3 Beregnede akseptkriterier for spredningsrisiko.

| Stoff | PNEC-verdi (mg/l) | K _d -verdi (l/kg) | Beregnet akseptabel konsentrasjon i grunnvann, C _w (µg/l) | Beregnet akseptabel konsentrasjon i jord (mg/kg TS) |
|----------------------------|-------------------|------------------------------|--|---|
| Arsen | 0,01 | 100 | 1000 | 2000 |
| Bly | 0,000182 | 1000 | 182 | 364 |
| Kadmium | 0,0000276 | 2100* | 2,8 | 116 |
| Kobber | 0,00002 | 22000* | 2 | 880 |
| Krom | 0,00064 | 2000 | 64 | 2560 |
| Kvikksølv | 0,000048 | 61000* | 48 | 5856 |
| Nikkel | 0,00131 | 11200* | 100 | 29344 |
| Sink | 0,00292 | 34000* | 300 | 198560 |
| ΣPCB | 0,000002 | 5000 | 0,2 | 20 |
| Benzo(a)pyren | 0,00005 | 6600 | 5 | 660 |
| Benzen | 0,017 | 0,7 | 1700 | 23,8 |
| Xylen | 0,0012 | 2,5 | 120 | 6 |
| THC, C8-C10 | 0,040 | 320 | 4000 | 25600 |
| THC, C10-C12 | 1 | 2500 | 100000 | i.n. |
| THC, C12- C35 | 1 | 50000 | 100000 | i.n. |
| DDT | 0,000001 | 4086 | 0,1 | 8,2 |
| 1,2,4,5-tetraklorbenzen ** | 0,010 | 59 | 1000 | 1180 |
| Heksaklorbenzen ** | 0,00003 | 115 | 3 | 6,9 |
| Pentaklorfenol ** | 0,0004 | 16 | 40 | 12,8 |
| TBT | 0,0000002 | 26 | 0,02 | 0,01 |

* Det er valgt å bruke gjennomsnittsverdien for K_d-faktor fra ekstraksjon av 24 forurensede jordprøver (Bioforsk-data)

i. n. - Ingen relevant normverdi på grunn av svært høye teoretiske verdier

** ikke påvist, men inkludert i spredningsvurderingene på grunn av forhøyet deteksjonsgrense

Det er påvist konsentrasjoner som overstiger akseptkriteriene for **bly** i flere av avfallsmasseprøvene. I grunnvannsprøvene er det imidlertid ikke påvist konsentrasjoner som overstiger akseptabel grunnvannskonsentrasjon. De passive prøvetakerne var ikke spesielt påvirket av bly (tilstandsklassene 1 og 2). Dette indikerer at det ikke foregår uønsket spredning av bly.

Det er påvist overskridelse av akseptkriteriene for **kobber** i de fleste grunnvannprøvene, og **sink** i 2 av vannprøvene fra BR2, men ikke i jordprøvene. De påviste kobber-konsentrasjonene i vann i tilstandsklasse 5 tilsvarer verdier som er fra ca. 5 til 14 ganger høyere enn akseptkriteriet, mens sink-overskridelsene i vann er mindre enn 10 %. Grunnvann vil naturlig ha høyere konsentrasjoner enn åpen sjø, og det må derfor kunne aksepteres vesentlig høyere konsentrasjoner i grunnvann enn i åpen sjø. Dette indikerer lavt potensiale for effekter på akvatisk liv som følge av de påviste konsentrasjonene av kobber og sink i grunnvannet.

Avfallsmassene har ligget med stabile forhold i svært mange år, og utlekkingspotensialet vil avta med tiden. I ekstreme vær-situasjoner vil utlekkingspotensialet øke noe på grunn av økte vannmengder, men samtidig vil fortyningen også være større.

Grunnvannsprøvene indikerer at spredningspotensialet hovedsakelig er knyttet til **kobber**. Jordprøvene fra avfallsmassene inneholder imidlertid kobber i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3. Dette er en tilstandsklasse som det normalt ikke er behov å vurdere spredningsfare fra i henhold til Klifs veileder (TA-2553-2009) på grunn av liten risiko for spredning av betydning.

I følge leverandøren akkumulerer passive prøvetakere kun den delen av forurensning som organismer kan ta opp fra vannet, og resultatene vil således belyse om **kobber** og **sink** utgjør en fare for akvatisk liv.

Resultatene i tabell 1 viser at nettopp kobber og sink er påvist i tilstandsklasse 4 utenfor avfallsfyllingen. For kobber er imidlertid variasjonen mellom stasjonene og referansestasjonen mindre enn en faktor på 3, og for sink er variasjonsfaktoren mindre enn 2. For bly er variasjonen hele 43 ganger, men fremdeles i tilstandsklasse 2. Dette indikerer at forholdene rett utenfor avfallsfyllingen ikke er så annerledes enn det som kan forventes ellers i fjorden.

De passive prøvetakerne (stasjon 2 og 3) ligger svært nær kaien der båttrafikk kan medføre oppvirvling av svært forurensede sedimenter i fjorden og dermed påvirke DGT-prøvene. Dette gjelder spesielt stasjon 3 som er på den siden av kaien der store skip legger til. Sedimentene er spesielt forurenset av bly, kobber og sink i nærområdet til kaien (punktet U2 i NIVAs rapport nr. 5716-2009). Stasjon 2 ligger også ved utløpet av en bekk og vil kunne påvirkes av dette. Dette betyr at det er usikkerhet knyttet til i hvilken grad DGT'ene er påvirket av avfallsfyllingen.

Det er nærliggende å tro at avfallsfyllingen kan være en medvirkende årsak til de forurensede sedimentene i sjøen. Sedimentene i fjorden utenfor er imidlertid i tillegg sterkt forurenset av PAH-forbindelser og TBT, mens disse forbindelsene ikke er påvist i jord- og grunnvannsprøver i slik grad at det er grunn til å tro at avfallsfyllingen er en viktig kilde.

Forskjellen mellom resultatene fra referansestasjonen og de øvrige DGT-stasjonene er så liten at vi på dagens grunnlag vurderer det som lite sannsynlig at de forhøyede konsentrasjonene av kobber og sink stammer fra avfallsfyllingen. Vi vurderer det som mer sannsynlig at dette er forårsaket av fjordens generelle tilstand og påvirkning fra oppvirvling av forurensede sedimenter og bunnstoff/anoder på båtene som anløper kaien. Dette betyr videre at den faktiske spredningen av tungmetaller løst i vann fra avfallsfyllingen vurderes som ubetydelig.

Sett under ett, vurderer vi det som lite trolig at påvist tungmetallforurensning utgjør en risiko for akvatisk liv i Karmsundet fordi:

- Passive prøvetakere viser at innholdet av tungmetaller løst i vann ikke er vesentlig større utenfor avfallsfyllingen enn ved referansestasjonen.
- Transporten i grunnvannet skjer sannsynligvis i stor grad som løste forbindelser som raskt vil fortynnes når de når ut i fjorden og som da ikke vil utgjøre noen risiko for denne.
- Fortynningen utover i fjorden vil i kort avstand fra sjøkanten trolig være betydelig større enn faktoren på 20 benyttet i beregningene.
- Det er i beregningene av akseptkriterier ikke tatt hensyn til at adsorpsjon til jordmassene i stor grad vil hindre mobilisering og spredning av forurensning.
- Avfallsfyllingens alder og stabile forhold tilsier at forurensning med spredningspotensiale sannsynligvis er vasket ut for lenge siden.
- Kobber-innholdet i avfallet ligger i tilstandsklasse 3 som normalt ikke medfører spredningsfare.

På bakgrunn av dagens tilgjengelige informasjon vurderes derfor miljømål B å være oppfylt ved dagens arealbruk og ved planlagt arealbruk.

5.2.7 Biologisk aktivitet

Eventuell biologisk aktivitet (eks. bunndyr) i kontakt med miljøgifter på overflaten av avfallsfyllingen i sjøen antas å være ubetydelig da avfallet ikke er eksponert direkte mot sjøen. Slik eventuell biologisk aktivitet er uansett ikke ventet å representere noen spredningsmekanisme av betydning.

5.2.8 Økotoksikologisk vurdering

Mikroorganismer lever hovedsakelig i den øverste jordsonen (0-0,5 m). Avfallsmassene er kun tildekket med 0,1-0,3 m med grusige masser. Dette betyr at forurensning kan teoretisk sett tas opp av planter eller mikroorganismer ved dagens situasjon. Arealene er imidlertid begrensede, og det vurderes som liten risiko for at miljøgifter spres oppover i næringskjeden i nevneverdig grad ved dagens situasjon.

Arealene er planlagt tildekket av bygninger og tette dekker. Hvis et område blir dekket av tette dekker, vil det resultere i dårlige levevilkår for mikroorganismer og ingen plantevekst. Mikroorganismer eller planter påvirkes dermed ikke av forurensningen.

Miljømål C er dermed oppfylt både ved dagens og ved planlagt arealbruk fordi det er svært liten risiko for at forurensning kan tas opp av planter eller mikroorganismer slik at miljøgifter spres oppover i næringskjeden.

5.2.9 Spredningsfare under eventuelle gravearbeider

Ved graving i avfallsmassene vil det være fare for utlekking av miljøgifter fra området. Eventuell utgraving vil sannsynligvis foregå over et begrenset tidrom, noe som begrenser utlekkingsfaren.

Spredningsfaren under utgraving vil i hovedsak være relatert til partikkelbundet forurensning. Bruk av siltgardin vil kunne redusere partikkelspredningen.

Sedimentene i fjorden er allerede meget forurenset av tungmetaller, PAH-forbindelser og TBT. Etter vår mening vil ikke spredning av forurensede partikler under en eventuell kortvarig utgraving ha merkbar betydning for det akvatiske miljøet i fjorden.

5.3 Konklusjon på risikovurdering

Helsebasert risikovurdering konkluderer med at påvist forurensning på eiendommen ikke innebærer helsefare ved dagens arealbruk som **industritomt**. **Miljømål A** vurderes derfor å være oppfylt ved dagens arealbruk.

Miljømål A er oppfylt for framtidige **boligarealer** dersom de etableres på det sørlige grøntarealet, og store deler av fyllmassene, bærelagsmassene og de naturlige massene fra verftsområdet kan omdisponeres på boligarealer (tilstandsklasse 1 og 2). Ved kildeområdene 1, 2 og 3 må imidlertid tiltak utføres for at miljømål A skal oppfylles.

Helsebasert risikovurdering av planlagte **næringsarealer** konkluderer med at **miljømål A** er oppfylt for framtidige næringsarealer for store deler av det undersøkte området. Ved avfallsfyllingen og ved det oljeforurensede området må det imidlertid utføres tiltak for at miljømål A skal oppfylles (kildeområdene 1 og 2).

Spredningsbasert risikovurdering konkluderer med liten spredningsfare fra de 3 kildeområdene. **Miljømål B** er dermed oppfylt ved dagens og ved planlagt arealbruk.

Spredningsbasert risikovurdering viser videre at mikroorganismer og planter ikke påvirkes av forurensningen, og at forurensningen dermed ikke forplanter seg oppover i næringskjeden. **Miljømål C** er dermed oppfylt ved dagens og ved planlagt arealbruk.

6. Tiltaksvurderinger

6.1 Tiltaksbehov

Siden det ikke foreligger endelige planer for utbygging av området, er det behov for å vurdere tiltak i forhold til dagens arealbruk som trolig vil vedvare i noen år. Risikovurderingen viser at behovet for tiltak ved dagens arealbruk er svært begrenset.

Ved utbygging av dette området er det klart behov for tiltak for å sikre forsvarlig håndtering av forurenset grunn, spesielt siden det er registrert masser både i tilstandsklasse 4 og 5. Tiltakene må dermed omfatte oppgraving og borttransport av masser, i tillegg til masseflytting internt på området og gass-sikring av bygninger.

Siden risikovurderingen viser at de forurensede massene i kildeområdene 1, 2 og 3 sannsynligvis ikke representerer en spredningsfare, kan disse massene gjenbrukes på tomten under visse forutsetninger relatert til dybdeforhold og arealbruk for å sikre helsemessig forsvarlige forhold. Vi anbefaler imidlertid ikke gjenbruk av avfallsmasser eller andre masser i tilstandsklasse 5, uansett arealbruk.

6.2 Vurdering av alternative tiltak

En kan tenke seg flere muligheter for å ivareta forurensningssituasjonen på eiendommen. Vi har skissert 4 alternative fremgangsmåter:

1. Eiendommen beholdes som den er, som en industrieiendom uten spredningsrelaterte tiltak.
2. Eiendommen beholdes som den er, som en industrieiendom, men med tiltak relatert til spredning fra avfallsfyllingen.
3. Eiendommen ryddes fullstendig for forurensning.
4. Opprydding til det nivået som er faglig påkrevet.

I det påfølgende foretas en kort gjennomgang av fordeler og ulemper med disse 4 alternativene.

6.2.1 Alternativ 1: Fortsatt industri – ingen tiltak

Dette innebærer at eiendommen benyttes videre som i dagens situasjon, og at ingen byggetiltak utføres. Det er meget sannsynlig at dette vil være situasjonen i noen år framover.

Alternativet innebærer at risikoen forbundet med mulig spredning fra grunnen aksepteres, og at ingen sikringstiltak gjennomføres.

Dersom det ikke skal utføres byggetiltak, vil det ikke være hensiktsmessig å foreta omfattende gravearbeider som kan gi full oversikt over forurensningssituasjonen. Masser i tilstandsklasse 5 kan i følge veilederen (TA-2553/2009) tillates på en industritomt.

Et argument for at en slik løsning kan være forsvarlig, er at området har ligget slik i lang tid, uten skjermende eller forurensningsbegrensende tiltak. Det er sannsynlig at forurensningstransporten var høyere da det var full drift ved verftet, og de forurensede fyllmassene var "ferske". Det aller meste av den forurensning som har vært tilgjengelig for mobilisering, er i dag utvasket og spredt fra eiendommen. Tiltak som utføres nå, vil følgelig være av liten betydning, relativt sett.

Et annet argument er at transporten i grunnvannet sannsynligvis overveiende skjer som løste forbindelser. Disse vil raskt fortynnes når de når ut i resipienten og vil da ikke utgjøre noen risiko for denne. Forurensningene som en ser i sedimentene, har trolig oppstått som følge av direkte tilførsel av ulike materialer, f.eks. maling, bunnstoff, oljer og sot, blåsesand etc..

Avfallsfyllingen har imidlertid noe begrenset overdekning med rene nok masser siden Klifs retningslinjer tilsier at den øvre meteren ikke skal ha forurensningsgrad over tilstandsklasse 4. Tilstandsklasse 5 er påvist for bly i disse massene, og i prinsippet burde da avfallsfyllingen tildekkes. Siden arealene ikke er store, og områdene er lite tilgjengelige for allmennheten vurderer vi det imidlertid som forsvarlig at ingen tiltak utføres så lenge dagens industrielle aktivitet fortsetter. Dette må ses på som en midlertidig løsning i påvente av planlagt utbygging.

Dette alternativet er kostnadmessig gunstig, og utførte undersøkelser og risikovurderinger støtter en slik vurdering av spredningsforholdene.

6.2.2 Alternativ 2: Fortsatt industri – spredningstiltak ved avfallsfyllingen

Dette alternativet innebærer også at eiendommen benyttes videre som i dagens situasjon, og at ingen byggetiltak utføres.

Alternativet innebærer at risikoen forbundet med mulig spredning fra avfallsfyllingen ikke aksepteres, og at sikringstiltak derfor gjennomføres for å redusere spredningspotensialet.

Dette kan omfatte tildekking eller utlegging av tilleggsfyllinger ved avfallsfyllingen, slik at eksponeringsmuligheter blir mindre, og transportavstanden for eventuelle forurensninger i grunnvannet blir større.

Dersom forurensning hovedsakelig er knyttet til partikler, vil etablering av et filter mellom avfallsmassene og sjøen redusere spredningsfaren betraktelig. Eksempelvis kan man legge et lag som er 0,5-1,0 m tykt bestående av velgradert, knust stein i fraksjonen 0-32 mm. Alternativt kan man legge dobbel fiberduk (klasse 4) som vist i figur 12.

Fordelen er at sandlaget eller fiberduken vil fungere som et filter mot partikkelbundet forurensningsspredning og stoppe eventuell biologisk generert forurensningsspredning via akvatiske organismer i sjøkantsonen. Filteret vil imidlertid ikke hemme spredning av forurensning løst i vannfasen.

Et sandlag eller fiberduk kan legges på utsiden av dagens fylling eller som en innvendig grøft med sand. Det antas at i dag fungerer utenforliggende sedimenter som en barriere for partikkeltransport fra eventuelle avfallsmasser som ligger dypere enn sedimentlaget, det vil si ca. kote -1 langs deler av fyllingsfronten (mot bekken).

Utlegging av filter på utsiden av avfallsfyllingen er plasskrevende siden filteret må beskyttes av lag med andre masser på begge sider, for å hindre at det ødelegges. Dette vil trolig medføre

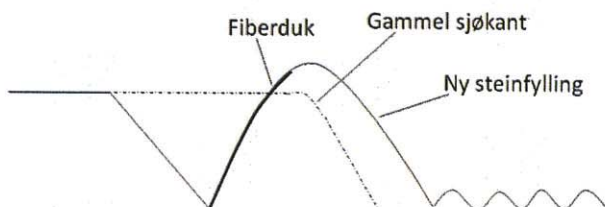
kraftig innsnevring av bekken/kanalen langs eiendommen. Vi er ikke kjent med forhold vedrørende eiendomsgrenser, men ser for oss at dette kan skape konflikter.

Vi har ikke detaljkunnskap vedrørende dybdeforholdene hverken innenfor eller utenfor avfallsfyllingen, og det er derfor usikkert hvor mye sand som vil være nødvendig for å få til en slik barriere. Geoteknisk stabile forhold må sikres, og dette kan ha stor betydning for utformingen av et sandfilter.

Mot bekken er forholdene muligens relativt enkle, men dybdeforholdene ved dagens kaianlegg gjør at det er usikkert hvordan man i den retningen kan klare å lage en tilfredstillende barriere. Etablering av innvendig filterløsning betraktes derfor som en bedre løsning enn en ytre barriere.

Vi antar at kostnadene ved utlegging av en innvendig sandbarriere vil være i størrelsesorden 1,5 millioner kroner (antar 100 m lengde, 4 m dybde, 5 000 m³ sand). I tillegg kommer eventuelle kostnader for deponering av oppgravd avfall.

Siden det per i dag ikke er påvist utlekking fra området (DGT), vurderer vi kost-/nytteverdien til å være liten ved et slikt tiltak.



Figur 12 Prinsipp for oppbygging av sjøfront.

6.2.3 Alternativ 3: Fullstendig rydding av eiendommen

Dette alternativet innebærer at alle forurensede fyllmasser og avfallsmasser på eiendommen graves opp og transporteres til et deponi for forurensede masser, og at det tilføres nye, rene fyllmasser for å bygge opp de ønskede arealene i henhold til reguleringsplanen.

Fordelen med en slik løsning er at den vil gi stor sikkerhet for at lokaliteten ikke lenger utgjør en kilde for tilførsel av forurensning til resipienten. Utbyggingen kan da utføres uten hensyn til forurensninger i grunnen.

Forurensningspotensialet er størst fra avfallsmassene som i stor grad ligger under vann. Ved fullstendig oppgraving vil det derfor være fare for utlekking av miljøgifter fra området under gravearbeidene. Utgraving vil imidlertid foregå over et svært begrenset tidrom, og siden sedimentene i fjorden allerede er meget forurenset, vil trolig ikke spredning av forurensede partikler under utgraving ha den store betydningen. Bruk av siltgardin kan videre redusere partikkelspredningen.

Å grave opp alle forurensede fyllmasser og avfallet vil imidlertid være svært arbeidskrevende og kostbart. For bare avfallet kan man regne en deponeringskostnad på kr 400,- per tonn, noe som grovt regnet tilsvarer 5 millioner kroner. I tillegg må det påregnes kostnader for gravearbeider og frakt.

Siden det per i dag ikke er påvist utlekking fra området (DGT), vurderer vi kost-/nytteverdien til å være liten ved et slikt tiltak.

6.2.4 Alternativ 4: Opprydding til faglig påkrevet nivå

Alternativet innebærer endret arealbruk til bolig/næring og opprydding i tråd med faglige vurderinger, basert på veiledninger utarbeidet av Klif. Dette innebærer oppgraving og fjerning av de mest forurensede fyllmassene (tilstandsklasse 5) der det er påkrevet, mens øvrige masser i prinsippet kan bli liggende på eiendommen, eventuelt omdisponeres under gitte forutsetninger (dybder etc.). Videre må eventuelt overskudd også av mindre forurensede masser transporteres bort.

Det er ikke forsvarlig å bygge boliger på masser fra kildeområdene 1 og 2, og det vil være begrensninger på bruk av masser fra kildeområde 3 (overdekning og gass-sikring).

Store deler av fyllmassene, bærelagsmassene og de naturlige, siltige massene kan imidlertid omdisponeres til boligformål.

Det er forsvarlig å føre opp næringsbygg direkte på store deler av området, med unntak av i kildeområdene 1 og 2 på grunn av påvist oljeforurensning (klasse 5). Det kan imidlertid føres opp næringsbygg i disse kildeområdene dersom det utføres gass-sikringstiltak i bygningene og masser med tilstandsklasse 5 fjernes fra den øvre meteren i uteområdene (grøntarealer, parkering, veiareal, etc.). Vi anbefaler imidlertid ikke etablering av bygninger på avfallet (kildeområde 1), hovedsakelig fordi det da ikke blir mulig å fjerne de forurensede ved en senere anledning.

Undersøkelsene og risikovurderingen viser at det er miljømessig forsvarlig å la avfallsmassene ligge uten at det gjøres tiltak, både fra et helsemessig og spredningsmessig standpunkt. Overdekningen er imidlertid noen begrenset, og vi anbefaler derfor at avfallsfyllingen blir liggende, men at den blir tildekket med minimum 1,0 m rene masser for å sikre at ingen mennesker eller dyr kan bli eksponert for forurensningen.

6.2.5 Anbefalt tiltaksløsning

I påvente av ferdigstilling av utviklingsplanene for området vurderer vi alternativ 1 som en god løsning. Denne løsningen innebærer ingen tiltak og behøver derfor ingen nærmere beskrivelser.

Når området skal utbygges, vurderer vi alternativ 4 som den mest hensiktsmessige løsningen for området, og generelle føringer for dette tiltaksalternativet beskrives nærmere i neste kapittel.

7. Tiltaksplan

7.1 Oppfølging og styring

Tiltakshavere for alle byggearbeider må knytte til seg en miljøgeolog (person med kompetanse innenfor fagområdet "forurenset grunn"), som kan ivareta styring av arbeidene med håndtering, disponering og sikring av forurensede masser. Miljøgeologen for hvert delprosjekt skal holdes orientert om framdrift og omfang av tiltakene og ha myndighet til å instruere entreprenøren(e) i alle saker som gjelder fagfeltet. Arbeider som berører forurenset grunn, kan kun utføres i samråd med delprosjektets miljøgeolog.

Miljøgeologen vil blant annet ha ansvar for planlegging og gjennomføring av supplerende undersøkelser, utarbeidelse av graveplaner og prosedyrer for konkrete gravearbeider, eventuell påkrevet prøvetaking / klassifisering av oppgravde masser, stedlig oppfølging og styring av entreprenøren(e)s arbeider, samt rapportering til forurensningsmyndigheten.

7.2 Supplerende undersøkelser

Deler av eiendommen er i dag bebyggt. Disse arealene er ikke undersøkt med hensyn til forurensning i grunnen, og det kan ikke utelukkes at deler av disse massene også inneholder forurensninger. Supplerende undersøkelser bør utføres så snart byggene er revet.

Det må også foretas en miljøkartlegging av selve bygningsmassen, som grunnlag for miljøsanering ved riving av byggene. Denne utføres som en del av byggesaken og skal sikre at potensielt helse- eller miljøskadelig avfall blir håndtert forsvarlig og ikke kommer på avveie.

Det kan være aktuelt å legge nedknust, armeringsfri betong fra rivingen i nye fyllinger på området. Som en del av miljøkartleggingen må det foretas prøvetaking og analyse av betongen, for å bestemme forurensningsinnholdet. Disponering av eventuell forurenset betong må foretas i henhold til samme retningslinjer som gjelder for forurensede jordmasser.

Analyseparametere vurderes fortløpende, av det enkelte prosjekts miljøgeolog, men det vil trolig være påkrevet å analysere de fleste prøvene med hensyn på tungmetaller, PAH og oljeforbindelser.

7.3 Grenseverdier

I tabell 4 er tilstandsklassene for forurenset grunn gjengitt. Disse er hentet fra Klif-veileder TA-2553/2009 og gir grenseverdier for håndtering og disponering av masser.

Tabell 4 Tilstandsklasser for forurenset grunn, jfr Klif-rapport TA-2553/2009. Alle verdier er angitt som mg/kg TS.

| | Tilstandsklasse 1 Meget god | Tilstandsklasse 2 God | Tilstandsklasse 3 Moderat | Tilstandsklasse 4 Dårlig | Tilstandsklasse 5 Svært dårlig ² |
|--|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| Arsen (As) | < 8 | 8 – 20 | 20 – 50 | 50 – 600 | 600 - 1000 |
| Bly (Pb) | < 60 | 60 – 100 | 100 – 300 | 300 – 700 | 700 - 2500 |
| Kadmium (Cd) | < 1,5 | 1,5 – 10 | 10 – 15 | 15 – 30 | 30 - 1000 |
| Krom (Cr) – total | < 50 | 50-200 ¹ | 200-500 ¹ | 500-2800 ¹ | 2800 – 25000 ¹ |
| Krom (Cr) - VI | < 2 | 2 – 5 | 5-20 | 20-80 | 80 - 1000 |
| Kobber (Cu) | < 100 | 100-200 | 200-1000 | 1000-8500 | 8500 - 25000 |
| Kvikksølv (Hg) | < 1 | 1 – 2 | 2 - 4 | 4 - 10 | 10 - 1000 |
| Nikkel (Ni) | < 60 | 60 – 135 | 135 – 200 | 200 – 1200 | 1200 - 2500 |
| Sink (Zn) | < 200 | 200-500 | 500-1000 | 1000 – 5000 | 5000 - 25000 |
| PAH (sum 16) | < 2 | 2 – 8 | 8 – 50 | 50-150 | 150 - 2500 |
| Benzo(a)pyren | < 0,1 | 0,1 – 0,5 | 0,5 – 5 | 5 – 15 | 15 - 100 |
| PCB (sum 7) | < 0,01 | 0,01 – 0,5 | 0,5 – 1 | 1 - 5 | 5 - 50 |
| Olje, C ₁₂ -C ₃₅ | < 100 | 100 – 300 | 300 - 600 | 600 - 2000 | 2000 – 20000 |

¹) Dersom analyseverdien for krom-total overskrider 100 mg/kg, må det analyseres for krom-VI, og grenseverdiene for krom-VI trer i kraft.

²) De øvre grenseverdiene for tilstandsklasse 5, svært dårlig, representerer nedre grense for når massen regnes som farlig avfall.

På bakgrunn av utført risikovurdering settes følgende grenseverdier som gjeldende for utbyggingsområdet:

- Toppjord i boligarealer (0-1 meter fra ferdig terrengnivå): Tilstandsklasse 2
- Dypereliggende jord i boligarealer (> 1 m): Tilstandsklasse 4 (gass-sikring ved oljeforurensning)
- Toppjord i næringarealer (0-1 meter fra ferdig terrengnivå): Tilstandsklasse 3
- Dypereliggende jord i næringsarealer (> 1 m): Tilstandsklasse 5 (gass-sikring ved oljeforurensning)

7.4 Spredningsreducerende tiltak

All graving på landområdene skal så langt praktisk mulig utføres tørt. Det kan være påkrevet med lensing av byggegrop før og under utgraving.

Eventuelt oljeholdig lensevann pumpes til offentlig nett etter avtale med kommunen. Hvis kommunen krever det, må oljeholdig vann pumpes via en oljeutskiller/settlingstank.

Oppgravde, våte, forurensede masser må ligge til avvanning på en slik måte at vannet renner tilbake til gravegropa eller til annet oppsamlingssystem.

Lensevann forutsettes reinfiltret på området på egnet sted og måte, i samråd med prosjektets miljøgeolog. Infiltrasjonspunktet skal fortrinnsvis befinne seg i god avstand fra sjøen. Det skal unngås at slik infiltrasjon medfører økt risiko for utvasking og spredning av forurensning.

Dersom infiltrasjon ikke er praktisk mulig, må lensevann etter søknad pumpes inn på offentlig avløpsnett.

Lensevann / overskuddsvann fra gravingen skal ikke under noen omstendighet ledes direkte til sjøen.

7.5 Graving og massehåndtering

Alt grunnarbeid skal skje forsiktig, slik at det ikke oppstår fare for spredning av masser med forurensning.

All graving skal utføres slik at forurensede masser ikke blandes med rene masser.

Dersom det i forbindelse med gravearbeidet påtreffes masser som er tydelig forurenset (for eksempel misfargede masser eller masser med sterk oljelukt), skal arbeidet stanses inntil en miljøgeolog har vurdert situasjonen.

Masser som ikke er forurenset, kan disponeres fritt innenfor plan- og bygningslovens bestemmelser.

Forurensede gravemasser som fjernes fra tomten, må i henhold til forurensningsforskriften leveres til godkjent mottak. Alternative mottak kan være de kommunale mottakene Svåheia (Dalane Miljøverk IKS), Toraneset (HIM IKS) eller mottaket til FSG eller Mjelstad Miljø i Bergen/Osterøy.

Eventuelt avfall/skrot i gravemassene må sorteres ut og leveres til godkjent deponi.

Forurensningen er knyttet til masser med kornstørrelse under 25 mm. Dersom forurensede masser inneholder mye stein og blokk, og ikke er tilgriset av synlig belegg (olje/tjærestoffer), kan disse sorteres fra og disponeres fritt.

Finfraksjonen håndteres og disponeres iht. forurensningsgrad. Masser i tilstandsklassene 2, 3 og 4 kan omdisponeres internt, iht. retningslinjer gitt i kapittel 7.3.

7.6 Mellomlagring og transport

For masser som skal mellomlagres gjelder følgende krav:

- Tilstandsklassene 4 og 5: Skal lagres på tett underlag og tildekkes med presenninger.
- Tilstandsklasse 3: Skal lagres på tett underlag eller andre forurensede masser.
- Tilstandsklassene 1 og 2: Ingen krav.

Mellomlagring av forurensede masser (dvs. tilstandsklasse 2 og høyere) skal kun forekomme innenfor området som denne tiltaksplanen gjelder for. Eventuell lagring utenfor området må avklares med Fylkesmannen, for hvert enkelt tilfelle.

Lastebiler som brukes for transport av forurensede masser, skal ha løsninger som hindrer spredning ved avrenning eller støvdrift.

7.7 Støvkontroll

Hvis det ved oppgraving, transport, mellomlagring eller annen håndtering av gravemasser oppstår støvdrift fra massene, skal avbøtende tiltak iverksettes. Valg av tiltak avgjøres av utførende entreprenør i samråd med delprosjektets miljøgeolog. Foretrukne tiltak er tildekking med presenning eller fiberduk, eller lett vanning.

7.8 Overvåkning

Ved arbeider som innebærer håndtering av forurensede masser, skal det etableres system for overvåkning og kontroll som kan avdekke eventuelle endringer i utlekking / transport av forurensning til resipienten. Typisk overvåkning vil omfatte prøvetaking i brønner, enten i de eksisterende brønnene, eller i nye brønner som etableres for formålet.

Siden dagens drift kan påvirke overvåkingsparametre (eksempelvis utendørs lagring av sinkanoder og/eller bunnstoff fra båter), finner vi det lite hensiktsmessig å overvåke avfallsfyllingen ytterligere før dagens drift er avviklet.

Ca. 3 måneder etter at driften er avviklet, vil det være hensiktsmessig å utføre nye undersøkelser relatert til spredningsfaren fra avfallsfyllingen. Vi foreslår at eksisterende brønner beholdes og at det foretas prøvetaking i disse brønnene hvert kvartal i 1 år. I tillegg bør det settes ut 3 passive prøvetakere (DGT) utenfor avfallsfyllingen og ved 2 nye referansestasjoner. Alternativt kan det gjøres undersøkelser med blåskjell.

Resultatene vurderes og rapporteres til Fylkesmannen, med forslag til evt. videreføring eller avslutning.

7.9 Forebygging av eksponeringsrisiko i anleggsfasen

Følgende tiltak skal iverksettes for å redusere risikoen for menneskelig eksponering i anleggsfasen:

- Verneutstyr: Kjeledress i tettvevd stoff, hansker, ved behov støvmaske og vernebriller
- God personlig hygiene må utvises. Hender må vaskes etter hvert skift og før spising eller røyking. Tilsølt hud skal vaskes umiddelbart.
- Alle fyllmasser skal håndteres som potensielt forurensede
- Anleggsområdet skal holdes inngjerdet for å hindre adgang for uvedkommende, både i og utenfor arbeidstiden.

Utover dette benyttes ordinært verneutstyr og vernetiltak for anleggsarbeider, slik som f.eks. hjelm, vernesko og hørselvern.

Utførende entreprenør for hvert delprosjekt / entrepriser skal ha en beredskapsplan for arbeidene. Planen skal bl.a. omfatte varslingsrutiner ved akutt forurensning eller fare for akutt forurensning. Det vises til "Forskrift om varslingsrutiner ved akutt forurensning eller fare for akutt forurensning" fastsatt av Miljøverndepartementet 09.07.02.

Tiltak for forebygging av eksponeringsrisiko, og beredskapsplanen, skal tas inn og forankres i HMS-planen for hvert enkelt delprosjekt / entrepriser.

7.10 Rapportering

For hvert enkelt delprosjekt som utføres innenfor denne tiltaksplanen, skal det utarbeides en sluttrapport der gjennomførte tiltak dokumenteres. Denne skal bl.a. inneholde:

- Beskrivelse av tiltak og utført arbeid.
- Beskrivelse av hvordan oppgravde masser er håndtert. Disponeringsløsninger med angivelse av mengder. Kvitteringer fra mottaksanlegg skal medfølge.
- Eventuell kommunikasjon mot myndigheter og andre, herunder søknader og tillatelser etc.
- Supplerende prøvetaking og analyseresultater, samt graveplaner og prosedyrer.
- Beskrivelse av eventuelle avvik og hendelser av særlig betydning, inklusive beskrivelse av hvordan disse er håndtert.

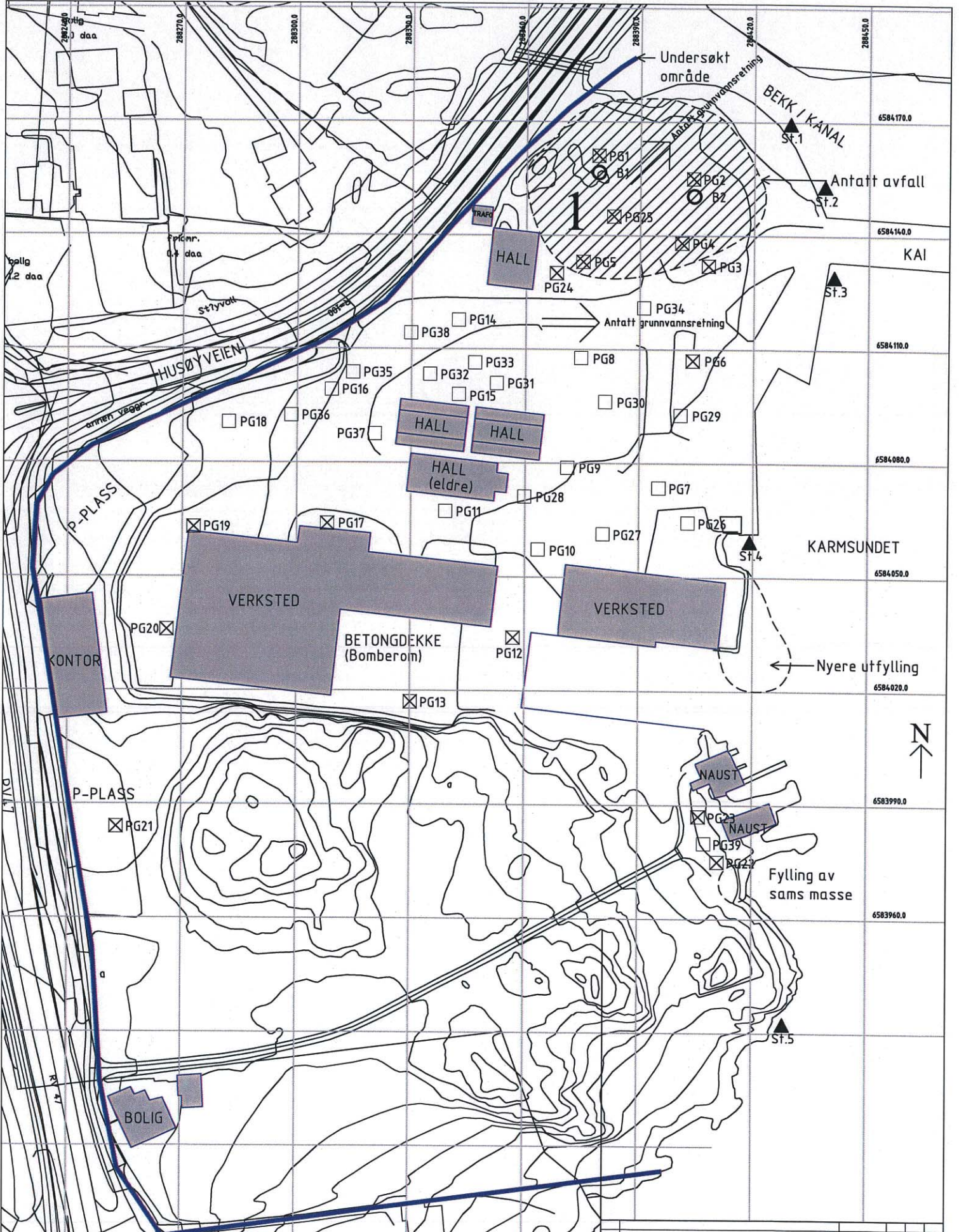
I tillegg skal det hvert år sendes en statusrapport til Fylkesmannen, der alle utførte tiltaksarbeider foregående år oppsummeres.

8. Framdrift





Den konkrete framdriften til utbyggingen på Karmsund verft er ikke fastsatt. Denne vil blant annet avhenge av faktorer som salg- og markedsutvikling og kan følgelig ikke fastsettes i denne tiltaksplanen.


Arbeider med håndtering og sikring av forurenset grunn vil nødvendigvis måtte utføres i takt med utviklingen av området, men vil typisk utføres på et tidlig tidspunkt i hvert enkelte byggeprosjekt.


Framdriftsplaner for de enkelte delarbeidene / delprosjekter skal oversendes Fylkesmannen fortløpende, så snart de foreligger.



TEGNFORKLARING:

-  KILDEOMRÅDE 1 - AVFALLSFYLLING
-  PG1 PRØVEGROP
-  B1 BRØNN
-  St.1 PASSIVE PRØVETAKERE (DGT)

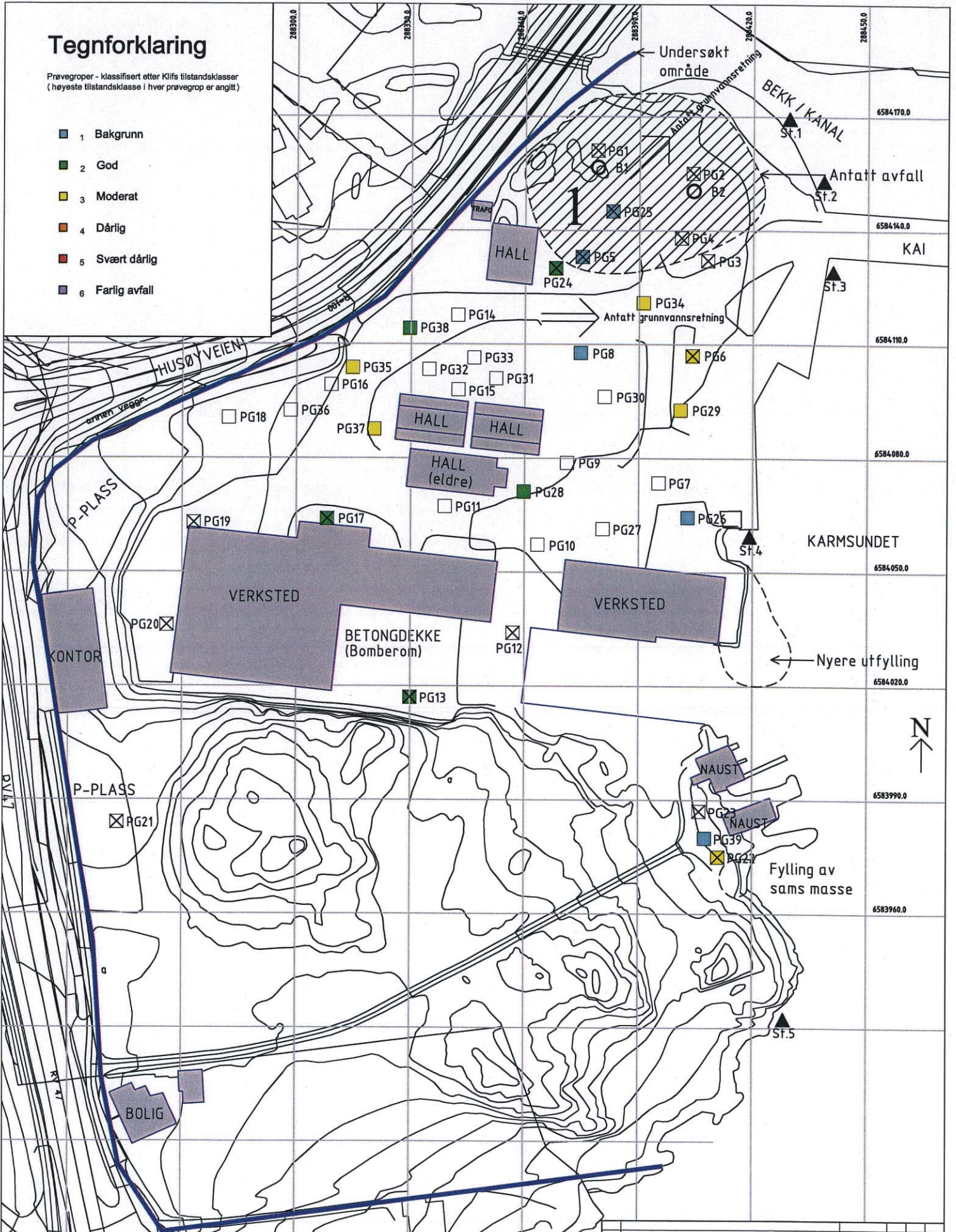
 Punktene : PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG12, PG13, PG17, PG19, PG20, PG21, PG22, PG23, PG24 og PG25 er målt inn med en GPS med måleusikkerhet på 3-5 m. PG39 ikke innmålt.

| | | | | | |
|--|------------------|--------------------|------------------------|---|------|
| A Nye PG innregnet | | 09.12.11 | K.F. | | |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Utørk. | Kontroll. | Sted |
| | PRØVETAKINGSPLAN | 03 | | | GED |
| UMOE AS KARMSUND VERFT, KARMBØY | | Målestokk 1:750 | |  | |
| MULTICON CONSULT Skolegårdsvei, 8 4300 Skotland Tlf: 59 22 44 88 Fax: 59 22 44 91 | | Dato 10.12.09 | Oppdragsnr. 214.164 | Uttørket K.F. | 1 |
| www.multicon.no | | Tegningsnr. | | Rev. A | |

Tegnforklaring

Prøvegroper - klassifisert etter Klifis tilstandsklasser (høyeste tilstandsklasse i hver prøvegrop er angitt)

- 1 Bakgrunn
- 2 God
- 3 Moderat
- 4 Dårlig
- 5 Svært dårlig
- 6 Farlig avfall



TEGNFORKLARING:

- KILDEOMRÅDE 1 - AVFALLSFYLLING
- PG1 PRØVEGROP
- B1 BRØNN
- St.1 PASSIVE PRØVETAKERE (DGT)

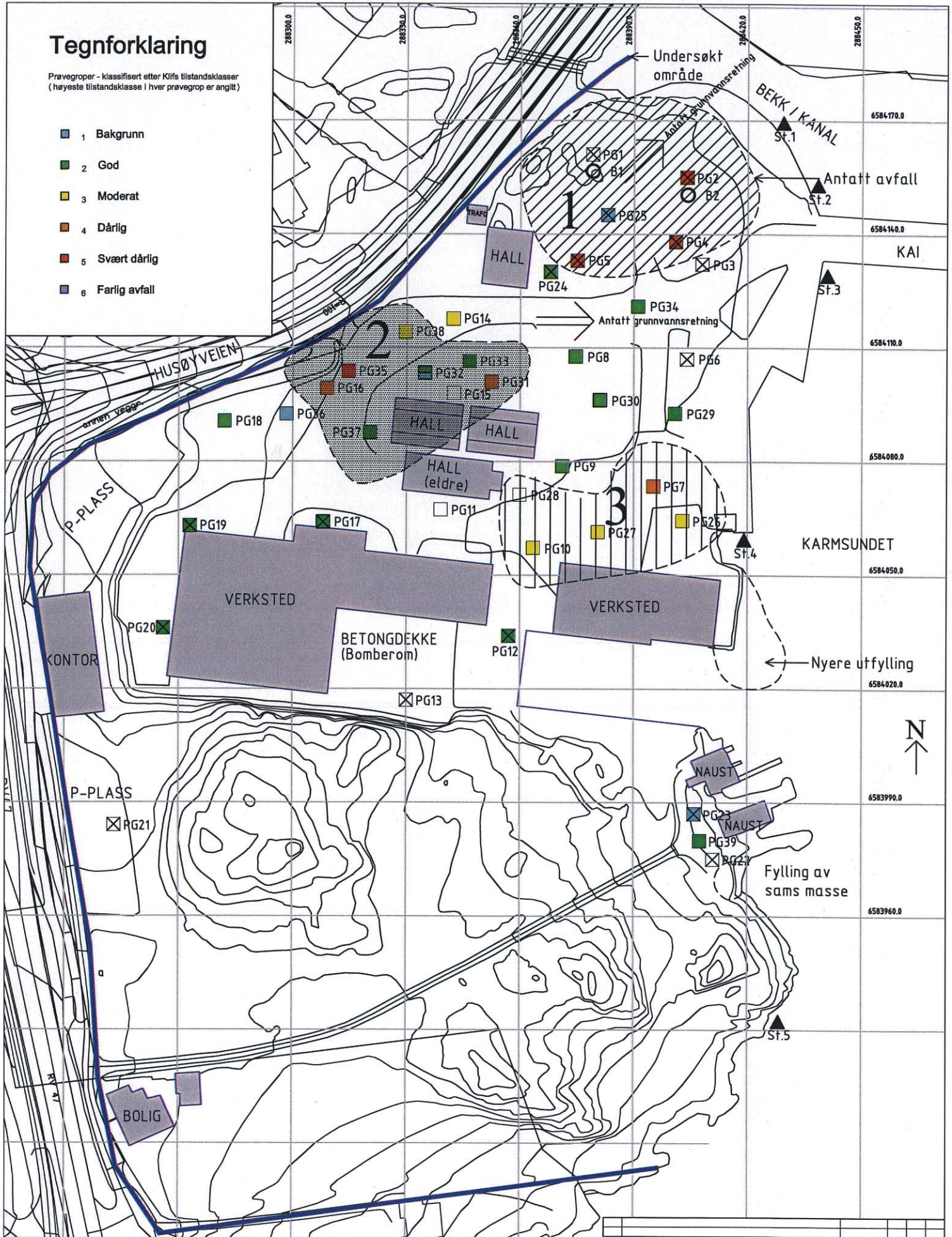
Punktene : PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG12, PG13, PG17, PG19, PG20, PG21, PG22, PG23, PG24 og PG25 er målt inn med en GPS med målesikkerhet på 3-5 m. PG39 ikke innmålt.

| | | | | |
|---|--|------------------|-----------------------------------|--------|
| A Nye PG inntegnet | | 09.12.11 | K.F. | |
| Klassifisering av BÆRELAGS-/ OVERFLATEMASSER | | Dato | Utkr. | Kontr. |
| UMOE AS KARMSUND VERFT, KARBØY | | Original forvald | Fig | GEO |
| | | Tegnings status | 1, 99, 12, 11, 1 revA, 2, 3, 4, 5 | |
| | | Underlagstittel | | |
| | | Skala | 1:750 | |
| MULTICONSULT | | Dato | Utdragsnr. | Rev. |
| Stikkveien, 13 4210 Sandnessjøen Tlf. 21 22 44 88 Faks 21 22 44 91 | | Oppdraget | 214.164 | 2 |
| e-post: bestilling@multiconsult.no www.multiconsult.no | | Tegningnr. | | |

Tegnforklaring

Prøvegrop - klassifisert etter Klifis tilstandsklasser (høyeste tilstandsklasse i hver prøvegrop er angitt)

- 1 Bakgrunn
- 2 God
- 3 Moderat
- 4 Dårlig
- 5 Svært dårlig
- 6 Førlig avfall



TEGNFORKLARING:

- KILDEOMRÅDE 1 - AVFALLSFYLLING
- KILDEOMRÅDE 2 - OLJEFORURENSET OMRÅDE
- KILDEOMRÅDE 3 - TUNGMETALL-FORURENSET OMRÅDE
- PG1 PRØVEGROP

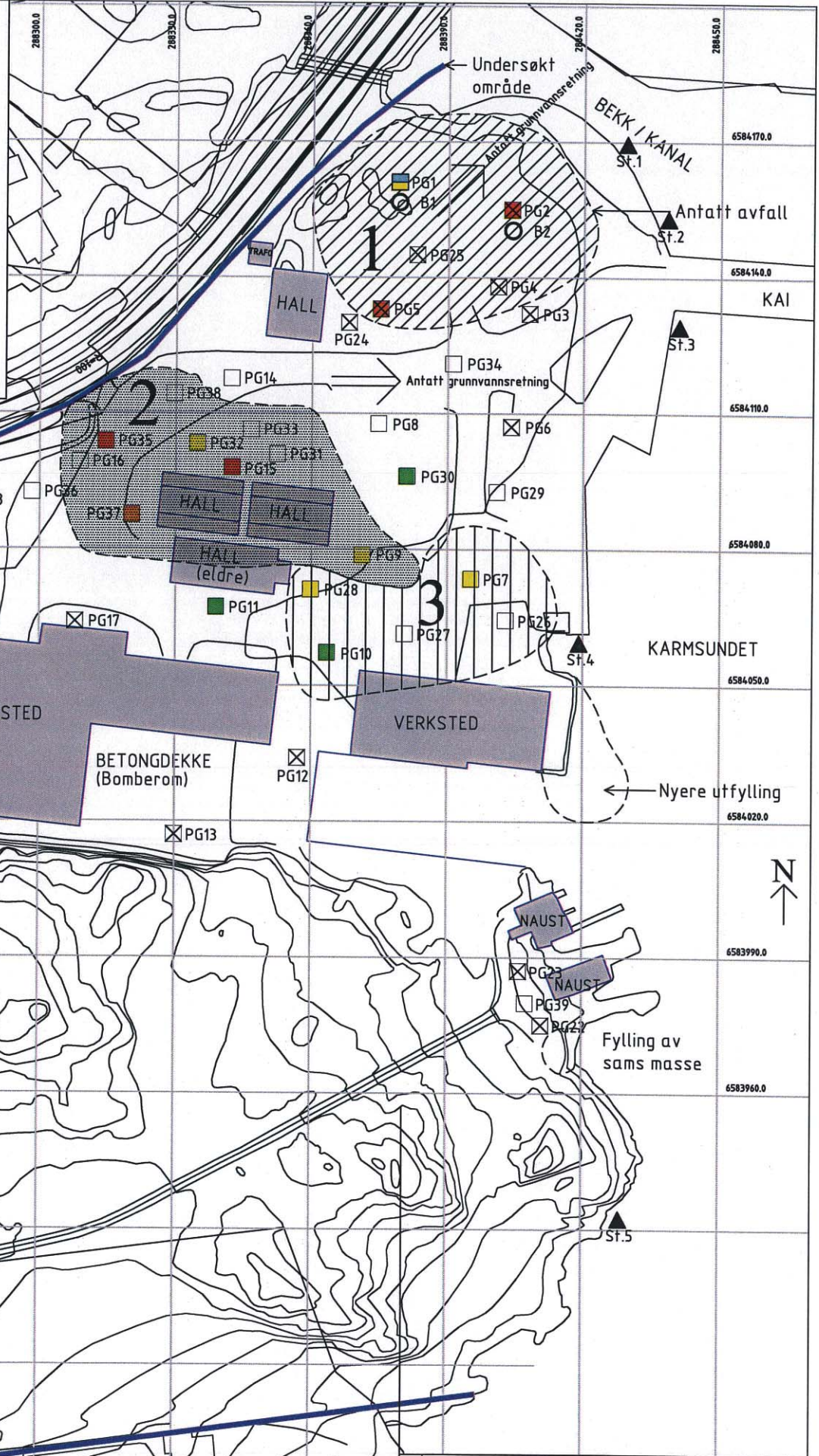
- B1 BRØNN
- St.1 PASSIVE PRØVETAKERE (DGT)
- Punktene : PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG12, PG13, PG17, PG19, PG20, PG21, PG22, PG23, PG24 og PG25 er målt inn med en GPS med måleusikkerhet på 3-5 m. PG39 ikke innmålt.

| | | | | | |
|------|--|-----------------|---------------------------|---------|--------|
| A | Nyre PG innregnet | 09.12.11 | K.F. | | |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Utørk. | Konstr. | Endr. |
| | KLASSIFISERING AV FYLLMASSER 0-1 M DYBDE | Original forord | Fag | GED | |
| | | Tegnings status | 09.12.11 revA, 2, 3, 4, 5 | | |
| | | Utskrift status | | | |
| | UMOE AS KARMSUND VERFT, KARMØY | Skala | 1:750 | | |
| | | Utskrift K.F. | | Konstr. | Godkj. |
| | | Opprinn. K.F. | | | |
| | | Dato | 21.12.09 | | |
| | | Rev. | 3 | | |
| | | Proj. nr. | 214164 | | |
| | | Utskrift | | | |
| | | Rev. | | | |

Tegnforklaring

Prøvegrop - klassifisert etter Klifis tilstandsklasser (høyeste tilstandsklasse i hver prøvegrop er angitt)

- 1 Bakgrunn
- 2 God
- 3 Moderat
- 4 Dårlig
- 5 Svært dårlig
- 6 Farlig avfall



TEGNFØRKLARING:

- KILDEOMRÅDE 1 - AVFALLSFYLLING
- KILDEOMRÅDE 2 - OLJEFORURENSET OMRÅDE
- KILDEOMRÅDE 3 - TUNGMETALL-FORURENSET OMRÅDE
- PG1 PRØVEGROP

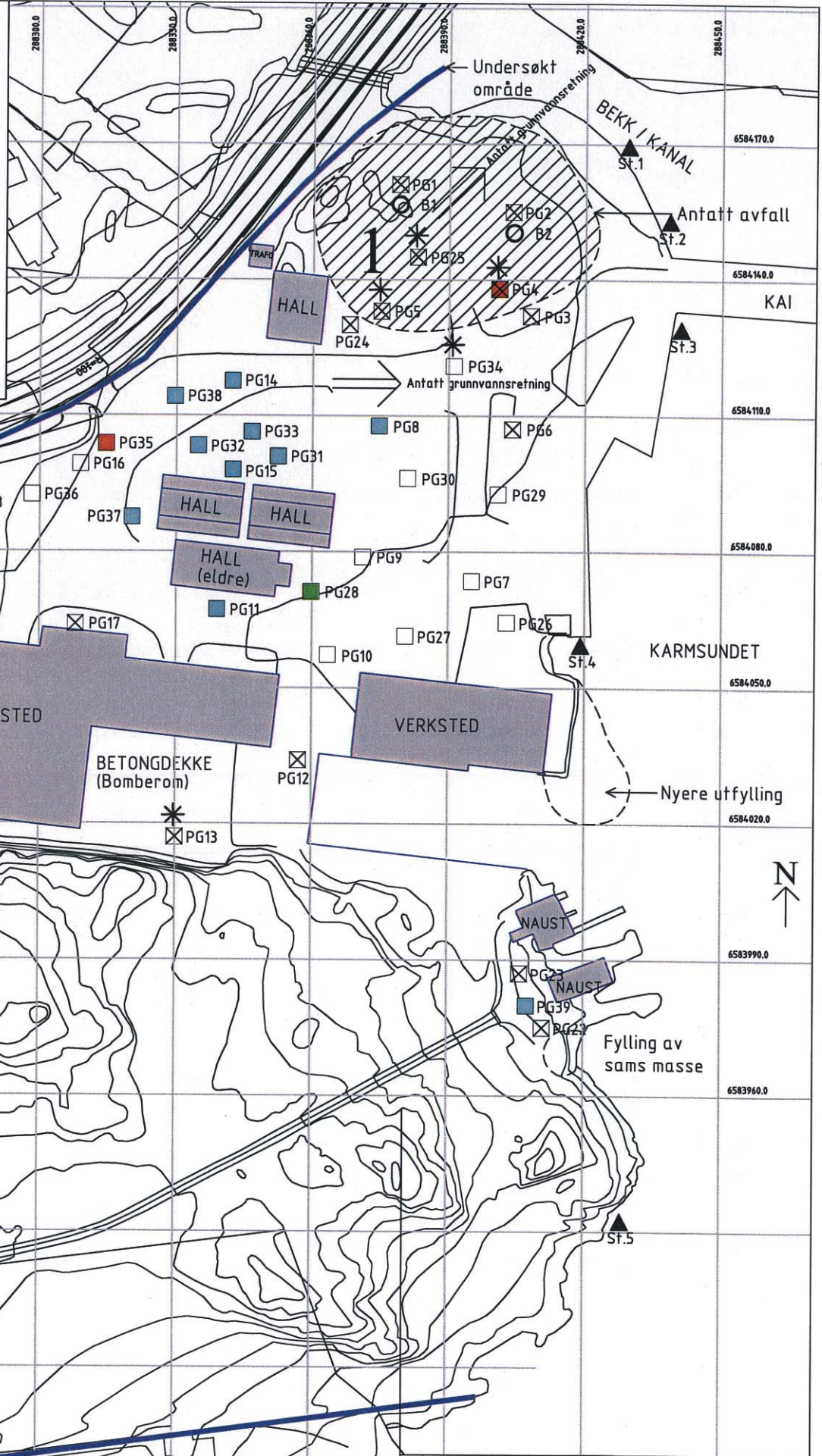
- B1 BRØNN
- St.1 PASSIVE PRØVETAKERE (DGT)
- Punktene : PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG12, PG13, PG17, PG19, PG20, PG21, PG22, PG23, PG24 og PG25 er målt inn med en GPS med måleusikkerhet på 3-5 m. PG39 ikke innmålt.

| | | | |
|---|--|----------|------|
| A Nye PG inntegnet | | 09.12.11 | K.F. |
| Klassifisering av fyllmasser >1 m dybde | | 09.12.11 | K.F. |
| UMOE AS KARMSUND VERFT, KARMØY | | 1:750 | |
| MULTICONSULT | | 06.12.09 | K.F. |
| 214.164 | | 4 | |

Tegnforklaring

Prøvegroper - klassifisert etter Klifis tilstandsklasser (høyeste tilstandsklasse i hver prøvegrop er angitt)

- 1 Bakgrunn
- 2 God
- 3 Moderat
- 4 Dårlig
- 5 Svært dårlig
- 6 Førlig avfall



TEGNFORKLARING:

- KILDEOMRÅDE 1 - AVFALLSFYLING
- OBSERVERT ANTATT FJELL I PRØVEGROP
- PG1 PRØVEGROP
- Punktene : PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG12, PG13, PG17, PG19, PG20, PG21, PG22, PG23, PG24 og PG25 er målt inn med en GPS med måleusikkerhet på 3-5 m. PG39 ikke innmålt.
- B1 BRØNN
- St.1 PASSIVE PRØVETAKERE (DGT)

| | | | | |
|---|--|-----------------|-------|------------------|
| A Nye PG innregnet | | 09.12.11 | K.F. | |
| KLASSIFISERING AV ANTATT NATURLIGE MASSER | | Date | Utkr. | Revis. |
| UMOE AS KARMSUND VERFT, KARMØY | | Original Forval | PG | GED |
| MULTICONSULT | | Tegningsstatus | | Undersøkt Masser |
| 09.12.11 rev.A, 2, 3, 4, 5 | | Hillesholt | | |
| 214.164 | | 1:750 | | |
| 5 | | Rev. | | |

Sammenstilling av kjemiske analyser av jordprøver, gitt i mg/kg TS

Table with columns for location (Sted), soil type (Type), and various chemical analytes (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn, etc.) with corresponding concentration values in mg/kg TS.

| µg/l | BR1 | BR1 | BR1 | BR1 | BR1 | BR1 | BR1 | BR1 | BR1 | BR1 | BR2 | BR2 | BR2 | BR2 | BR2 | BR2 | BR2 | BR2 | Beregnet akseptabel grunnvannskonsentrasjon, Cw | |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------|------------|------------|----------|--------------|--------------|------------|----------|-------------|------------|------------|----------|--------------|------------|------------|----------|--------|---|--------|
| | 11.07.11 | 30.08.2011* | 27.10.2011 | 22.11.2011 | 11.07.11 | 30.08.2011** | 27.10.2011** | 22.11.2011 | 11.07.11 | 30.08.2011* | 27.10.2011 | 22.11.2011 | 11.07.11 | 30.08.2011** | 27.10.2011 | 22.11.2011 | 11.07.11 | | | |
| | Direkte analyse på filtrert prøve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arsen | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,1 | 0,9 | 1,2 | 0,8 | 1,1 | 1,0 | 0,8 | 1,1 | 1000 | |
| Bly | <0,01 | <0,01 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | <0,2 | 0,3 | 1,5 | 0,1 | 0,1 | 2,3 | <0,01 | 0,1 | 2,2 | <0,2 | 3,8 | 2,2 | <0,2 | 6,4 | |
| Kadmium | <0,004 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,11 | <0,01 | 0,11 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,19 | 0,70 | 0,30 | 0,13 | 0,11 | 0,75 | 0,13 | 0,11 | 182 | |
| Kobber | 0,23 | 0,58 | 4,00 | 0,58 | 13,00 | 1,50 | 12,00 | 27,00 | 11,00 | 11,00 | 12,00 | 11,00 | 19,00 | 14,00 | 6,10 | 16,00 | 14,00 | 6,10 | 2,8 | |
| Krom | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 1,3 | <0,5 | <0,5 | 2,7 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,6 | <0,5 | <0,5 | 0,6 | <0,5 | 2 | |
| Kvikksølv | <0,002 | <0,002 | 0,004 | 0,015 | 0,009 | 0,040 | 0,009 | 0,011 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,015 | 0,055 | 0,089 | 0,025 | 0,055 | 0,089 | 64 | |
| Nikkel | 3,5 | 3,6 | 5,6 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 5,5 | 6,5 | 6,7 | 8,9 | 8,9 | 16,0 | 9,1 | 7,9 | 8,5 | 17,0 | 7,9 | 8,5 | 48 | |
| Sink | 14,0 | 7,6 | 11,0 | 9,9 | 45,0 | 8,4 | 78,0 | 120,0 | 150,0 | 180,0 | 180,0 | 320,0 | 220,0 | 140,0 | 190,0 | 320,0 | 140,0 | 190,0 | 100 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 300 | |
| | Direkte analyse på ufiltrerte prøver | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Naftalen | | | | | 0,03 | 0,02 | 0,16 | 0,05 | | | | | | | | | 0,01 | <0,01 | 0,01 | 230 |
| Acenaften | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Acenaften | | | | | <0,01 | <0,01 | 0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Fluoren | | | | | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Fenantren | | | | | <0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Antracen | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Fluoranten | | | | | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Pyren | | | | | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | 0,01 | |
| Benzol(a)antracen | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | 0,01 | |
| Krysen/Trifenylen | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Benzol(b)fluoranten | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Benzol(k)fluoranten | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Benzol(a)pyren | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Dibenzo(a,h)antracen | | | | | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | | | | | | | | | <0,002 | <0,002 | 0,00 | 5 |
| Benzol(g,h,i)perylen | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Sum 16 PAH | | | | | <0,002 | 0,00 | 0,00 | <0,002 | | | | | | | | | <0,002 | <0,002 | 0,01 | |
| Sum 7 PCB | 0,12 | 0,13 | 0,32 | 0,16 | 0,12 | 0,13 | 0,32 | 0,16 | | | | | | | | | 0,01 | nd | 0,05 | |
| Tributyltin | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | | | | | | | | | nd | nd | nd | 0,2 |
| Benzen | <0,001 | 0,004 | <0,001 | 0,009 | <0,001 | 0,004 | <0,001 | 0,009 | | | | | | | | | <0,001 | <0,001 | 0,004 | 0,02 |
| Etylbenzen | 0,16 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | 0,12 | 1700 |
| Xylen | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | 0,11 | |
| Toluen | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | | | | | | | | | <0,2 | <0,2 | 0,32 | 120 |
| THC >C5-C8 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | 0,12 | |
| THC >C8-C10 | 7,80 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | | | | | | | | | 8,80 | <5 | <5 | |
| THC >C10-C12 | 6,70 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | 12,00 | | | | | | | | | 20,00 | <5 | <5 | 4000 |
| THC >C12-C16 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | | | | | | | | | <5 | <5 | <5 | 100000 |
| THC >C16-C35 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | | | | | | | | | <5 | <5 | <5 | 100000 |
| SUM THC >C5-C35 | 26,00 | <20 | 29,00 | <20 | 41,00 | nd | 29,00 | 17,00 | | | | | | | | | 59,00 | <20 | 45,00 | 12000 |
| | 41,00 | nd | 29,00 | 17,00 | 41,00 | nd | 29,00 | 17,00 | | | | | | | | | 89,00 | nd | 45,00 | 12,00 |

* Tungmetaller direkte analysert på ufiltrert prøve

** Tungmetaller analysert på filtrert og oppsluttet prøve

Arkivreferanser:

| | | | |
|-------------|-------------------------------------|------------------------|-------------|
| Fagområde: | Miljøgeologi | | |
| Stikkord: | skipsverft, depot, forurenset grunn | | |
| Land/Fylke: | Rogaland | Kartblad: | 1113 I |
| Kommune: | Karmøy | UTM koordinater, Sone: | 32V |
| Sted: | Våge | Øst: 2883 | Nord: 65840 |

Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

| | | Dokument 22. desember 2011 | | Revisjon 1 | | Revisjon 2 | | Revisjon 3 | |
|--|-------------|-------------------------------|----------------|---------------------|------|---------------------------------|------|------------|------|
| | | Dato | Sign | Dato | Sign | Dato | Sign | Dato | Sign |
| Forutsetninger | Utarbeidet | 01.07.11 | RaB | | | | | | |
| | Kontrollert | 01.07.11 | OvF | | | | | | |
| Grunnlagsdata | Utarbeidet | 29.08.11 | RaB | | | | | | |
| | Kontrollert | 29.08.11 | OvF | | | | | | |
| Teknisk innhold | Utarbeidet | 15.12.11 | RaB | | | | | | |
| | Kontrollert | 15.12.11 | Arne Fagerhaug | | | | | | |
| Format | Utarbeidet | 22.12.11 | RaB | | | | | | |
| | Kontrollert | 22.12.11 | OvF | | | | | | |
| Anmerkninger | | | | | | | | | |
| Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig) | | | | Dato: 22.12.2011 | | Sign.: <i>Arne Fagerhaug</i> | | | |