

Larvik kommune, kommunalteknikk



Miljøteknisk grunnundersøkelse

Bukta, Stavern

RAPPORT

Rapport nr.: 1	Oppdrag nr.: 169160	Dato: 20/12/2011
Kunde: Larvik kommune, kommunalteknikk		
Miljøteknisk grunnundersøkelse Bukta, Stavern		
<p>Sammendrag: Sweco Norge AS har på oppdrag fra Larvik kommune, gjennomført en miljøteknisk grunnundersøkelse ved Gamle Stavern Fyllplass ved Risøya/Bukta i Stavern.</p> <p>Gamle Stavern Fyllplass har vært en "ukontrollert fylling" hvor det er blitt deponert husholdnings- og matavfall, bygningsavfall, industriavfall etc. Området har vært stengt med port, men ikke vært gjerdet inn. Det ble ikke gjennomført systematisk registrering av verken avfallstyper eller mengder. Fyllingen er hovedsakelig oppfylte områder i et grunt sjøområde rundt Risøya. Selve fyllingen ligger i direkte kontakt med grunnvann og grenser til sjø. Sigevannet vil drenere til sjø.</p> <p>Miljømålene for områdene kan ikke sies å være overholdt verken for helse eller spredning til miljøet, og det er behov for tiltak både av estetiske og helse- og miljømessige årsaker.</p> <p>Umiddelbart ser vi et klart behov for å rydde opp synlige rester av fyllinga, spesielt i strandsonen mot Agnesbukta. Dette er et rent estetisk hensyn som ikke vil være veldig kostbart. Dernest er det behov for å gjennomføre tiltak på land i forbindelse med eventuell utbygging.</p> <p>Det er en uakseptabel utlekking fra områdene som krever tiltak. Tiltakene kan være tildekking og etablering av en fyllingsfront/molo e.l. Dette vil begrense vanntilførsel fra nedbør og tidevann som igjen vil redusere utlekkingen til sjø vesentlig. Denne undersøkelsen støtter dermed de funn og konklusjoner som er gjort av Interconsult og Multiconsult ved undersøkelsene i hhv 1996 og 2004.</p> <p>Ut i fra vår antagelse at fyllingen har en utbredelse som vist i figur 16, mener vi at et tiltak for å redusere utlekking til sjø bør gjennomføres for hele kystlinjen mot Agnesbukta for å ha en miljømessig effekt. Gjennomføring av tiltak bør likevel ses på i en kost-nytte-sammenheng. Vi anbefaler derfor at det bør gjennomføres en studie av mulige tekniske tiltak for å hindre utlekking og hvilket kostnadsbilde de forskjellige løsningene representerer.</p>		
Rev.	Dato	Revisjonen gjelder
Utarbeidet av: Bente Breyholtz		Sign.: 
Kontrollert av: Amund Gaut		Sign.: 
Oppdragsansvarlig / avd.: Lorenzo Lona/ Anlegg		Oppdragsleder / avd.: Bente Breyholtz/ Anlegg

Innhold

1	Innledning.....	3
1.1	Bakgrunn og formål.....	3
2	Beskrivelse av områdene	5
2.1	Generell fyllingshistorikk.....	6
2.2	Område 1	6
2.3	Område 2.....	7
2.4	Område 3a.....	8
2.5	Område 3b.....	10
2.6	Tidligere undersøkelser.....	11
3	Miljømål	12
4	Utførte arbeider jord.....	13
4.1	Feltundersøkelser	13
4.1.1	Område 1	13
4.1.2	Område 3a	15
4.1.3	Område 3b	18
4.2	Kjemiske analyser.....	20
5	Vurderingsgrunnlag	20
5.1	Jord.....	20
5.2	Grunnvann	21
6	Geologiske og hydrogeologiske forhold.....	22
6.1	Område 1	22
6.2	Område 2.....	22
6.3	Område 3a.....	22
6.4	Område 3b.....	23
7	Forurensingssituasjonen.....	23
7.1	Beskrivelse.....	23
7.1.1	Område 1	23
7.1.2	Område 3a	24
7.1.3	Område 3b	24
7.2	Resultater fra de kjemiske analysene.....	25
7.2.1	Område 1	25
7.2.2	Område 2	27
7.2.3	Område 3a	29
7.2.4	Område 3b	31
7.3	Vurdering av forurensningen	32
7.4	Konklusjon og tiltak	33

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Sweco Norge AS har på oppdrag fra Larvik kommune, gjennomført en miljøteknisk grunnundersøkelse ved Gamle Stavern Fyllplass ved Risøya/Bukta i Stavern.

Gamle Stavern Fyllplass har vært en "ukontrollert fylling" hvor det er blitt deponert husholdnings- og matavfall, bygningsavfall, industriavfall etc. Området har vært stengt med port, men ikke vært gjerdet inn. Det ble ikke gjennomført systematisk registrering av verken avfallstyper eller mengder. Fyllingen er hovedsakelig oppfylte områder i et grunt sjøområde rundt Risøya. Selve fyllingen ligger i direkte kontakt med grunnvann og grenser til sjø. Sivevannet vil dreneres til sjø.

Gamle Stavern Fyllplass er registrert i Klifs database for grunnforurensning med lokalitetsnavn Bukta, Stavern. Lokaliteten er registrert med påvirkningsgrad 3 – ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak.

Denne undersøkelsen har tatt utgangspunkt i et pålegg fra Fylkesmannen i Vestfold (FMV), datert 13/4-11, etter deres gjennomgang av Vestfolds prioriterte lokaliteter i Klifs grunnforurensningsdatabase. Lokalitetene er merket 1 – 3 i figur 1. Det foreligger tidligere miljøtekniske grunnundersøkelser av lokalitetene, men FMV mener ikke at de utførte undersøkelsene er tilstrekkelig for å avklare forurensningssituasjonen på område 1 og 3. Det etterlyses også en risikovurdering for å fastsette om forurensningen utgjør en uakseptabel risiko for mennesker og miljø, i tillegg til at det er usikkerhet om det kan være fare for spredning av forurensning fra eiendommene.

Den miljøtekniske grunnundersøkelsen skulle inneholde:

- Tilstrekkelig og representativ prøvetaking av område 1 og 3 for vurdering av helseisiko iht Klifs veileder om helsebaserte tilstandsklasser (TA-2553/2009)
- Prøvetaking av tidligere etablerte miljøbrønner på område 2
- Beskrivelse av forurensningssituasjonen mht kilder, spredningsveier og evt. effekter
- Avgrensning av deponiet i areal og volum
- Beskrive evt. behov for tiltak

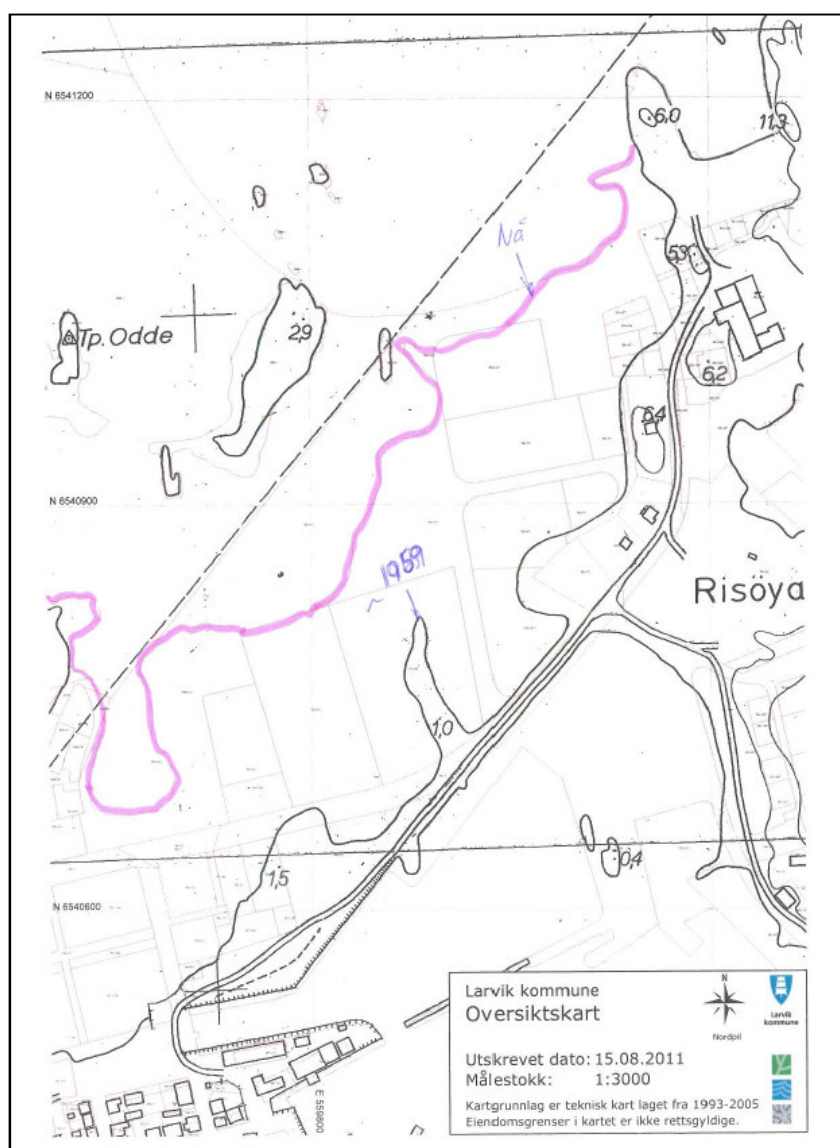


Figur 1 Bukta, Stavern – de aktuelle områdene (1, 2 og 3a og b) for undersøkelse er markert med rødt omriss.

2 Beskrivelse av områdene

Dette kapittelet er basert på informasjon hentet fra kommunikasjon med Larvik kommune, kartmateriale av gammel strandsone, tidligere undersøkelser, egen befaring av området og intervjuer med lokale innbyggere i Stavern og beboere på Risøya, som har observert utfyllingsaktivitetene og benyttet tilbudet opp igjennom årene.

Opprinnelig bestod Risøya av skjær/holmer uten for Stavern by, sør for Agnesbukta. Området lå i Stavern kommune, rett sør for datidens grense mellom Stavern og Brunlanes kommune. Sjøområdet rundt holmene besto av et grunt mudderområde. Figur 2 viser grensen mellom sjø/land i 1959. Dagens sjøgrense er tegnet på med rosa og den stiplede, skrå linja viser grensen mellom det som den gangen var Stavern og Brunlanes kommune. Begge kommunene ble i 1988 slått sammen med Larvik kommune.



Figur 2 Grense mellom sjø og land ved Risøya i 1959 og i dag (rosa), grense mellom Stavern og Brunlanes kommune (stiplet linje).

2.1 Generell fyllingshistorikk

På 60-tallet meldte det seg et behov for avhending av husholdningsavfall fra Stavern og Brunlanes kommune. Stavern kommune åpnet opp for deponering av avfallet på Risøya. Utfyllingen startet nærmest land ved Stavern og dekker det som i denne undersøkelsen kalles "Område 1". Det kan også være deponert produksjonsavfall fra Norfil (plastavfall med tauverk) og Unitor/Lincoln (mindre mengder lakkavfall, løsemidler, rester av sinkkromat-primer etc.).

Behovet for en avfallsplass bare økte i årene fremover, og fyllplassområdet bredte seg utover mot de opprinnelige holmene på Risøya. Mer og mer av det grunne sjøområdet ble fylt opp og fremstår i dag som landområder. På 70-tallet dominerte behovet for deponering av bygningsavfall. Området som i denne undersøkelsen kalles "Område 3a og b" er hovedsakelig fylt opp med rivningsavfall fra diverse byggeprosjekter, samt kvist og røtter.

Intervjuer av beboere på Risøya/i Stavern forteller om tilnærmet fri og gratis tilgang til tømning av alt mulig avfall på fyllplassen – dette inkluderer husholdningsavfall, byggeavfall, hvitevarer og muligens bilvrak.

På sørsiden av Risøyveien, på området som i denne undersøkelsen kalles "Område 2", skal det ha blitt deponert store mengder matavfall fra husholdning og hermetikkbokser med erter fra produksjonen ved Fredriksvern Preservering, i tillegg til bygningsavfall. En mindre del av området ble benyttet som lagerplass av NORESI som drev med innsamling av spesialavfall. Spesialavfall skal ha blitt mellomlagret her uten behandling. Det kan ikke utelukkes at giftig avfall har blitt lagret her uten sikring mht avrenning til grunnen. Nedgravde tanker og en kum på NORESI-området ble fjernet i 1996.

Stavern kommune hadde begrenset med landområder og i tillegg et behov for et sted å gjøre av avfallet sitt. De skal derfor ha ønsket å utvide fyllplassen mot nord i Agnesbukta, men Brunlanes kommune satte foten ned og ville ikke at deres del av sjøområdet skulle bli fyllplass. Fyllingsområdet ble avsluttet i 1979 da Søndre Vestfold Avfallsselskap ble åpnet på Grinda.

2.2 Område 1

Området ligger ved Risøyveien på vei ut til Risøya og eies i dag av Grønseth Eiendom og Finans AS. Eiendommen har et areal på ca 16 300 m² og er regulert til bolig. Området avgrenses av Agnesbukta i nord, Risøyveien i sør og næringsbygg i øst og vest og er i dag bevokst av trær og kratt.

Terrenget er svakt skrånende med helning mot nord/Agnesbukta. Helningen i terrenget er skapt ved at det er fylt på masser oppå opprinnelig terreng sør på eiendommen, langs Risøyveien. Grunneier opplyste at de har gravd en dyp grøft på denne enden av eiendommen for å forhindre at eiendommen benyttes som fyllplass. Massene fra grøfta ble lagt lengre inn på eiendommen.

De midtre delene av eiendommen synes ikke fra veien, men terrenget her bærer tydelige tegn på den tidligere arealbruken. Rustne tønner med oljerester, plastikk, jernskrap, store mengder fiskegarn, bjelker, store betongfundamenter, m.m. ligger spredt utover deler av området (figur 3).



Figur 3 Avfall i terrenget på område 1

2.3 Område 2

Området ligger sør for Risøyveien og grenser til den lokale småbåthavnen. Området er på 15 000 m² og er i dag planert og grusbelagt (figur 4). Området benyttes til båttopplagring og parkeringsplass. Sivevann fra eiendommen vil drenere til sjø og vannstanden i området må anses å være påvirket av tidevannet.

Det ble ikke gravd i dette område – kun prøvetatt grunnvann fra eksisterende miljøbrønner.

Det er i mange år registrert tilførsel av brunt vann med "oljefilm" som har medført tilgrising av moloanlegg og småbåter. Denne forurensningen antas å være forårsaket av avrenningen fra fyllplassen.



Figur 4 Område 2 – gruslagt og benyttes til båtopplagring

2.4 Område 3a

Området ligger nord for Måkeveien og Byggmakker. Eiendommen eies dels av Larvik kommune og dels av JM Norge AS (tidl. Byggholt), og er regulert til bolig. Området har et areal på ca 14 000 m².



Figur 5 Området 3a – usystematisk deponering av masse gjør terrenget kupert

Store deler av området er meget kupert og delvis bevokst av busker, kratt og eng. Dette er grunnet i at det er fylt på til dels store mengder masser av sand/jord/leire og steiner/blokker fra diverse lokale utbyggingsprosjekter oppå fyllmassene. På denne måten er fyllmassene på delen av området noe ujevnt dekket til av antatt renere masser (figur 5).

Den østlige delen av området grenser til et nyetablert boligområde. I dette området er det ikke fylt på masser og området fremstår som en mer plan eng.

Fra landsiden er det ingen tydelige tegn på den tidligere bruken av området. Intervjuer med beboere på Risøya forteller at fyllingen strekker seg videre under nybyggene. Det fortelles om hus som har fått setningskader grunnet fundamentering på fylling, og etablering av avsug fra kjeller til tak i fm evt. avgassing fra fyllingen.

Fra sjøsiden er situasjonen en annen. I strandsonen er det tydelige tegn på den tidligere aktiviteten på området. Rester av metallskrap, plastikk, bildekk, bygningsmaterialer m.m. ligger spredt utover hele kystlinjen utenfor området og spesielt mye ved et søkk i terrenget ca midt i området som vist i hhv figur 6 og 7.



Figur 6 Sjøpøl i strandsonen på område 3a



Figur 7 Sjøppel i strandsonen på område 3a

2.5 Område 3b

Området ligger mellom Risøyveien, Terneveien og Måkeveien. Terrengtet er planert og delvis bebygd, asfaltert/grusbelagt. Området har et areal på ca 11 000 m² og er regulert til bolig.

Byggmakker er etablert på den nordlige delen av området med butikk, lager og et privathus. Utearealene her er meget begrenset i omfang og dekket med asfalt. Området mellom butikken og lageret var i aktiv bruk med truck.

Byggmakker opplyste i tillegg at det for et par år siden ble lagt ny asfalt og avrettingsmasser på uteområdet sør for privathuset. Det skal ha blitt fjernet ca 0,5 m masse i forbindelse med dette tiltaket, men det må forventes at det fremdeles kan finnes rester av fylling i dette området. Det bemerkes at dette område ligger ved det som tidligere var strandsonen.

På den sørlige delen av området står det en lagerhall omgitt av et grusbelagt uteareal som brukes til lagring av containere, biler, båter, metallrør, etc. Bygget er tidligere benyttet av Bjerknes Maskinforretning.



Figur 8 Område 3a – Byggmakker på nordlige del og tidligere Bjerknes-bygget i sør

Bygget var under rehabilitering høsten 2011 og et nytt kontorbygg er nå lagt til i sørenden av bygget. På feltdagen ble det observert arbeid med tilførsel av avrettingsand på utearealene og tiltakshaver kunne informere om at utearealene skulle asfalteres påfølgende dager.

Intervjuer med lokale fagfolk forteller at byggene er fundamentert på fylling og utsettes dermed jevnlig for setninger ujevnt fordelt over byggets grunnflate. Det er utført rehabiliteringer flere ganger og det forventes tykke lag med betong under byggene og avrettingsmasser utenfor byggene.

2.6 Tidligere undersøkelser

Det er utført følgende undersøkelser/tiltak ved alle de aktuelle områdene i denne undersøkelsen:

- fjernet nedgravde tanker og en kum i 1996 ved område 2
- geotekniske grunnundersøkelser på område 3 ved Bjørn Strøm AS i 1989 og i 1996
- miljøteknisk undersøkelse ved Gamle Stavern Fyllplass og NORESI-tomta, sluttrapport av Interconsult
- geotekniske grunnundersøkelser og uttak av enkelte miljøprøver av jord og vann ved område 3 av Multiconsult i 2004

- miljøtekniske undersøkelser og vurdering av område 2, samt deler av område 3b og sediment og vannprøver i båthavna mht vannkvalitet i indre havn av Multiconsult i 2006

Konklusjonen av undersøkelsene til Interconsult for område 1 og 3 var at det ikke ble påvist konsentrasjoner av miljøgifter over hva som er normalt for denne type fylling. Det ble vurdert at fyllingsområdet ikke så ut til å representere noen fare for verken mennesker eller miljø. Videre at normale tiltak ved et evt. utbygging på området må vurderes (utluftning/avgassing av deponigass, etc.).

Undersøkelsene av Multiconsult i 2004 konkluderte med at massene ved område 3a viste lite innhold av miljøgifter, men at det stedvis i vannprøvene ble avdekket høye verdier av enkelte metaller. Det ble anbefalt å dekke til fyllmassene med rene masser for å unngå helserisiko, samt at fyllingsfronten mot sjøen burde tildekkes for å hindre at miljøgifter spres med strømmende vann ut til sjøen.

Undersøkelsene av Multiconsult i 2006 konkluderte at fyllingsområdet mest sannsynlig har liten betydning for vannkvaliteten i havnebassenget.

3 Miljømål

For å kunne vurdere om forurensningsgraden ved de undersøkte områdene er av miljømessig betydning for helse og/eller miljø, må det settes et generelt miljømål og et miljømål for hvert av områdene. Følgende miljømål er satt for de undersøkte områdene.

Generelt

- Forurensning i grunnen skal ikke medføre helserisiko for brukere av området
- Forurensninger skal ikke spres til grunnvann eller omkringliggende områder.

Områdene 1 og 3 - helserisiko

Områdene er regulert til bolig. Iht Klima- og Forurensningsdirektorats (Klifs) veileder for helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA 2553/2009), se kapittel 5, tillates gjenbruk på eiendommen av masser med konsentrasjoner innenfor tilstandsklasse 2. I masser dypere enn 1 meter under terreng kan masser innen tilstandsklasse 4 ligge igjen dersom det utføres en risikovurdering med tanke på spredning av forurensning til nærliggende resipienter, samt avgassing for flyktige stoffer.

Områdene 1 og 3a og 3b - spredning

Avrenning fra områdene vil gå til sjøen. Bukta er et grunt mudderområde med mye fugleliv uten annen forurensende virksomhet. Miljømålet her er at avrenning fra land ikke skal medføre overskridelse av tilstandsklasse II i vannfasen iht. veileder for klassifisering av miljøgiftkvalitet i fjorder og kystvann TA 2229/2007.

Område 2 - spredning

Avrenning fra områdene vil gå til sjø via småbåthavna. Småbåthavne er i aktiv bruk og vil naturlig medføre en forurensning av området. Miljømålet for avrenning er derfor ikke lagt så strengt her og er satt til at avrenning fra land ikke skal medføre overskridelse av

tilstandsklasse III i vannfasen iht. veileder for klassifisering av miljøgiftkvalitet i fjorder og kystvann TA 2229/2007.

4 Utførte arbeider jord

4.1 Feltundersøkelser

Sweco Norge AS gjennomførte en miljøteknisk grunnundersøkelse ved Bukta fyllplass Område 1, 3a og 3b den 18 - 21. oktober 2011. I tillegg ble eksisterende miljøbrønner ved område 2 prøvetatt.

Eiendommene ble prøvetatt iht. NS 10381-5 (*Jordkvalitet, Prøvetaking, del 5: Veiledning for fremgangsmåte for undersøkelse av grunnforurensning på urbane og industrielle lokaliteter*). Prøvepunktene ble valgt ut med tanke på å oppnå en representativ oversikt over forurensning på området.

Undersøkelsene ved område1 og 3a ble gjennomført vha gravemaskin fra A.O. Lund Entreprenører/Ekvald Entreprenører. Grunnet asfalterte utearealer ved Byggmakker og nyopparbeidede utarealer for asfaltering ved Bjerknes-bygget ble undersøkelsene her gjennomført vha borerig fra Geostrøm As.

Det ble tatt ut prøver fra selve fyllingen i tillegg til påfylte sandmasser og opprinnelig sjøbunn. Det er sendt et utvalg av prøvene til analyse for et bredt spekter av mulige miljøgifter.

4.1.1 Område 1

En oversikt over området og prøvepunkter er gitt i figur 8. Oversikt over sjakter, grunnvannstand, type masser, prøvedyp og prøvenummerering er gitt i tabell 1.

Det ble gravd til sammen 10 sjakter, hvor 11 prøver ble tatt ut og 7 ble sendt til analyse. Det ble gravd ned til 130 - 240 cm under terreng. Grunnvann ble påvist ved 50 – 180 cm under terreng og opprinnelig sjøbunn ble påvist i flere av sjaktene.

Det ble observert to miljøbrønner på eiendommen som antas å ha blitt etablert av Interconsult i 1997. Brønnene ble vurdert til å være i god tilstand. I tillegg ble det satt en miljøbrønn i sjakt 9.



Figur 9 Område 1 – prøvepunkter er markert med gul ring og brønner er markert med en hvit stjerne.

Tabell 1 Oversikt over sjakter, grunnvannstand, type masser, prøvedyp og prøvenummerering

Sjakt	Sjaktedyp, cm	Grunnvann, cm dyp	Type masse	Prøvedyp, cm	Prøvenr
1	220	120	Fylling – brun sand/silt, treplanker, kvist, jernskrap, plastikk, etc.	0 – 220	1-1
2	210	150	Brun sand ca 1 m, fylling rett over og under grunnvannstand – glassflasker, jernskrap, plastikk, bildekk, etc.	0 – 160	1-2-1
			Sjøbunn ved 2,10 m	210	1-2-2
3	170	100	Fylling – sand, stein, kvist, tauverk, planker, takstein, glass- og plastflasker, plastikk, metallplater, etc.	0 – 170	1-3
4	180	140	Fylling – sand, teglstein, takstein, glasslasker, plastikk, metallplater, lyspærer, etc. Sjøbunn i bunnen av sjakta.	0 – 180	1-4
5	220	130	Fylling – sand, stein, bildekk, tauverk, teglstein, takstein, glass- og plastflasker, plastikk, metallplater, etc.	0 – 220	1-5
6	140	80	Fylling – sand, stein, kvist, tauverk, planker, takstein, glass- og plastflasker, plastikk, metallplater, etc. Sjøbunn i bunnen av sjakta.	0 – 140	1-6
7	240	180	Store mengder fiskegarn på overflaten. Fylling – teglstein, keramikkrør, plastikk, jernrør, jernskrap, stein, sand, tøyrester, treverk, kvister, etc. Sjøbunn ved 2 m	0 – 180	1-7
8	130	50	Sjakt ca 15 – 20 m fra sjøkanten, oljeskimmer på massene, oljelukt. Fylling – mye plank, fiskegarn, teglstein, glass- og plastflasker, plastikk, jernskrap, stein, sand, tøyrester, treverk, kvister, bildekk, etc.	0 – 130	1-8
9	210	120	Lukt av olje/nedbrutt org. materiale Fylling – plank, fiskegarn, teglstein, glass- og plastflasker, plastikk, jernskrap, stein, sand, tøyrester, treverk, kvister, bildekk, etc.	0 – 200	1-9
10	230	170	Fylling – brun sand/silt, treplanker, kvist, jernskrap, plastikk, etc. Ca 50 cm sand over fylling.	0 - 230	1-10

4.1.2 Område 3a

En oversikt over området og prøvepunkter er gitt i figur 9. Oversikt over sjakter, grunnvannstand, type masser, prøvedyp og prøvenummerering er gitt i tabell 2.

Det ble gravd til sammen 20 sjakter, hvor 27 prøver ble tatt ut og 12 ble sendt til analyse. Det ble gravd ned til 150 - 370 cm under terreng. Grunnvann ble påvist ved 80 – 270 cm under terreng og opprinnelig sjøbunn ble påvist i flere av sjaktene.



Figur 10 Område 3a – Swecos prøvepunkter er markert med rød ring og brønner er markert med en hvit stjerne. Prøvepunkter fra Multiconsults undersøkelse i 2004 er markert med blå ring

Tabell 2 Oversikt over sjakter, grunnvannstand, type masser, prøvedyp og prøvenummerering

Sjakt	Sjaktedyp cm	Grunnvann, cm dyp	Type masse	Prøvedyp, cm	Prøve nr
1	200	200	Fyllmasser – leire, sand, silt, jord, store steiner, Litt fylling - treverk, plast, teglstein, jernskrap	0-200	3a-1
2	200	200	Gress og sand, 0 – 10 cm over fyllmasser – leire, sand, silt, jord, steiner, treverk, litt fylling - plast, teglstein, store steiner i bunnen	0-200	3a-2
3	320	270	Fylling – tønner, mye plastikk, keramikkør, slanger, jernskrap, store steiner, sand, jord	0-320	3a-3
4	290	230	Fylling – sand, jord, leire, stein, blokker, trestubbe, VA-rør, betong, tauverk, bjelker, jernskrap, teglstein, keramikkrester, metallplate, bildekk, isopor, etc.	0-290	3a-4
5	360	250	Fylling – sand, jord, leire, stein, blokker, treverk, teglstein, fiberduk, ledninger, tauverk, plastikk, asfaltbiter, etc., masse jernskrap under grunnvannsstanden – rester fra et bilvrak?	0-360	3a-5
6	310	200	Fyllmasser - sand, jord, leire, stein, teglstein + plastikk og dreneringsplast til grunnmur	0-180	3a-6-1
			Fylling ved grunnvann – mye plastikk, polystyren, metallskrap og tøyrester. Vond lukt.	190-310	3a-6-2
7	300	270	Fylling – sand, jord, leire, store stein, teglstein, tjukk jernplate, treverk, plastikk, polystyren, fiberduk, plastikk, isolasjonsmatte, etc. ikke så tydelig fylling ved grunnvann.	0-300	3a-7

Sjakt	Sjaktedyp cm	Grunnvann, cm dyp	Type masse	Prøvedyp, cm	Prøve nr
8	220	80	Sjakt grav i et "søkk" i terrenget Ca 30 cm leire over fylling – treplank, kvister, mye plastikk, metall, sand, isopor, tøyrester, jernrester, teglstein, metalltråder, rørdeler i plast og metall, gummistøvel, betong, kabler, isolasjonsmatte, røtter, stein, etc.	30-220	3a-8
9	190	90	Fylling, mye – plastikk, jernskrap, trebjelker, bildekk, teglstein, jernstenger, slanger, glass, etc.	0-180	3a-9-1
			Sjøbunn	190	3a-9-2
10	150	90	Fylling, mye – jernskrap, plastikk, plank, isopor, metallplater, trebjelker, vaiere, bildekk, etc. Sjøbunn i bunnen av sjakta.	0-150	3a-10
11	170	90	Litt fylling – jernskrap, plastikk, plank, isopor, metallplater, trebjelker, vaiere, bildekk, etc. Sjøbunn i bunnen av sjakta.	0-170	3a-11
12	160	90	Fylling, mye – jernskrap, rester av vaskemaskin, plastikk, plank, isopor, metallplater, trebjelker, vaiere, bildekk, etc. Sjøbunn i bunnen av sjakta.	0-160	3a-12
13	310	180	Fyllmasser – sand, jord, tett leire, stein	0-100	3a-13- 1
			Fylling – teglstein, tjukk jernplate, treverk, plastikk, isopor, fiberduk, plastikk, isolasjonsmatte, etc.	170-310	3a-13- 2
14	370	240	Fyllmasser – sand, jord, tett leire, stein	0-100	3a-14- 1
			Fylling, mye – jernskrap, plastikk, plank, isopor, metallplater, trebjelker, vaiere, bildekk, etc. Sjøbunn i bunnen av sjakta.	240-300	3a-14- 2
15	205	100	Fylling, mye – sand, jernskrap, et helt kjøleskap, tønner, vedovn, betong, plastikk, plank, isopor, metallplater, trebjelker, etc.	0-200	3a-15- 1
			Sjøbunn	200-210	3a-15- 2
16	360	240	Fyllmasser – sand, jord, tett leire, stein	0-100	3a-16- 1
			Fylling, mye – jernskrap, plastikk, plank, isopor, metallplater, trebjelker, vaiere, bildekk, etc. Sjøbunn i bunnen av sjakta.	210-360	3a-16- 2
17	320	230	Gruset område i øst Fyllmasser – sand, grus Fylling – mye plastikk og metallskrap, vond lukt	130-240	3a-17
18	150	80	Sjakt gravd i en dump Fyllmasser – leire, sand, jord Mindre fylling – mye røtter og trestammer, litt plank, plastikk og en gummistøvel	0-150	3a-18
19	150	Sjøvann	Sjøsand	0-70	3a-19- 1
			Sjøbunn leire/silt	70-150	3a-19- 2
20	370	i.p.	Sand	0-360	3a-20

4.1.3 Område 3b

En oversikt over området og prøvepunkter er gitt i figur 10. Oversikt over borhull, grunnvannstand, type masser, prøvedyp og prøvenummerering er gitt i tabell 3.

Det ble boret til sammen 17 borpunkter, hvor 15 prøver ble tatt ut og 8 ble sendt til analyse. Det ble boret ned til 20 - 300 cm under terreng. Grunnvann ble påvist ved ca 100 – 200 cm under terreng og opprinnelig sjøbunn ble påvist i flere av borhullene.



Figur 11 Område 3b – prøvepunkter er markert med rød ring. Bjerknes-bygget i sør og Byggmakker i nord.

Tabell 3 Oversikt over borhull, grunnvannstand, type masser, prøvedyp og prøvenummerering

Sjakt	Borhulldyp cm	Grunnvann cm dyp	Type masse	Prøvedyp, cm	Prøve nr
1	140	i.p.	Grus og sand – avrettingsmasser?, stopp i stein	0-140	3b-1
2	200	120?	Grus og sand – avrettingsmasser? Over antatt steinfylling, spor av gr.vann	20-200	3b-2
3	40	i.p.	Grus og sand – avrettingsmasser?, stopp i stein	-	-
4	40	i.p.	Grus og sand – avrettingsmasser?, noe treverk, spiker og glass – fylling, stopp i stein	0-40	3b-4
5	30	i.p.	Borhull på gamle veien ut til fyllinga i følge lokale Grus og sand – avrettingsmasser?, stopp i stein	-	-
6	20	i.p.	Borhull i antatt ytre del av fylling Grus og sand – avrettingsmasser?, stopp i stein	-	-
7	200	130	45 cm grus og sand – avrettingsmasser? Over fylling – treverk, spiker, glass	45-150	3b-7-1
			Grus	150-200	3b-7-2
8	200	200	30 cm grus og sand – avrettingsmasser? Over fylling – sand, leire, silt, keramikk, treverk	0-100	3b-8-1
			Sjøsand	100-200	3b-8-2
9	300	100	50 cm grus og sand – avrettingsmasser? over fylling – sand, jord, leire, silt, mye plastikk og koppertråd, glass, fiberduk, keramikk, stein, mer sand fra 200 cm – sjøbunn?	50-290	3b-9
10	300	120	40 cm grus og sand – avrettingsmasser? over fylling – treverk, flis, sand, jord, metalltråd, tøyrester, keramikk, mer sand fra 200 cm – sjøbunn?	40-200	3b-10
11	150	i.p.	50 cm grus og sand – avrettingsmasser? over fylling – sand, leire, plastikk, metalltråd, jernskrap, keramikk, etc.	50-150	3b-11
12	50	i.p.	Grus og sand – avrettingsmasser?, stopp i stein	-	-
13	200	100?	100 ca asfalt, grus, sand – avrettingsmasser? Over fuktig sand – sjøbunn?	100-150	3b-13
14	25	i.p.	Tykk asfalt, grus, sand – avrettingsmasser? stopp i stein	-	-
15	240	130	45 cm grus og sand – avrettingsmasser? over fylling – jord, leire, sand, glass, stein, keramikk, plast, betongrester, sand med skjell fra 240 cm – sjøbunn	45-200	3b-15
16	150	i.p.	Grus og sand – avrettingsmasser?, stopp i stein	50-150	3b-16
17	200	150	100 cm grus og sand – avrettingsmasser? over fylling – jord, leire, sand, glass, stein, keramikk, plast, etc.	0-100	3b-17-1
			sand med skjell fra 240 cm – sjøbunn	100-160	3b-17-2

4.2 Kjemiske analyser

Samtlige prøver til analyse ble analysert ~~med~~for 8 metaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink), samt de organiske parametrene olje (THC), monosykliske aromatiske hydrokarboner (BTEX), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorete bifenyler (PCB), klorerte løsemidler, klorerte bensener og enkelte pesticider. Dette er en utvidet analysepakke med de vanligste forekommende miljøgiftene i forurenset grunn iht Klifts prioriterte stoffliste.

Prøvene ble analysert av ALS Laboratory Group Norge AS, som er akkreditert for disse analysene.

5 Vurderingsgrunnlag

5.1 Jord

Analyseresultatene for jordprøvene fra område 1 og 3a og b er vurdert i henhold til Klima- og Forurensningsdirektorats (Klifs) veileder for helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA 2553/2009). Tilstandsklassene er gjengitt i Tabell 4.

Masser hvor det påvises konsentrasjoner innenfor tilstandsklasse 1 er rene. Forurensningsforskriften legger ingen begrensninger på disponering av rene masser.

Masser med konsentrasjoner av ulike forbindelser over tilstandsklasse 1 er forurenset, og ved transport ut av eiendommen må slike masser leveres godkjent deponi.

Tabell 4. Klifs tilstandsklasser for forurenset grunn, med vurderingsgrad oppgitt i mg/kg TS

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall
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, total (Cr)	< 50	50 - 200	200 - 500	500 - 2800	2800 - 25000
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
THC, C8-C10	< 10	≤ 10	10 - 40	40 - 50	50 – 20000
THC, C10-C12	< 30	30 - 60	60 - 130	130 - 300	300 – 20000
THC, C12-C35	< 100	100 - 300	300 - 600	600 - 2000	2000 – 20000
Benzo(a)pyren	< 0,1	0,1 – 0,5	0,5 - 5	5 - 15	15 – 100
Sum 16 PAH	< 2	2 - 8	8 - 50	50 - 150	150 – 2500
Sum 7 PCB	< 0,01	0,01 – 0,5	0,5 - 1	1 - 5	5 – 50

Tabell 5 viser en sammenheng mellom hvilken forurensningsgrad Klif tillater i masser over og under 1 meter under terren ved ulik arealbruk for eiendommen. Tabellen gjelder også for gjenbruk/omdisponering av forurensede masser på egen eiendom.

Området 1 og 3a og b har en arealbruk tilsvarende "bolig" i Tabell 5. Det vil si at alle masser med konsentrasjoner innenfor tilstandsklasse 2 er akseptert forurensning på eiendommen i sjiktet 0 – 1 m. I masser dypere enn 1 meter under terreng kan masser med forurensningsgrad innen tilstandsklasse 3 ligge igjen. En forurensningsgrad innen tilstandsklasse 4 kan ligge igjen på området dersom en risikovurdering med tanke på spredning av forurensning til nærliggende resipienter og avgassing tillater dette.

Tabell 5. Aksepterte tilstandsklasser iht arealbruk (s = spredning, h= helse)

Arealbruk	Toppjord (< 1 m)	Dypere jord (> 1 m)
Boligområder	2 eller lavere	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s og avgassing)
Sentrumsområder	3 eller lavere	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s) 5 etter risikovurdering (h og s)
Industri og trafikk	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s)	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s) 5 etter risikovurdering (h og s)

5.2 Grunnvann

Det er ikke utarbeidet grenseverdier for miljøgifter i grunnvann. I det formålet med undersøkelsen er å vurdere evt. spredning av miljøgifter til resipient, som her er sjø, har vi valgt å vurdere resultatene opp mot Klifs veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann (TA-2229/2007).

Konsentrasjoner av organiske og uorganiske miljøgifter i marint vann er delt inn i fem ulike tilstandsklasser basert på effekt, hvor klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunn. Klassifiseringen med beskrivelse og fargekode er vist i figur 11. For de forskjellige konsentrasjonsintervaller viser vi til selve veilederen.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter

Figur 12 Tilstandsklasser for miljøgifter i sediment iht. veiledning for *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-2229/2007)*.

6 Geologiske og hydrogeologiske forhold

De funn som er observert i denne undersøkelsen bekrefter de opplysninger som er gitt av lokale beboere på Risøya og i Stavern. Det er observert fylling i grunnvannssonen i alle delområder. Man må regne med at det har vært en jevn fylling av forskjellig avfall ut over hele det tidligere sjøområdet rundt Risøya. Figuren i vedlegg 1 viser antatt utbredelse av fyllingen. Det er ukjent om fyllingen strekker seg lengre østover.

Dybde fra terrengoverflate og ned til fyllingen, samt tykkelsen av fyllingen slik områdene fremstår i dag, avhenger av hvor mye masse som er deponert oppå etter at fyllingen ble avsluttet. Tilsvarende gjelder for grunnvannstanden. Alle delområdene må antas å være påvirket av tidevann.

Ettersom utfyllingen har foregått helt tilfeldig, anses sannsynligheten for å finne miljøgifter og annen forurensning for å være like stor i alle delområdene.

6.1 Område 1

Avfallet ligger hovedsakelig rett under overflaten og delvis i overflaten. Unntaket er i den sørlige delen langs Risøyveien hvor masser fra veibygging og utgraving av en grøft er lagt oppå fyllmassene. Det er registrert store setninger i området.

Grunnvannet ligger fra 50 – 180 cm under terreng. Området har avrenning mot Agnesbukta.

6.2 Område 2

Området er gruslagt. Massene i dette området ble ikke undersøkt i dette feltarbeidet. Grunnvannet ligger fra ca 80 – 125 cm under terreng. Området har avrenning mot småbåthavna.

6.3 Område 3a

Hoveddelen av området er veldig kupert grunnet ujevn deponering av antatt renere masser av sand, leire og stein fra diverse lokale utbyggingsprosjekter. I dette området er tykkelsen på fyllingen mindre etter komprimering av fyllmassene. Grunnvannet ligger fra 200 – 270 cm under terreng. I en forsenkning i dette området ligger grunnvannet ca 90 cm under terreng og utpå pynten i vest ble det gravd 3,7 m ned uten å treffe på grunnvann.

I området vest og nord for boligområdet (sjakt 9 – 12 og 15) er det ikke fylt på masser og fyllingen ligger rett under overflaten. Grunnvannet ligger ca 90 cm under terreng.

Fyllingen ligger over og under grunnvannssonen og ser ut til å ha relativt lik sammensetning. Det er registrert store setninger i området.

Området har avrenning mot Agnesbukta.

6.4 Område 3b

Området er dekket med et tykt lag med avrettingsmateriale av sand og grus. Fyllmassene ligger rett over og under grunnvannssonen. Fyllingens tykkelse er tynn etter komprimering av fyllmasser og bygg. Det er registrert store setninger i området.

Grunnvannet ligger fra 100 – 200 cm under terreng. Området har avrenning mot småbåthavna.

7 Forurensingssituasjonen

7.1 Beskrivelse

7.1.1 Område 1

Fyllingsmassene består hovedsakelig av treplanker, jernskrap, plastikk, små "apotek" glassflasker, andre glass- og plastikkflasker, metallplater, teglstein, bildekk, tauverk, fiskegarn, tøyrester, kvister, keramikk- og jernrør, etc. Mektigheten på fyllinga er på ca 130 – 180 cm jevnt over eiendommen.

Fyllingsmassene ble funnet over hele eiendommen og antas å strekke seg innover naboeiendommene. Figur 13 viser fyllmasser rett under terrengoverflaten i sjakt 8 som er grav ca 15 – 20 fra Agnesbukta.



Figur 13 Område 1 – sjakt 8, fylling rett under overflaten ca 15 – 20 meter fra sjø

7.1.2 Område 3a

Fyllingsmassene består hovedsakelig av jernskrap, mye plastikk, tauverk, metallplater, asfaltbiter, teglstein, bildekk, polystyren, fiberduk, plank, isolasjonsmatter, vaier, tøyrester, kvister, keramikk- og jernrør, etc. I tillegg ble det gravd opp rester av en vaskemaskin, en vedovn og et helt kjøleskap.

Dybde fra terreng til fylling varierer med mengde fyllmasse som er deponert oppå. I områder uten tilført fyllmasse ligger fyllingen rett under overflaten, mens det i andre områder kan ligge opptil ca 200 – 250 cm fyllmasser over fyllingsmassene. Likt for hele området er at fyllingen ligger i direkte kontakt med grunnvannet.

Mektigheten på fyllinga er på ca 110 – 200 cm jevnt over eiendommen.

Fyllmassene ble funnet over hele eiendommen og antas å strekke seg innover naboeiendommene. Figur 14 viser fyllmasser rett under terrengoverflaten i sjakt 15 som er grav nord for privathuset hvor det ikke er deponert fyllmasser oppå fyllinga.



Figur 14 Område 3a – sjakt 15, fylling rett under overflaten i område som ikke er tilført fyllmasser

7.1.3 Område 3b

Fyllingsmassene består hovedsakelig av jernskrap, plastikk, teglstein, glass, fiberduk, plank, vaier, tøyrester, keramikk, etc. Det er noe mer begrenset oversikt man får ved boring kontra sjakting.

Dybde fra terreng til fylling varierer med mengde asfalt og avrettingsmasser som er lagt oppå. Fyllingen ligger fra ca 45 – 100 cm under terreng. Likt for hele området er at fyllingen ligger i direkte kontakt med grunnvannet.

Mektigheten på fyllinga er mer komprimert i dette området pga bygninger/avrettingslag og aktiv bruk. Mektigheten av fyllinga i dette området er på ca 70 – 155 cm jevnt over eiendommen.

Fyllingsmassene ble funnet over hele eiendommen og antas å strekke seg innover naboeiendommene. Figur 16 viser vaiere og plastikk som har festet seg til boret i borehull 17.



Figur 15 Område 3b – borhull 17, vaier og, plastikk som har festet seg på boret

7.2 Resultater fra de kjemiske analysene

Resultatene fra de kjemiske analysene er gitt i Tabell 6 - 12. Resultatene fra jordprøvene er vurdert med farge iht Klifs tilstandsklasser for forurenset grunn. Resultatene fra vannprøvene er vurdert med farge iht Klifs tilstandsklasser for marint vann. Analyserapport fra ALS Laboratory Group Norge er vedlagt.

Det er ikke påvist konsentrasjoner over de gitte deteksjonsgrenser for øvrige analyserte miljøgifter enn de som er oppgitt i tabellene under.

7.2.1 Område 1

I prøvene av fyllingsmasser er det påvist enkelte konsentrasjoner av bly, kobber, sink, olje og benzo(a)pyren tilsvarende tilstandsklasse 3, samt enkelte konsentrasjoner av sink tilsvarende tilstandsklasse 4.

Det er ikke påvist forurensning i prøven tatt av opprinnelig sjøbunn.

Tabell 6. Analyseresultater, jordprøver område 1, enhet mg/kg ts

Parameter	1-1	1-2-2	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9
Massetype	ylling	sjøsand	ylling	ylling	ylling	ylling	ylling
Tørrstoff, %	84,7	82,5	81,9	67,9	79	54,4	72,9
Arsen (As)	3,86	5,82	3,44	15,8	4,02	8,35	8,51
Bly (Pb)	29	7	15,9	170	45,8	167	112
Kadmium (Cd)	0,29	<0.10	<0.10	1,12	0,21	1,18	0,7
Krom, total (Cr)	13	20,2	13,5	38,3	17,5	83,8	23,6
Kobber (Cu)	23,6	12,1	31,8	243	22,1	229	63,8
Kvikksølv (Hg)	<0.20	<0.20	<0.20	0,59	<0.20	0,42	0,36
Nikkel (Ni)	10,7	17,5	10,6	48,6	8	31,8	24,5
Sink (Zn)	179	45,4	202	1450	175	1010	730
Totale hydrokarboner							
THC, C8-C10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
THC, C10-C12	<2	<2	<2	8	<2	<2	42
THC, C12-C35	40	<13	66	232	47	320	139
PAH- forbindelser							
Benzo(a)pyren	0,048	<0.010	<0.010	0,313	0,021	0,572	0,039
Sum 16 PAH (16 EPA)	0,394	i.p.	0,035	3,29	0,183	4,06	0,941
Polyklorete bifenyler (PCB)							
Sum 7 PCB	i.p.	i.p.	0,0269	0,0127	0,0149	0,0626	0,0052

i.p. ikke påvist

I brønn 1 er det påvist konsentrasjoner av bly, kobber og sink i tilstandsklasse IV, konsentrasjon av nikkel i tilstandsklasse III og konsentrasjoner av PAH-forbindelser i tilstandsklasse III – V. I tillegg er det påvist konsentrasjoner av benzen og xylener over deteksjonsgrensen. Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for disse parametrene.

I brønn 2 er det påvist konsentrasjoner av bly, kobber, kvikksølv og sink i tilstandsklasse V, konsentrasjon av nikkel i tilstandsklasse IV, konsentrasjon av kadmium og krom i tilstandsklasse III og konsentrasjoner av PAH-forbindelser i tilstandsklasse III – V. I tillegg er det påvist konsentrasjoner av DDT rett over deteksjonsgrensen. Konsentrasjonen ligger i tilstandsklasse III. Deteksjonsgrensen for DDT ligger også i tilstandsklasse III.

I brønn 3 er det påvist konsentrasjoner av kobber og sink i tilstandsklasse IV og konsentrasjon av kvikksølv i tilstandsklasse III. I tillegg er det påvist konsentrasjoner av xylener over deteksjonsgrensen. Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for xylener.

Tabell 7. Analyseresultater, grunnvannsprøver fra brønner i område 1

Parameter	Enhet	Brønn 1	Brønn 2	Brønn 3
Arsen (As)	µg/l	3,26	10,9	1,57
Bly (Pb)	µg/l	4,0	77,3	1,58
Kadmium (Cd)	µg/l	0,0908	1,29	<0.05*
Krom, total (Cr)	µg/l	2,45	29,1	<0.9*
Kobber (Cu)	µg/l	5,82	167	2,98
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,033	0,994	0,0484
Nikkel (Ni)	µg/l	4,34	27,3	0,998
Sink (Zn)	µg/l	51,1	719	8,52
Polyklorerte bifenyler (PCB) og pesticider				
Sum PCB-7	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.
g-HCH (Lindan)	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010
Sum DDT	µg/l	<0.0100*	0,016	<0.0100*
PAH-forbindelser				
Naftalen	µg/l	<0.010	0,068	0,07
Acenaftalen	µg/l	0,012	0,01	<0.010*
Acenaften	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Fluoren	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Fenantren	µg/l	0,031	0,037	<0.010*
Antracen	µg/l	0,016	0,015	<0.010*
Fluoranten	µg/l	0,15	0,15	<0.010*
Pyren	µg/l	0,14	0,13	<0.010*
Benso(a)antracen	µg/l	0,056	0,063	<0.010*
Krysen	µg/l	0,042	0,057	<0.010*
Benso(b)fluoranten	µg/l	0,059	0,064	<0.010*
Benso(k)fluoranten	µg/l	0,033	0,034	<0.010*
Benso(a)pyren	µg/l	0,069	0,06	<0.010*
Dibenso(ah)antracen	µg/l	0,012	0,013	<0.010*
Benso(ghi)perylene	µg/l	0,051	0,044	<0.010*
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,057	0,05	<0.010*
Flyktige hydrokarboner				
Bensen	µg/l	0,31	<0.20	<0.20
Toluen	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20
Etylbensen	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20
Xylener	µg/l	0,44	<0.20	2,1

* Deteksjonsgrense overskrider tilstandsklasse I/II

7.2.2 Område 2

I BR 1 er det påvist konsentrasjoner av kobber og sink i tilstandsklasse V og bly i tilstandsklasse III.

I BR2 er det påvist konsentrasjoner av kobber og sink i tilstandsklasse V, bly og nikkel i tilstandsklasse IV og kadmium i tilstandsklasse III.

I BR 3 er det påvist konsentrasjoner av kobber, kvikksølv og sink i tilstandsklasse V, samt kadmium, krom og nikkel i tilstandsklasse III. I tillegg er det påvist konsentrasjoner av mono- og diklorbenzen over de gitte deteksjonsgrenser.

I BR 5 er det påvist konsentrasjoner av kobber og sink i tilstandsklasse IV.

Tabell 8. Analyseresultater, grunnvannsprøver område 2

Parameter	Enhet	BR1	BR2	BR3	BR4	BR5
Arsen (As)	µg/l	0,441	2,08	<3	<1	1,85
Bly (Pb)	µg/l	2,4	4,27	0,716	1,06	0,131
Kadmium (Cd)	µg/l	0,11	0,969	0,64	0,0206	<0.002
Krom, total (Cr)	µg/l	0,681	0,789	6,83	2,99	0,425
Kobber (Cu)	µg/l	12,3	27,7	114	3,18	0,711
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,0076	0,0121	0,128	0,0042	0,0059
Nikkel (Ni)	µg/l	1,08	18,3	2,61	1,63	0,801
Sink (Zn)	µg/l	121	2530	73,3	13,8	1,0
Polyklorerte bifenyler (PCB), krom-6 og pesticider						
Cr6+	mg/l	0,0083	0,0162	<0.0050	0,0155	0,0073
Sum PCB-7	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
g-HCH (Lindan)	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Sum DDT	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Monoklorbensen	µg/l	<0.10	<0.10	0,75	<0.10	<0.10
1,2-Diklorbensen	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,4-Diklorbensen	µg/l	<0.10	<0.10	0,64	0,61	<0.10
PAH-forbindelser						
Naftalen	µg/l	<0.100*	<0.100*	<0.100*	0,129	<0.100*
Acenaftylen	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Acenaften	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	0,393	<0.010*
Fluoren	µg/l	<0.020*	<0.020*	<0.020*	0,2	<0.020*
Fenantren	µg/l	<0.030*	<0.030*	<0.030*	0,065	<0.030*
Antracen	µg/l	<0.020*	<0.020*	<0.020*	<0.020*	<0.020*
Fluoranten	µg/l	<0.030*	<0.030*	<0.030*	<0.030*	<0.030*
Pyren	µg/l	<0.060*	<0.060*	<0.060*	<0.060*	<0.060*
Benso(a)antracen	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Krysen	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Benso(b)fluoranten	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Benso(k)fluoranten	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Benso(a)pyren	µg/l	<0.020*	<0.020*	<0.020*	<0.020*	<0.020*
Dibenso(ah)antracen	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Benso(ghi)perylene	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Indeno(123cd)pyren	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Flyktige hydrokarboner						
Bensen	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Toluen	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Etylbensen	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Xylener	µg/l	<0.150	<0.150	<0.150	0,64	<0.150
Fraksjon C5-C6	µg/l	<5.0	15,4	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C6-C8	µg/l	6,3	7	9,1	11,2	9,8
Fraksjon >C8-C10	µg/l	14,4	5,3	8,8	11	11,4

* Deteksjonsgrense overskrider tilstandsklasse I/II
i.p. ikke påvist

Det er ikke påvist lindan, DDT eller PAH-forbindelser over de gitte deteksjonsgrenser i noen av brønnene. Deteksjonsgrensen for disse parametrene ligger i tilstandsklasse II.

Det er påvist konsentrasjoner av lette hydrokarboner (olje) i alle brønnene. I tillegg er det påvist konsentrasjoner av xylener over deteksjonsgrensen i BR4. Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for hydrokarboner i marint vann.

Det er påvist konsentrasjoner av sekverdig krom over deteksjonsgrensen i BR 1, 2, 4 og 5. Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for Cr6+ i marint vann.

7.2.3 Område 3a

Med unntak av punkt 10 er det ikke påvist konsentrasjoner av miljøgifter over tilstandsklasse 2 i noen av prøvene fra fyllinga. I massene ved punkt 10 er det påvist bly og kobber i tilstandsklasse 3, sink i tilstandsklasse 4, benzo(a)pyren i tilstandsklasse 3 og sum-PAH i tilstandsklasse 5.

Det ble ikke påvist konsentrasjoner av miljøgifter i opprinnelig sjøsand eller i de sandige fyllmassene som er deponert oppå fyllinga.

Tabell 9. Analyseresultater, jordprøver område 3a, enhet mg/kg ts

Parameter	3a-4	3a-5	3a-6-1	3a-7	3a-9-2	3a-10
Massetype	ylling	ylling	sand	ylling	sjøsand	ylling
Tørrstoff, %	82,4	85,9	88,9	84,7	70,8	55,8
Arsen (As)	3,96	3,8	4,42	3,42	2,35	6,01
Bly (Pb)	36,6	24,3	30,7	28	6,6	231
Kadmium (Cd)	0,21	<0.10	0,11	<0.10	<0.10	2,71
Krom, total (Cr)	10,7	13,1	10,5	10,6	7,51	23,8
Kobber (Cu)	20,6	11,1	17,4	22,2	3,73	848
Kvikksølv (Hg)	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Nikkel (Ni)	9	8,6	10,4	13,3	7,5	23,9
Sink (Zn)	160	86,9	102	116	30	1270
Totale hydrokarboner						
THC, C8-C10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
THC, C10-C12	<2	<2	<2	<2	<2	<2
THC, C12-C35	23	51	17	68	14	272
PAH- forbindelser						
Benzo(a)pyren	0,015	0,033	0,074	0,052	0,019	3,5
Sum 16 PAH (16 EPA)	0,114	0,295	0,772	0,448	0,208	56,2
Polyklorerte bifenyler (PCB)						
Sum 7 PCB	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,0114

i.p. ikke påvist

Tabell 10. Analyseresultater, jordprøver område 3a, enhet mg/kg ts

Parameter	3a-14-2	3a-15-1	3a-16-1	3a-17	3a-18	3a-19-1
Massetype	ylling	ylling	sand	ylling	ylling	sjøsand
Tørrstoff, %	83,4	82,4	88,7	79,3	75,7	82,4
Arsen (As)	2,97	3,64	4,85	6,54	6,14	3,68
Bly (Pb)	7,1	36,8	28	70,9	18,7	7,5
Kadmium (Cd)	<0.10	2,27	0,2	0,33	<0.10	<0.10
Krom, total (Cr)	13,4	13,2	18,2	19,1	27,6	5,87
Kobber (Cu)	9,85	21,6	24,2	26,9	22	6,32
Kvikksølv (Hg)	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Nikkel (Ni)	12,6	9,9	10,5	23,1	26,5	5,1
Sink (Zn)	42,9	434	131	354	214	60,4
Totale hydrokarboner						
THC, C8-C10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
THC, C10-C12	<2	<2	<2	<2	<2	<2
THC, C12-C35	<13	92	53	46	21	27
PAH- forbindelser						
Benzo(a)pyren	<0.010	0,106	0,146	0,084	<0.010	<0.010
Sum 16 PAH (16 EPA)	i.p.	1,91	2,21	0,87	0,193	i.p.
Polyklorete bifenyler (PCB)						
Sum 7 PCB	i.p.	0,0032	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.

i.p. ikke påvist

I Brønn 1 ble det påvist konsentrasjoner av sink i tilstandsklasse V, arsen, bly og nikkel i tilstandsklasse IV, samt kadmium og krom i tilstandsklasse III. I tillegg er det påvist konsentrasjoner av DDT og flere PAH-forbindelser i tilstandsklasse V og antracen i tilstandsklasse III.

I Brønn 2 ble det påvist konsentrasjoner av arsen og sink i tilstandsklasse V, bly og kobber i tilstandsklasse IV, samt krom i tilstandsklasse III.

I Brønn 3 ble det påvist konsentrasjoner av bly, kobber og sink i tilstandsklasse IV, samt krom og nikkel i tilstandsklasse III.

Det er ikke påvist konsentrasjoner av DDT eller PAH-forbindelser over de gitte deteksjonsgrensene i Brønn 2 og 3. Deteksjonsgrensen for disse parametrene ligger i hhv tilstandsklasse III og II.

Det er påvist konsentrasjoner av toluen og xylener over deteksjonsgrensen i Brønn 1 og 2. Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for hydrokarboner i marint vann.

Tabell 11. Analyseresultater, grunnvannsprøver område 3a

Parameter	Enhet	Brønn 1	Brønn 2	Brønn 3
Arsen (As)	µg/l	8,81	89,5	4,57
Bly (Pb)	µg/l	7,99	2,06	1,54
Kadmium (Cd)	µg/l	0,364	<0.05*	<0.05*
Krom, total (Cr)	µg/l	5,84	5,42	4,05
Kobber (Cu)	µg/l	14	6,85	1,23
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,0271	<0.02*	<0.02*
Nikkel (Ni)	µg/l	30,4	2,12	3,9
Sink (Zn)	µg/l	682	70,2	8,92
Polyklorerte bifenyler (PCB) og pesticider				
Sum PCB-7	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.
g-HCH (Lindan)	µg/l	<0.010*	<0.010*	<0.010*
Sum DDT	µg/l	0,449	<0.0100*	<0.0100*
PAH- forbindelser				
Naftalen	µg/l	0,14	0,17	<0.010*
Acenaftylen	µg/l	0,11	<0.010*	<0.010*
Acenaften	µg/l	0,041	<0.010*	<0.010*
Fluoren	µg/l	0,027	<0.010*	<0.010*
Fenantren	µg/l	0,5	<0.010*	<0.010*
Antracen	µg/l	0,18	<0.010*	<0.010*
Fluoranten	µg/l	1,9	0,016	<0.010*
Pyren	µg/l	1,8	0,014	<0.010*
Benso(a)antracen	µg/l	0,81	<0.010*	<0.010*
Krysen	µg/l	0,76	<0.010*	<0.010*
Benso(b)fluoranten	µg/l	0,86	<0.010*	<0.010*
Benso(k)fluoranten	µg/l	0,47	<0.010*	<0.010*
Benso(a)pyren	µg/l	0,93	<0.010*	<0.010*
Dibenso(ah)antracen	µg/l	0,18	<0.010*	<0.010*
Benso(ghi)perylene	µg/l	0,71	<0.010*	<0.010*
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,78	<0.010*	<0.010*
Flyktige hydrokarboner				
Bensen	µg/l	<0.20	0,43	<0.20
Toluen	µg/l	0,31	3,0	<0.20
Etylbensen	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20
Xylener	µg/l	0,32	0,42	<0.20

* Deteksjonsgrense overskrider tilstandsklasse I/II
i.p. ikke påvist

7.2.4 Område 3b

Med unntak av punkt 16 og 17 er det ikke påvist konsentrasjoner av miljøgifter over tilstandsklasse 2 i noen av prøvene fra fyllinga.

I massene ved punkt 16 er det påvist konsentrasjoner av tyngre hydrokarboner i tilstandsklasse 4. I massene ved punkt 17 er det påvist konsentrasjoner av sink og tyngre hydrokarboner i tilstandsklasse 3.

Det ble ikke påvist konsentrasjoner av miljøgifter i opprinnelig sjøsand.

Tabell 12. Analyseresultater, jordprøver område 3b, enhet mg/kg ts

Parameter	3b-1	3b-7-1	3b-8-2	3b-10	Opp-gravde masser	3b-13	3b-16	3b-17-2
Massetype	ylling	ylling	sjøsand	ylling	ylling	ylling	ylling	ylling
Tørrstoff, %	91,6	80,1	83,3	72,7	88,1	84,9	89,6	63,4
Arsen (As)	3,54	3,52	4,01	3,46	3,21	4,77	3,64	4,59
Bly (Pb)	2,8	64	5,6	15,7	17,7	9,4	5	67,4
Kadmium (Cd)	<0.10	0,29	<0.10	0,2	0,1	<0.10	<0.10	0,64
Krom, total (Cr)	7,88	16,1	8,03	10,3	9,03	8,24	7,71	18,8
Kobber (Cu)	5,16	53,3	3,68	30,7	15,5	7,04	7,36	81,9
Kvikksølv (Hg)	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Nikkel (Ni)	<5.0	9,2	5,8	8,6	7	6,8	5,1	10,6
Sink (Zn)	24,2	307	44,9	228	130	53,1	44,4	666
Totale hydrokarboner								
THC, C8-C10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
THC, C10-C12	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
THC, C12-C35	<13	189	<13	20	46	<13	678	438
PAH- forbindelser								
Benzo(a)pyren	<0.010	0,223	0,066	0,056	0,246	<0.010	0,014	0,12
Sum 16 PAH (16 EPA)	i.p.	2,32	0,768	0,616	3,06	0,06	0,226	1,05
Polyklorerte bifenyler (PCB)								
Sum 7 PCB	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,0303

i.p. ikke påvist

7.3 Vurdering av forurensningen

Figur 16 viser en antatt utbredelse av fyllingen basert på kommunikasjon med Larvik kommune, kartmateriale av gammel strandsone, tidligere undersøkelser, egen befaring av området, intervjuer med lokale i Stavern og beboere på Risøya, som har observert utfyllingsaktivitetene og benyttet tilbudet opp igjennom årene, og de gjennomførte undersøkelsene.

I utgangspunktet ligger fyllingen rett under terreng slik undersøkelsen viser i område 1 og deler av område 3a. I de øvrige områdene er det mengde påfylt masse som avgjør dybde til fyllmassene.

Mektigheten på fyllingen ser ut til hovedsakelig å ligge på ca 110 – 200 cm. I de bebygde områdene har mektigheten av fyllingen blitt noe komprimert til ca 70 – 155 cm.

Generelt har analysene vist at det er lite miljøfarlige stoffer i fyllingsmassene ved de tre undersøkte områdene. Enkelte prøver viser likevel et til dels høyt innhold av metaller og PAH. Ettersom fyllingen er inhomogen, må det forventes å finne slike konsentrasjoner forskjellige og tilfeldige steder i fyllmassene.

Likevel viser analysene av vannprøvene at det er til dels høy utlekking av metaller og PAH i grunnvannet fra alle delområdene. Flere av konsentrasjonene ligger godt inne i tilstandsklasse V. Selv med en 10x fortykning ved utløp i sjø, må dette regnes som en meget høy utlekking.



Figur 16 Bukta Stavern – antatt utbredelsen av fyllingen og avmerking av undersøkte områder.

7.4 Konklusjon og tiltak

Miljømålene for områdene kan ikke sies å være overholdt verken for helse eller spredning til miljøet, og det er behov for tiltak både av estetiske og helse- og miljømessige årsaker.

Umiddelbart ser vi et klart behov for å rydde opp synlige rester av fyllinga, spesielt i strandsonen mot Agnesbukta. Dette er et rent estetisk hensyn som ikke vil være veldig kostbart.

Derneft er det behov for å gjennomføre tiltak på land i forbindelse med eventuell utbygging. Man kan se for seg to løsninger:

- fyllingen graves vekk – dette kan tenkes å være mest aktuelt i område 1. På denne måten vil man kunne fjerne forurensningsproblemet på eiendommen for godt. Et slikt tiltak er dog kostbart og siden fyllingen strekker seg ned til sjøbunnen, vil det nok medføre at man taper et landområde. I tillegg må det forventes at de tilstøtende områdene inneholder tilsvarende fylling og vil kunne kontaminere et oppryddet område
- fyllingen dekkes til og planeres slik det er gjort i område 3b og delvis i område 3a. Et slikt tiltak vil sørge for at delmål mht helse og regulering til bolig vil være overholdt.

Miljømålene for spredning av forurensning fra fyllinga var at utlekkingen ikke skulle overskride de marine tilstandsklassene II (område 1 og 3) og III (område 2). Når grunnvannet fra områdene møter sjøvannet er det vanlig å regne med en fortykning av grunnvannet på ca 10x. Dersom utløpet hadde vært konsentrert og ledet ut til et sjøområde med stort vannvolum, kunne man fint regnet med en større fortykningsfaktor, men siden det her må antas at det lekker fra hele kystlinjen ut i en grunn bukt med mindre vannvolum synes det rimelig å kun benytte en fortykningsfaktor på 10.

Selv med en slik fortykningsfaktor er det påvist konsentrasjoner av metaller og PAH som overskrider miljømålene. Dette viser at det er en uakseptabel utlekking fra områdene som krever tiltak. Tiltakene kan være tildekking og etablering av en fyllingsfront/molo e.l. Dette vil begrense vanntilførsel fra nedbør og tidevann som igjen vil redusere utlekkingen til sjø vesentlig. Denne undersøkelsen støtter dermed de funn og konklusjoner som er gjort av Interconsult og Multiconsult ved undersøkelsene i hhv 1996 og 2004.

Ut i fra vår antagelse at fyllingen har en utbredelse som vist i figur 16, mener vi at et tiltak for å redusere utlekking til sjø bør gjennomføres for hele kystlinjen mot Agnesbukta for å ha en miljømessig effekt. Gjennomføring av tiltak bør likevel ses på i en kost-nytte-sammenheng. Vi anbefaler derfor at det bør gjennomføres en studie av mulige tekniske tiltak for å hindre utlekking og hvilket kostnadsbilde de forskjellige løsningene representerer.