

Fornebu – Miljøteknisk grunnundersøkelse av 14 lokaliteter

Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

994014-1

25 juni 1999

Oppdragsgiver:

Statsbygg

Kontaktpersoner:

Vidar Ellefsen

Tone Westby

Kontraktreferanse:

Prosjekt 99001- kontrakt H101

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder:

Hege Jonassen
Hege Jonassen

Rapport utarbeidet av:

Hege Jonassen
Torgeir Rødsand
Magnus Sparrevik

Kontrollert av:

Gis Bredvold
Gis Bredvold

Forord

På vegne av Statsbygg har Norges Geotekniske Institutt (NGI) utført miljøteknisk grunnundersøkelse av 14 lokaliteter på Fornebu.

De foreliggende rapporter (vurderings- og datarapport) inneholder alle resultatene fra denne og tidligere relevante undersøkelser, samt en vurdering av behovet for tiltak og/eller ytterligere undersøkelser på bakgrunn av stedsspesifikke risikovurderinger.

Statsbyggs prosjektleder har vært Vidar Ellefsen, med assistanse fra Tone Westby.

Prosjektleder og hovedsaksbehandler hos NGI har vært Hege Jonassen, med øvrige saksbehandlere Torgeir Rødsand og Magnus Sparrevik. Kvalitets-sikringen har vært utført av Gijs Breedveld.

Sammendrag

Norges Geotekniske Institutt har på oppdrag fra Statsbygg undersøkt 14 lokaliteter på Fornebu. I undersøkelsen inngår 8 lokaliteter ute på Oksenøya, 3 lokaliteter i området rundt Koksabukta, den tidligere avisningsplattformen, gjenvinningsanlegget og en liten lokalitet ved Postterminalen.

Undersøkelsen hadde følgende målsetning:

- Kartlegge behovet for miljøbeskyttende tiltak, basert på stedspesifikk risikovurdering.
- Danne grunnlag for utarbeidelse av tiltaksplan.

Lokalitetene er undersøkt ved prøvetaking av jord (sjaktning eller overflateprøver), grunnvann og/eller poregass. På de fleste lokalitetene har det blitt fokusert på jordprøvetaking. Prøvene er analysert for innhold av organiske miljøgifter, tungmetaller, glykol og tilsetningsstoffer i avisningskjemikalier.

Resultatene er vurdert i henhold til brukerveileder for risikovurdering av forurenset grunn på Fornebu. Risikovurderingen tar utgangspunkt i planlagt arealbruk som er definert i Bærum kommunes kommunedelplan nr. 2. Lokalitetene som inngår i denne undersøkelsen er planlagt benyttet til rekreasjonsområder, boligområder, næringsvirksomhet, eller de ligger i buffersone mot naturvernområder.

Påviste forurensninger, risikovurdering og behov for tiltak

Det er påvist forurensninger på 12 av 14 undersøkte lokaliteter, og oppsummert foreligger følgende forurensningssituasjon og risiko på de ulike lokalitetene:

Lokalitet 035 er planlagt benyttet til rekreasjonsområde. Komponentene Ni, Zn, Cu og PCB er påvist i konsentrasjoner over bolignorm. Tiltaksnorm for rekreasjon overskrides ikke, og det er vurdert å foreligge liten helse eller miljørisiko. Det er ikke behov for tiltak.

Lokalitet 036 er planlagt benyttet til rekreasjonsområde/gravlund. Komponentene Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As, PCB og PAH er påvist i konsentrasjoner over bolignorm. Tiltaksnorm for rekreasjon overskrides for arsen, og det er vurdert å foreligge en helserisiko samt fare for spredning av kobber, sink, arsen og PAH til sjø. Det er behov for tiltak i form av utgraving eller tildekking av forurenset jord, og det er behov for å avklare spredningsfaren nærmere.

Lokalitet 040 er planlagt benyttet til rekreasjon/ småbåthavn. Komponentene Ni, Cu, Zn, Hg, Pb, og Cd er påvist i konsentrasjoner over bolignorm. Tiltaksnorm for rekreasjon overskrides ikke, men det er beregnet en mulig spredningsfare til sjø for kobber, sink og kvikksølv. Det er ikke behov for tiltak i forhold til helserisiko, men spredningsfaren bør undersøkes nærmere.

Lokalitet 046 ligger i buffersonen mot naturreservatet. Komponentene Ni, Zn, mineralolje og PCB er påvist i konsentrasjoner over bolignorm. Tiltaksnorm for rekreasjon overskrides ikke, og det er vurdert å foreligge verken helse- eller miljørisiko. Massen egner seg antakelig ikke til gjenbruk til matjord, da den inneholder mye asfalt og bygningsavfall. Det er ikke behov for tiltak.

Lokalitet 047 er planlagt benyttet til rekreasjon. Komponentene Zn, Cd, Pb, PCB, mineralolje og PAH er påvist i konsentrasjoner over bolignorm. Tiltaksnorm for rekreasjon overskrides ikke, men det er beregnet en mulig spredningsfare til sjø for sink og PAH. Det er ikke behov for tiltak i forhold til helse- risiko, men spredningsfaren bør undersøkes nærmere.

Lokalitet 048 er planlagt benyttet til rekreasjon. Det er ikke påvist forurensninger på lokalitet 048, og det er ikke behov for tiltak.

Lokalitet 049 ligger i buffersonen mot naturreservatet. Nikkel er påvist konsentrasjoner over bolignorm. Tiltaksnorm for rekreasjon overskrides ikke, og det er vurdert å foreligge verken helse eller miljørisiko.

Lokalitet 053 er planlagt benyttet til rekreasjon. Det er påvist en flyktig organisk forurensning under feltarbeidet, men utførte analyser har ikke identifisert forurensingen. Det er her behov for supplerende prøvetaking og analyser med vekt på flyktige forbindelser.

Lokalitet 054 er planlagt benyttet til rekreasjon. Det er avklart at det ligger to oljetanker nedsprenget i fjell. Tankanlegget er ikke benyttet på 30 år, og bør saneres. Eventuelt oljeforurensede masser fjernes samtidig som sanering av tankene.

Lokalitet 055 er planlagt benyttet til boliger. I jord er det påvist Ni og PCB i konsentrasjoner over bolignorm, og i grunnvannet er det påvist mineralolje, benzotriazol og tolyltriazol. Prøver fra bekken nedstrøms lokaliteten viste innhold av mineralolje og benzotriazol i sedimentene og mineralolje, benzotriazol og tolyltriazol i bekkevannet. Totalt sett foreligger det helse- og miljørisiko dersom området benyttes til boliger/ barnehager. Når det gjelder jordsmonnet på lokaliteten, kan et aktuelt tiltak være tildekking eller utgraving av forurensede masser. Det er behov for supplerende undersøkelser for å avgrense kildeområdet og kartlegge utbredelse og spredning av olje og tilsetningsstoffer til områdene nedstrøms naturreservatet.

Lokalitet 056 er planlagt benyttet til boligområder. Det er påvist lukt (nedbrytningsprodukter fra glykol), benzotriazol, tolyltriazol og mineralolje i grunnvannet. Det er vurdert å foreligge både en helse- og miljørisiko, og det er behov for tiltak. Det er iverksatt utprøving av in-situ biologisk rensing av lukt-

og tilsetningsstoffer. Alternativt kan tilsetningsstoffer fjernes ved pumping av forurensset grunnvann.

Lokalitet 064 er planlagt benyttet til boligområder. Det er påvist nikkel og mineralolje i konsentrasjoner over bolignorm, og benzotriazol og fri-fase mineralolje i/på grunnvannet. Det foreligger både en helse- og miljørisiko, og det er behov for tiltak. Det er foreslått å grave opp jordmassene forurensset med avisningskjemikalier og rense disse ved lufting, alternativt å utføre in-situ biologisk rensing. Fjerning av tilsetningsstoffer kan også skje ved grunnvannspumping. Fri-fase olje på grunnvannet fjernes ved pumping av olje/vann til oljeutskiller eller ved bruk av adsorbenter.

Lokalitet 066 er planlagt benyttet til næringsområder. Det er påvist mineralolje i grunnvannet, men forurensningsutbredelsen er liten. Det foreligger derfor ingen helse- eller miljørisiko, og det er ikke behov for tiltak.

Mar-Tek, fyllings-området, er planlagt benyttet til rekreasjon. Det er påvist sink og kobber i konsentrasjoner som overstiger bolignormen, men det foreligger verken helse- eller miljørisiko. Det er ikke behov for tiltak.

Innhold

1	GENERELL INNLEDNING	8
1.1	BAKGRUNN OG PROSJEKTETS FORMÅL	8
1.2	RAPPORTOPPBYGGING.....	8
1.3	LOKALITETSOVERSIKT OG FELTARBEID	9
1.4	TOPOGRAFI OG BERGGRUNNSGEOLOGI PÅ FORNEBU	10
1.5	GRUNNVANNSSTRØMNING OG FORURENSNINGSTRANSPORT.....	11
1.6	VALG AV ANALYSER.....	12
1.7	BAKGRUNNSVERDIER FOR NIKKEL PÅ FORNEBU.....	13
1.8	TILSETNINGSTOFFER I AVISNINGSKJEMIKALIER	13
1.9	RISIKOVURDERINGSSYSTEM FOR FORNEBU	14
2	LOKALITET 035.....	17
2.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	17
2.2	RESULTATSAMMENDRAG	18
2.3	RISIKOVURDERING	19
2.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 035	23
3	LOKALITET 036.....	24
3.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	24
3.2	RESULTATSAMMENDRAG	25
3.3	RISIKOVURDERING	26
3.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 036	31
4	LOKALITET 040.....	32
4.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	32
4.2	RESULTATSAMMENDRAG	32
4.3	RISIKOVURDERING	33
4.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJON FOR LOKALITET 040	36
5	LOKALITET 046.....	38
5.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	38
5.2	RESULTATSAMMENDRAG	39
5.3	RISIKOVURDERING	40
5.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 046	44
6	LOKALITET 047.....	45
6.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	45
6.2	RESULTATSAMMENDRAG	45
6.3	RISIKOVURDERING	46
6.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 047	50
7	LOKALITET 048.....	51
7.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	51
7.2	RESULTATSAMMENDRAG	51
7.3	RISIKOVURDERING	53
7.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 048	54
8	LOKALITET 049.....	55
8.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	55
8.2	RESULTATSAMMENDRAG	56
8.3	RISIKOVURDERING	57
8.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 049	60

9	LOKALITET 053.....	62
9.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	62
9.2	RESULTATSAMMENDRAG.....	62
9.3	RISIKOVURDERING.....	63
9.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 053.....	64
10	LOKALITET 054.....	66
10.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	66
10.2	RESULTATSAMMENDRAG.....	66
10.3	DISKUSJON OG VIDERE ARBEID.....	67
11	LOKALITET 055.....	68
11.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	68
11.2	RESULTATSAMMENDRAG.....	69
11.3	RISIKOVURDERING.....	71
11.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 055.....	77
12	LOKALITET 056.....	78
12.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	78
12.2	RESULTATSAMMENDRAG.....	79
12.3	RISIKOVURDERING.....	81
12.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 056.....	83
13	LOKALITET 064, GJENNVINNINGSANLEGGET.....	85
13.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	85
13.2	RISIKOVURDERING.....	90
13.3	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 064.....	93
14	LOKALITET 066, POSTTERMINALEN.....	95
14.1	OMRÅDE- OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	95
14.2	RISIKOVURDERING.....	97
14.3	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR LOKALITET 066.....	98
15	FYLLING VED MAR-TEK MARINA.....	99
15.1	OMRÅDE OG PROBLEMBESKRIVELSE.....	99
15.2	RESULTATSAMMENDRAG.....	99
15.3	RISIKOVURDERING.....	100
15.4	KONSEKVENSER OG KONKLUSJONER FOR FYLLING VED MAR-TEK-MARINA.....	102
16	OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER.....	103
16.1	LOKALITETER PÅ LILLEØYA.....	103
16.2	LOKALITETER KNYTTET TIL AVISNINGSAKTIVITET PÅ FORNEBU.....	106
16.3	ØVRIGE LOKALITETER.....	107
17	REFERANSER.....	111

Kontroll- og referanseside

1 GENERELL INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og prosjektets formål

Fornebu er nedlagt som flyplass, og flyplassområdet skal få endret bruk. I denne forbindelse må det gjennomføres en sanering der grunnen er forurensset, slik at områdene kan benyttes til rekreasjon, boliger eller næringsvirksomhet.

Grunneierne, Statsbygg og Oslo kommune, har i fellesskap utarbeidet et forslag til miljømål for etterbrukssituasjonen og plan for hvordan forurensede masser skal håndteres. Tiltaksbehovet er basert på risikoen forurensningen utgjør for mennesker og miljø. Det er utarbeidet en brukerveileder for gjennomføring av stedsspesifikk risikovurdering av forurensset grunn (Aquateam, 1999). Denne brukerveiledningen ligger til grunn for risikovurderingene som er gjennomført i dette prosjektet.

Denne rapporten omhandler undersøkelser utført ved 14 lokaliteter på Fornebu. Fem av de 14 lokalitetene i denne undersøkelsen har tidligere vært kartlagt, men det har vært behov for grundigere undersøkelser for å avklare behovet for tiltak. De øvrige lokalitetene er ikke tidligere undersøkt.

Den miljøtekniske grunnundersøkelsen hadde følgende formål:

- Kartlegge behovet for miljøbeskyttende tiltak, basert på stedsspesifikke risikovurderinger
- Danne grunnlag for utarbeidelse av tiltaksplan

1.2 Rapportoppbygging

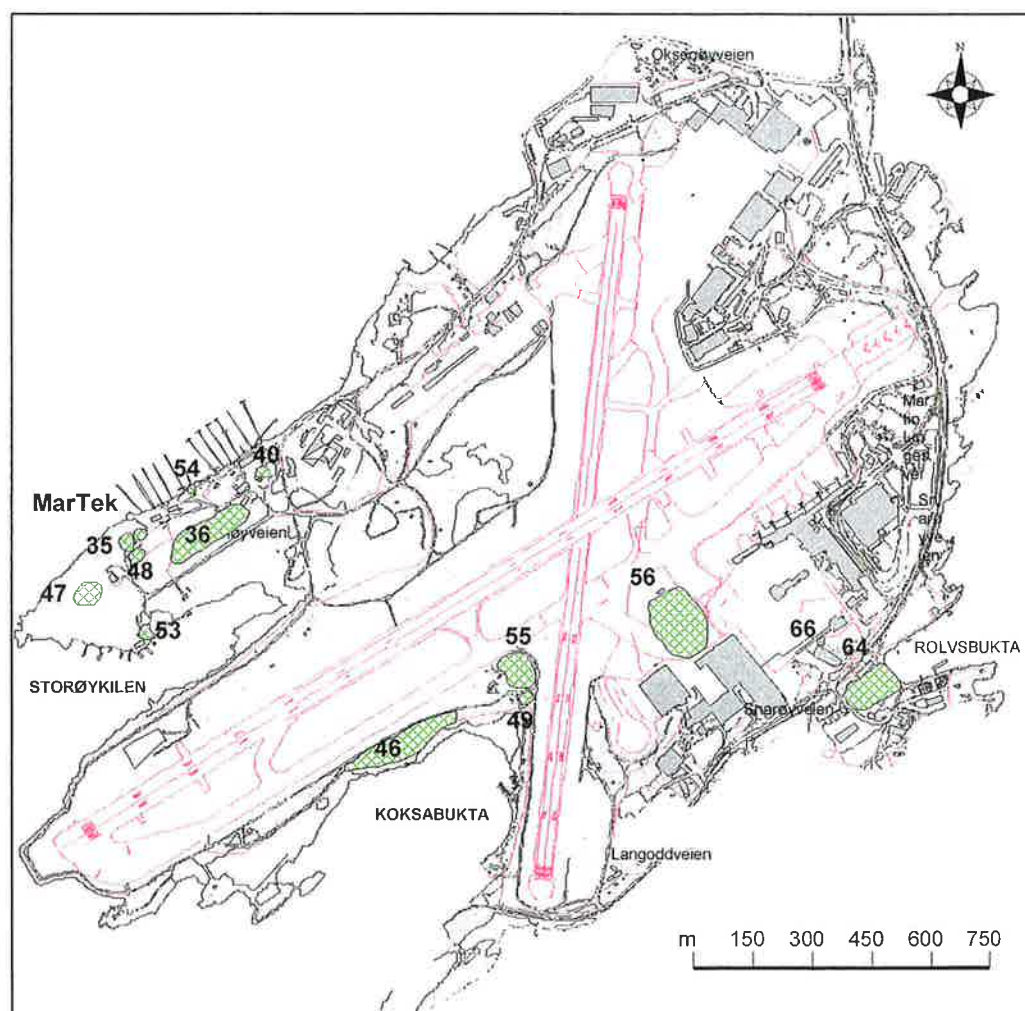
Det er utarbeidet en vurderingsrapport og en datarapport, der følgende nummerering er benyttet:

- | | |
|----------|--|
| 994014-1 | Fornebu – Miljøteknisk grunnundersøkelse av 14 lokaliteter.
Vurderingsrapport |
| 994014-2 | Fornebu – Miljøteknisk grunnundersøkelse av 14 lokaliteter.
Datarapport |

Vurderingsrapport 994014-1 er inndelt etter de enkelte lokalitetene. Innledningsvis gis informasjon som er felles for alle lokaliteter og i det siste kapitlet gis en oppsummering av forurensningssituasjonen og konklusjoner. I vurderingsrapporten gis det kun en oppsummering av resultater, mens fullstendige data gis samlet under hver lokalitet i datarapporten.

1.3 Lokalitetsoversikt og feltarbeid

Det er 14 lokaliteter som har inngått i denne undersøkelsen og i fig. 1 er det gitt et oversiktskart, mens det i tabell 1 er gitt en beskrivelse av lokalitetene, den planlagte arealbruken og hvilke undersøkelser som er utført.



Figur 1 Oversikt over de 14 lokalitetene som inngår i denne undersøkelsen

Tabell 1 Beskrivelse av lokalitetene, planlagt arealbruk og utførte undersøkelser

Lok. Nr.	Lokalitetsnavn	Planlagt arealbruk	Undersøkelse		
			Sjaktning	Brønn	Vannprøver
035	Tidl. Skraphandlertomt, inv. 134	Rekreasjon	4		
036	Tidl. Skraphandlertomt, inv. 141/142	Rekreasjon	20		
040	Tidl. Treindustri – Oksenøyveien	Rekreasjon	20 (1)		
046	Støyvoll	Buffersone, naturvern	6		
047	Fylling (sørvest for inv. 133)	Rekreasjon	6		
048	Fylling (nordøst for inv. 133)	Rekreasjon	4	1	2
049	Fylling ved enden av støyvoll	Buffersone, naturvern	2		
053	Nedgravde tanker ved sjøflyklubb	Rekreasjon	3		
054	Tidligere Texaco	Rekreasjon	(2)		
055	Dumpeplass for snø	Bolig/ Buffersone naturvern	7	2 brønner + 2 perforerte rør (3)	4
055, bekk (5)	Bekk nedstrøms lok. 055, sediment og vannprøve		1 (4)		1
056	Avisningsplattformen	Boliger		4	6
064	Gjenvinningsanlegget	Boliger		5	7
066	Postterminalen	Næring	3	1	2
Uten nr.	Fylling ved Mar-Tek	Rekreasjon	3		

(1) Overflateprøvetaking

(2) Tankene lå nedsprenget i fjell, ikke behov for prøvetaking

(3) De to perforerte rørene ble satt ned i forbindelse med installering av oljeavskiller. Rørene ble prøvetatt i gang.

(4) Sedimentprøve

(5) Dette er ikke en egen lokalitet, men rapporteres innunder lokalitet 055.

Prøvetakingsstrategien har vært basert på sjaktning og uttak av blandprøver.

Oslo Anlegg A/S stod for gravearbeidene, med unntak av sjaktingen på fylling ved Mar-Tek, der Selmer ASA utførte gravearbeidene. Blom A/S utførte alle innmålinger og Brødrene Myhre AS utførte brønninnstalleringen.

1.4 Topografi og berggrunnsgeologi på Fornebu

Topografi og berggrunnsgeologi på Fornebu er beskrevet i tidligere undersøkelser på Fornebu (Noteby, 1994b). Det gis her kun en kort beskrivelse av de viktigste hovedtrekkene ved topografi og berggrunn.

Kambrosiluriske lag av leirskifer og kalkstein er de vanligste bergartene på Fornebu og markerer tydelig topografien. Kalksteinen er tettere og hardere enn leirskiferen, og lag av kalkstein danner derfor små rygger i terrenget. Leirskiferlagene ligger i forsenkningene og er til dels dekket av løsmasser. Lagene heller mot NV, mens foldene ligger i NØ-SV-retning med tilsvarende orienterte daler og rygger. I dalene finnes det også marine leiravsetninger av liten mektighet.

På Fornebu kan man også se sprekker og forkastninger orienterte i N-S-retning. Disse har forårsaket forsenkninger i terrenget. Intrusivganger i sprekkenes består hovedsakelig av porfyrer og diabas.

På området mellom Holtekilen og Storøykilen er det observert en fjellrygg 1 m under overflaten med lengderetning NØ-SV. Fjellryggen er dannet av foldet kambrosilurisk kalkstein. På nordsiden av fjellryggen synker fjellet under Holtekilen, og på sørsiden synker fjellet under Storøykilen. Bergrunnskartet for området er presentert i datarapport 994014-2.

1.5 Grunnvannsstrømning og forurensningstransport

Under prøvetaking på området mellom Holtekilen og Storøykilen er det ikke påvist grunnvann i løsmasser. Grunnvannsspeilet forventes å ligge i fjell. Forurensning som ligger i løsmassene antas derfor å transporteres av infiltrasjon (nedbør) til grunnvannet. Grunnvannets strømningsveier er bestemt av topografien og sprekkmønsteret på området. Vannet strømmer fra høyden, i dette tilfellet fjellryggen, til et lavere nivå, dvs. sjøen på begge sider av området. Den raskeste veien til sjøen i dette området er gjennom fjellsprekker, og forurensninger som når frem til grunnvannet i dette området vil følge denne veien videre til resipienten (sjøen).

Beregninger av spredning til sjø via grunnvann tar utgangspunkt i at grunnvannet ligger i løsmasser over fjell (SFT-veileder 99:01). I de situasjoner der grunnvannet ligger i fjellet, er det gjort en del tilnærminger for beregning av spredning til sjø. Følgende konservative forutsetninger/ tilnærminger er lagt til grunn:

- Konsentrasjon i grunnvann er beregnet med utgangspunkt i fasefordeling mellom jord og porevann.
- I regneværssituasjoner vil grunnvannet bygge seg opp over fjell. Denne situasjonen er holdt konstant, og oppbyggingen er satt til 10 cm, som benyttes som blandingssone for grunnvannet ($d_a = 0,1$).
- Det er benyttet høyeste konsentrasjon av enkeltforbindelsene.
- For lokaliteter på Lilleøya er det antatt at grunnvannets strømningsretning følger hovedsprekker i fjell.
- For øvrige verdier er det benyttet standardverdier hentet fra SFTs veileder for risikovurdering (SFT 99:01).

Denne tilnærmingen er gjort for å gi en pekepinn på aktuelle konsentrasjoner i grunnvannet. For mer realistiske beregninger behøves bedre data for grunnvannet i fjell (f.eks. dybder til grunnvann, permeabilitet, sprekkeretninger og transporthastigheter).

Der det er utført beregninger for forurensningstransport til sjø, er følgende forutsatt:

- Fortynning i grunnvannet på vei til sjø er beregnet med utgangspunkt i årlig infiltrasjon (50 % av nedbøren) og arealene av forurenset område og området mellom sjø og forurenset område.
- Fortynning i sjø er beregnet med utgangspunkt i en blandingsone på 10 m ut fra land, og at tidevannsforskjellen (0,5 m) utgjør alt utskiftet vann. Dette gir en fortynningsfaktor på 1:100. Følgende beregning ligger til grunn:
 - Volum vann utskiftet i en tidevannssyklus = $0,5 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times \text{bredden av utsigsområdet}$
 - Antall sykluser i døgnet = 2
 - Fortynningsfaktor i sjø = $\text{Volum vann ut (dvs. infiltrasjon i forurenset område + områdene mellom sjø og forurenset område)} / \text{Volum tidevannsutskiftet vann (beregnet pr. år)}$.

1.6 Valg av analyser

Basert på forventet forurensning og observasjoner i felt ble analyseprogrammet valgt. Tabell 2 gir en oversikt over analyseparametre og hvor analysene ble utført.

Tabell 2 Oversikt over analyseparametre

Analyse	Medium	Laboratorium	Beskrivelse
Tungmetaller	Jord/Vann	Alcontrol biochem / Jordforsk	8 prioriterte tungmetaller (Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb, Hg)
BTEX-Naftalen	Vann	Alcontrol biochem	Benzen, toluen, etylbenzen, xylen og naftalen, vannløselige bestanddeler i olje
Mineralolje	Jord/Vann	Alcontrol biochem	Sum av hydrokarboner C ₁₀ til C ₄₀
PAH	Jord/Vann	Alcontrol biochem	Polyaromatiske hydrokarboner som finnes i steinkull, olje og tjære
PCB	Jord/Vann	Alcontrol biochem	Organiske klorerte forbindelser polyklorertebifenyler (PCB)
GC/MS screening	Jord/vann	Alcontrol biochem	100 ulike organiske miljøgifter
Glykol og tilsetningsstoffer	Jord/vann	Miljøkjemi	Avisningskemikalier; Glykol og tilsetningsstoffene benzotriazol, tolyltriazol, natrium petroleumsulfonat og lineære alkoholetoksilater
TBT	Jord	NIVA	Tinnorganiske forbindelser, finnes i bunnstoff som benyttes til båter

I jordprøver med blandet forurensning av ukjent opprinnelse ble GC/MS-screening og tungmetaller valgt som analyseprogram. For lokaliteter der det tidligere var påvist forurensninger, ble analyseprogrammet tilpasset de funn som tidligere var gjort og den aktivitet som er dokumentert for lokaliteten.

Jord- og vannprøver fra områder som kunne være påvirket av avisningsaktiviteten ble analysert for innhold av glykol og tilsetningsstoffer.

Resultatene fra de kjemiske analysene av jordprøver ble vurdert i henhold til brukerveiledning for risikovurdering av forurenset grunn på Fornebu (Aquateam, 1999).

Vannprøvene ble vurdert i forhold til forskrift om vannforsyning og drikkevann (Sosial- og helsedep., 1995) og beregnede PNEC-verdier (Predictable No Effect Concentration) for tilsetningsstoffene.

1.7 Bakgrunnsverdier for nikkel på Fornebu

I brukerveilederen for risikovurdering på Fornebu (Aquateam, 1999) er det beregnet en arealrelatert tiltaksnorm for nikkel i boligområder, < 1 m dybde på 30 mg/kg TS. I denne rapporten er denne verdi brukt ved risikovurderingen av lokalitetene. Imidlertid er den naturlige bakgrunnsverdien av nikkel i fyllmasser på Fornebu høy, og funn av forhøyede verdier er derfor ikke nødvendigvis tegn på steds spesifikk forurensning. Årsaken til den forhøyede bakgrunnsverdien av nikkel er utredet i et notat fra DNV (DNV, 1999). I notatet er det beregnet en ny tiltaksnorm for nikkel i boligområder < 1m dybde på 140 mg/kg basert på SFT-veileder (1999:01), og denne foreslås brukt på Fornebu. I de tilfeller den foreslåtte verdien vil få betydning for utfallet for risikovurdering av lokalitetene i denne rapporten, er dette kommentert i teksten.

1.8 Tilsetningsstoffer i avisningskjemikalier

Tilsetningsstoffer i avisningskjemikalier er et forholdsvis nytt problemområde som først i de siste årene har blitt fokusert på. Fordi disse stoffene kan være et forurensningsproblem på Fornebu, var det behov for å utarbeide kvalitetskriterier for disse stoffene. Datagrunnlag for beregning av kvalitetskriterier er gitt i Teknisk Notat fra NGI til Statsbygg datert 1999-06-15, og videresendt til SFT og Folkehelse 1999-06-23.

Følgende tilsetningsstoffer inngår i vurderingene i denne rapporten:

- Benzotriazol
- Tolyltriazol
- Natrium petroleumsulfonater
- Lineære alkoholetoksiler (C_{10} - C_{18})

Kvalitetskriterier for jord og vann er gitt i tabell 3. For lineære alkoholetoksilater var ikke datagrunnlaget godt nok for å kunne beregne humantoksikologiske kvalitetskriterier. I de tilfellene der den beregnede verdien overskrider 10 000 mg/kg er det benyttet "ingen norm". Dette er i samsvar med brukerveiledningen for Fornebu. Kvalitetsnormene for de andre miljøgiftene er gitt i Brukerveiledning for gjennomføring av stedsspesifikk risikovurdering av forurenset grunn på Fornebu (Aquateam, 1999).

Tabell 3 Kvalitetskriterier for tilsetningsstoffer i jord og vann

Arealbruk	Benzotriazol	Tolyltriazol	Natrium petroleumsulfonater	Lineære alkoholetoksilater
Bolig < 1m dybde under terreng	6 mg/kg	6 mg/kg	90 mg/kg	Foreligger ikke nok grunnlagsdata
Bolig > 1m dybde under terreng	17 mg/kg	17 mg/kg	340 mg/kg	Foreligger ikke nok grunnlagsdata
Næring, alle tette overflater	125 mg/kg	125 mg/kg	2500 mg/kg	Foreligger ikke nok grunnlagsdata
Næring, åpne arealer	Ingen norm	Ingen norm	Ingen norm	Foreligger ikke nok grunnlagsdata
Rekreasjon	Ingen norm	Ingen norm	Ingen norm	Foreligger ikke nok grunnlagsdata
Andre offentlige områder	90 mg/kg	90 mg/kg	1800 mg/kg	Foreligger ikke nok grunnlagsdata
Buffersoner mot naturvernområder	Ingen norm	Ingen norm	Ingen norm	Foreligger ikke nok grunnlagsdata
PNEC	0,0001 mg/l	0,0001 mg/l	0,013 mg/l	0,012 mg/l

Ingen norm: Beregnet verdi > 10.000 mg/kg

1.9 Risikovurderingssystem for Fornebu

Følgende miljømål er formulert for Fornebu:

1. Det må ikke forekomme forurensninger i jord som kan skade menneskers helse.
2. Det skal ikke foreligge fare for spredning av miljøskadelig forurensning.
3. Ingen miljøskadelig utlekking til sjø skal forekomme.
4. Eventuelle stoffer som kan omdannes til farlige stoffer, må kartlegges.
5. Flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mistrivsel, skal ikke forekomme.

For vurderinger som gjøres i fase 1 og 2 er det utarbeidet to sett med tiltaksnormer: Arealbruksrelaterte tiltaksnormer som skal sikre miljømål nr. 1, 4 og 5 og spredningsrelaterte tiltaksnormer som skal sikre at miljømål nr. 2 og 3 tilfredsstilles.

Både de arealbruksrelaterte og de spredningsrelaterte tiltaksnormene må være tilfredsstillt. Tiltaksnormene er å oppfatte som beslutningskriterier.

Brukerveiledningen bygger på rammetillatelsen gitt av SFT (1999-11-10) vedrørende oppgraving, mellomagring og deponering av forurensede masser på Fornebu og SFT-veiledning for risikovurdering av forurenset grunn (SFT 99:01). På Fornebu er det aktuelt å gjennomføre risikovurdering i tre faser av beslutningsprosessen knyttet til tiltak:

- Fase 1: Vurdere behov for tiltak
- Fase 2: Vurdere aktuelle tiltak
- Fase 3: Vurdere om det er mulig å gjenbruke rensede masser på Fornebu

Undersøkelsene i denne rapporten kommer inn under fase 1, der målsetningen er å vurdere behovet for tiltak på de 14 utvalgte lokalitetene. Risikovurderingen i denne fasen skal inneholde en redegjørelse for:

- Forurensningskilder, transport, spredning og fare for eksponering
- Sannsynligheten for eksponering
- Mulige konsekvenser av eksponeringen hvis den inntreffer

I henhold til brukerveiledningen skal følgende spredningsforhold vurderes:

1. Om forurensningen kan spres via porevann til planter i uakseptable konsentrasjoner.
2. Om forurensningen kan spres til inntilliggende uforurenset jord i konsentrasjoner som gir arealbrukskonflikter.
3. Om forurensningen kan spres til sjøen i kritiske konsentrasjoner for marine organismer.
4. Om flyktige stoffer fra forurensninger kan spres i uakseptable konsentrasjoner med tanke på luktproblemer.

Følgende arealbruksinndelinger er gjort for Fornebu:

1. *Boligområder*

Dette inkluderer bolig, boliger/kontor og barnehage/ lekeplass lokalisert i boligområdene. Det er gjort et skille mellom forurensninger som ligger i topplaget (0-1m) og dypere forurensninger (>1m);

- 1a) Boligområder, jord i øvre meter
- 1b) Boligområder, jord dypere enn 1 m under terreng

2. *Næringsområde*

Dette inkluderer forretning, forretning/industri og vei.

- 2a) Næringsområder, tette overflater inkl. bygninger
- 2b) Næringsområder, alle utendørs åpne arealer

3. *Rekreasjonsområder*

Dette inkluderer idrett, park, friluftsområde og gravlund (ekskl. bygninger).

4. *Andre offentlige områder.*

Dette inkluderer offentlig / allmennyttig, grendesenter, idrett/skole og barnehager utenom boligområdene.

5. *Bufferoner mot naturvernområder.*

2 LOKALITET 035

2.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

På lokalitet 035 (inv. nr. 134) er det tidligere drevet skraphandel. Området ligger på Lilleøya i enden av Oksenøyveien. I henhold til foreløpig risikovurdering for lokaliteter på Fornebu (Statsbygg, 1999), er området på ca. 1 150 m² og planlagt benyttet til rekreasjon med grense mot planlagt gravlund.

I en registrering av bebyggelse på Fornebu for Oslo Lufthavn fra 1974 (Nansen, 1975) er det beskrevet 3 hus på lokalitet 035 (beskrevet under registreringsnummer 134). Det er videre anvist at det ble drevet skraphandlervirksomhet på eiendommen. Bygningsmassen blir i 1974 beskrevet som saneringsmoden, og bruker er oppgitt å være Helge Wiig.

Noteby (1994 a/b) utførte i 1994 en miljøteknisk grunnundersøkelse på eiendommen. Det ble gravd fire prøvegroper, og prøver fra PG1.1 og PG1.2 ble analysert for innhold av organiske og uorganiske miljøgifter. Det ble påvist tungmetaller og spor av PCB. Tungmetallene sink, kobber og nikkel samt PCB lå noe over SFTs normverdi for følsom arealbruk (SFT 95:09). Undersøkelsen konkluderte med at det ut fra situasjonen den gang ikke var behov for utvidet undersøkelse eller tiltak. Det ble anbefalt utførelse av tiltak dersom arealbruken ble endret til følsom arealbruk. I tabell 035-1 gis Notebys analyseresultater og den gang gjeldende normverdier, sammen med nye resultater og normverdier.

Det foreligger ingen opplysninger om når anlegget ble bygget, eller hvor lenge det ble drevet skraphandlervirksomhet på tomten, men ved studier av flyfoto kan bygningene tydelig sees på foto fra 1963 (A5 1470) og fra 1966 (A6 2418). Bygningene kan ikke observeres på flyfoto fra 1959 (A1 1043). De er nå revet, og tomten ryddet for rivningsrester etc. Med bakgrunn i at bygningene var saneringsmodne i 1974, antas at aktuell driftsperiode har vært fra tidlige 60-tall til midten av 1970.

Basert på observasjoner av fjellkoter (både fra kartgrunnlag og fra observasjoner i felt fra lokalitet 048 og 035), antas at det går et grunnvannskille omtrent på midten av lokaliteten. Det ser ut til at den nordvestre delen av eiendommen drenerer mot Holtekilen, mens den sørøstre delen drenerer mot Storøykilen (og lokalt mot lokalitet 048).

Problembeskrivelse

I forbindelse med tidligere undersøkelser er det påvist både tungmetaller og PCB på området. Fremtidig arealutnyttelse er nå definert, og på bakgrunn av dette er det behov for å utføre en risikovurdering for å avklare om forurens-

ningen kan forårsake uheldige effekter på mennesker eller miljø. Siden det tidligere er påvist PCB, var det behov for å bedre datagrunnlaget med flere jordprøver for å vurdere om PCB-forurensningen er begrenset eller gjelder for hele tomten.

2.2 Resultatsammendrag

Jordsmonnet på lokaliteten ble prøvetatt ved hjelp av sjakting. Det ble gravd 4 sjakter, og tatt ut 4 prøver til analyse av organiske miljøgifter og tungmetaller. Det ble utført spesialanalyse for PCB.

Det er kun et tynt lag med løsmasser på lokaliteten, og dybde til grunnvannet i fjell er ukjent. Basert på feltobservasjoner av fjelloverflaten, ble det installert en grunnvannsbrønn på tilgrensende areal (lok. 048) for å kunne prøveta sigevann langs fjelloverflaten.

Tabell 035-1 gir et sammendrag av analyseresultatene for prøver fra lokaliteten. Det gis resultater både fra denne undersøkelsen og kartleggingen i 1994. For øvrig er alle detaljdata gitt i rapport 994014-2 - Datarapport.

Tabell 035-1 Analyseresultater jordprøver. Resultater i mg/kg dersom ikke annet er angitt

Prøvenr. Dybde (m) Parameter (mg/kg)	PG 35.1 0,5	PG 35.2 0,5	PG 35.3 0,5	PG 35.4 0,2	PG1.1 0,3-0,7 *	PG1.2 0,3-0,4 *	SFT- norm 95:09	Tiltaksnorm Boliger (<1 m)	Tiltaksnorm Rekreasjon
Tørrestoff %	88,5	84,8	84,9	86,1					
Krom	17	23	19	43	43,2	77,1	100	100	700
Nikkel	17,5	25	90	57	57,1	142	30	30	2000
Kobber	<5	9,4	28	21	21	122	100	100	Ingen norm 1)
Sink	25	53	40	49	163	275	150	150	Ingen norm 1)
Kadmium	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,10	0,32	1	1	750
Bly	<10	10	<10	<10	<10	<10	50	50	1700
Arsen	<5	<5	<5	<5	14	12	20	20	60
Kvikksølv	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	0,13	1	1	600
Tot 7 PCB (µg/kg)	<10	<10	<10	<10	7	150	20	20	10 000
Tot 16PAH	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	Id	Id	5	5	100
Tot Min.olje	<50	<50	<50	<50	Id	Id	100	120	Ingen norm 1)

1) Beregnet normverdi > 10.000 mg/kg t.s.

Id Ikke detektert

* Fra Notebys kartlegging i 1994

Løsmassebeskrivelse, fotobilag og fullstendige analyseresultater er gitt i tilhørende datarapport (994014-2) under lokalitet 035.

2.3 Risikovurdering

2.3.1 Identifisering av uønskede hendelser

Uønsket spredning og eksponering som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Fremtidige brukere av rekreasjonsområdet eksponeres for forurensningen
- Utlekking av forurensede komponenter til grunnvannet og transport med grunnvannet til Holtekilen eller Storøykilen

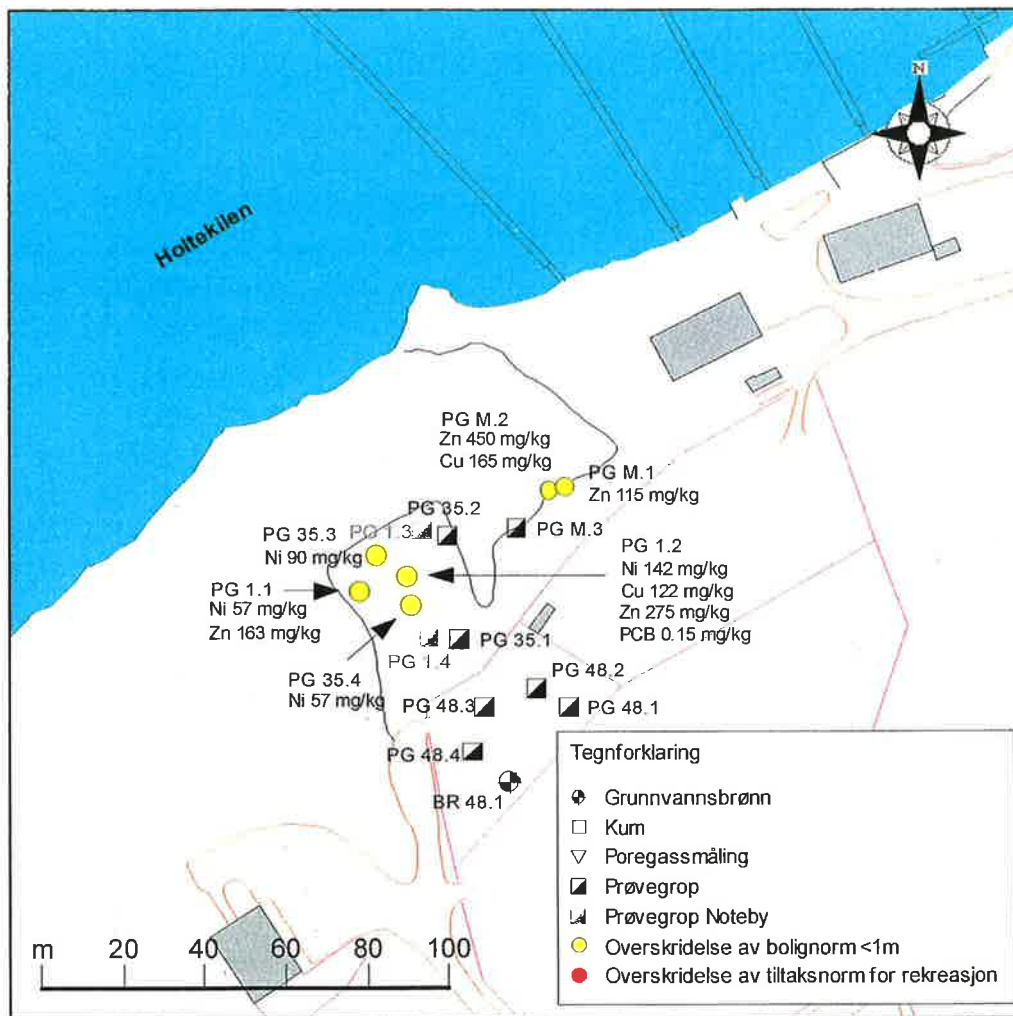
Sannsynligheten og konsekvensen for at uønskede hendelser som er identifisert skal inntreffe, vurderes gjennom kilde/areal-, spredning/transport- og eksponeringsanalyse.

2.3.2 Kilde/areal-analyse

På lokalitet 035 er det påvist forhøyede verdier av nikkel i PG 35.3, PG 35.4, PG 1.1 og PG 1.2. Videre er tungmetallene sink og kobber påvist i noe forhøyede verdier, og det er påvist PCB i PG 1.1 og PG 1.2. I de øvrige prøvepunktene er det ikke påvist forhøyede verdier av noen av tungmetallene og heller ikke av PCB, PAH eller mineralolje.

Observasjoner i felt av løsmasser og overgang til fjell, viser at det, som nevnt, kun er tynt lag med løsmasser på tomten (0,4 – 1,2 m). Løsmassene består av grov stein. Dybde til fjell er minst midt på tomten (ved PG 35.4), og det er sannsynlig at den nordvestre delen av tomten drenerer mot Holtekilen, mens den sørøstre delen drenerer mot Storøykilen.

Komponentene nikkel, kobber, sink og PCB omhandles i den videre risikovurderingen.



Figur 035-1 Detalj kart over lokalitetene 035, 048 og fylling ved Mar-Tek

Figuren viser plassering av prøvetakingspunkter og punkter hvor det er påvist stoffer som overstiger bolignormen (gult).

2.3.3 Spredning og transportanalyse

Spredning via porevann til planter

Denne er ikke aktuell for lokaliteten, da en kun skal vurdere faren ved spredning til planter for de områdene der man forventer at det vil bli plantet blomster, bærbusker, frukttrær eller grønnsaker. Siden denne lokaliteten er planlagt benyttet til rekreasjon, antas at kun naturlig vegetasjon er aktuelt.

Spredning via porevann til planter blir ikke videre behandlet i risikovurderingen.

Spredning til inntilliggende areal via jord eller grunnvann

Denne vurderingen skal bare foretas dersom den arealbruksrelaterte tiltaksnormen for bolig < 1 m er overskredet. En sammenligning av analyseresultater viser at bolignormen for jord < 1 m er oversteget for nikkel, sink, kobber og PCB.

Forurensningen er påvist i topplaget (fra 0-0,7m), og i teorien kan det da skje en spredning til omkringliggende arealer med vindrosjon. Det er svært grove masser på lokaliteten, og det antas derfor at denne spredningen er minimal og dermed neglisjerbar.

Så lenge det er påvist forurensninger i jordsmonnet, og disse til en viss grad er mobile, foreligger det en mulighet for at disse stoffene kan transporteres via porevannet til grunnvannet, eller med drens vann langs fjelloverflaten, og deretter ut til sjøen. Grunnvannet på lokaliteten ligger i fjell, og dybde til grunnvann er ikke kjent, men som beskrevet innledningsvis (kap. 1.5) vil grunnvannet på Storøykilen hovedsakelig følge de to hovedsprekkeretningene og komme ut enten i Holtekilen eller i Storøykilen.

Før infiltrasjonsvannet når grunnvannet kan det skje en lokal spredning via sig langs fjelloverflaten. Denne spredningen vurderes utfra målte vannkonsentrasjoner i brønn som fanger opp overgangen mellom løsmasser og fjelloverflate på tilliggende areal - lokalitet 048.

Beregningsverktøyet for vurdering av spredning med grunnvann gitt i veilederen, er basert på at grunnvannet ligger i løsmassene. Dette er ikke tilfellet for denne lokaliteten, men beregningsverktøyet er allikevel benyttet med følgende forutsetninger i tillegg til de generelle forutsetningene som er gitt innledningsvis i kap. 1.5:

- Det er beregnet transport til nærmeste resipient (Holtekilen) selv om spredningen også kan skje mot Storøykilen
- Den hydrauliske gradienten (i) er beregnet med utgangspunkt i fjelloverflatens fall mot Holtekilen ($i = \text{høydeforskjell på 8 m} / \text{50 m avstand til sjø} = 0,16$)

Resultater fra beregningen er gitt i tabell 035-2.

Tabell 035-2 Beregnet konsentrasjon i porevann og grunnvann for påviste elementer over bolignorm < 1m

Lokalitet		035		
Basisparametre				
Lengde av forur, Omr., Lgw	40	m	Gradient, i	0,16
Avstand til brønnX	0	m	Tykkelse på akvifer, da	0,1 m
Infiltrasjonshastighet, I	0,35	m/år	Blandingssone,dmix	0,10 m
Hydraulisk konduktivitet, k	0,0001	m/år	Fortynningsfaktor, DFgw	0,217
			Fortynningsfaktor lok.til sjø	0,38
			Fortynningsfaktor i sjø	0,01
Stoffspesifike parametre				
Stoff	Nikkel	Kobber	Sink	PCB
Kd (l/kg)	100	500	100	1636
Høyeste kons i jord (mg/kg)	147	122	275	0,15
Kons i porevann (mg/l)	1,47	0,24	2,75	0,0001
Beregnet kons i grunnvann (mg/l)	0,3	0,05	0,6	0,00001
Beregn. Kons. v/ utløp til sjø (mg/l)	0,11	-	0,23	-
Beregn. Kons. i sjø (mg/l)	0,001	-	0,003	-
Drikkevannsnorm* (mg/l)	0,05	0,3	0,3	0,0001
PNEC for vannlevende organismer (mg/l)	0,003	0,0006	0,0015	0,000002

* Sosial- og helsedepartementet, 1995.

Basert på de forutsetninger som er gjort, er beregnede konsentrasjoner i grunnvann svært lave. Ved sammenligning med gjeldende forskrifter for drikkevann (Sosial- og helsedepartementet, 1995) ligger de beregnede verdiene i grunnvann høyere enn tillatte konsentrasjoner i drikkevann for forbindelsene nikkel og sink. Nikkel forefinnes i høye bakgrunnskonsentrasjoner i området, mens sink er beregnet å forefinnes i konsentrasjoner dobbelt så høye som drikkevannsnormen.

Spredning til sjø

Det er kort vei til Holtekilen (ca. 50 m). En fortynning i grunnvannet i området mellom lokaliteten og Holtekilen kan beregnes fra følgende:

- Areal forurensset område: $40 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 1200 \text{ m}^2$
- Areal mellom lokaliteten og sjø: $40 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 2000 \text{ m}^2$
- Fortynningsfaktor i grunnvannssonen: $1200/3200 = 0,38$

Beregnet konsentrasjon ved utløp til sjø er gitt i tabell 035-2, og viser sink som vil overstige PNEC-verdien for sjølevende organismer. Beregningen er imidlertid konservativ, det er bl.a. ikke tatt hensyn til adsorpsjon i jordvolumet mellom det forurensede området og sjøen slik at konsentrasjonen ved utløp til sjø sannsynligvis vil være lavere.

Spredning til luft

Ifølge miljømål nr. 5, skal "flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mis-trivsel ikke forekomme". Det er ikke påvist komponenter som vurderes å kunne medføre ubehagelig lukt, og denne spredningsveien er derfor ikke aktuell for lokalitet 035.

2.3.4 Eksponeringsanalyse

I brukerveilederen er det beregnet tiltaksnormer som er knyttet til arealbruken. For arealer som benyttes til rekreasjon er følgende eksponeringsveier og eksponeringstider benyttet:

- Direkte inntak av jord
- Hudkontakt med jord/støv
- Innånding av støv

For alle eksponeringsveier voksne: 45 dager / år

For alle eksponeringsveier barn: 80 dager / år

Ved sammenligning av analyseresultatene og tiltaksnormene for rekreasjon, ser en av tabell 035-1 at tiltaksnormen ikke overstiges for noen av de analyserte komponentene. Det vurderes derfor ikke å foreligge noen helserisiko ved den planlagte arealbruken.

2.4 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 035

Risikovurderingen gir at det ikke foreligger helserisiko ved bruk av området med utgangspunkt i planlagt arealbruk.

Basert på beregnede verdier i grunnvannet kan det imidlertid foreligge fare for spredning av sink fra de undersøkte massene til sjø. De foreliggende fortynningsberegninger indikerer at effekter på vannlevende organismer spesielt sensitive for sink (lav PNEC-verdi) kan forekomme, men beregningen er imidlertid basert på konservative anslag der bl.a adsorpsjon i jord/fjellvolumet mellom den forurensede lokaliteten og sjøen ikke er tatt med. Miljøbelastningen fra massen antas derfor å være liten.

Utover en generell opprydding av eventuelt synlig skrot i overflaten, vurderes det å ikke være behov for tiltak på lokalitet 035. Dersom det er aktuelt å grave ut masse i forbindelse med oppgradering av området, kan ikke massene disponeres fritt, men må vurderes i forhold til arealbruken der massen anvendes.

3 LOKALITET 036

3.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Lokalitet 036 (inv.nr. 141) ligger langs et lite høydedrag i øst-vestlig retning langs Oksenøyveien ved Fornebu Marina. I henhold til kommunedelplan nr. 2, Bærum kommune, er området på ca. 3200 m² og planlagt benyttet til rekreasjon/ gravlund.

Lokaliteten er tidligere kartlagt (Noteby, 1994 a/b) ved graving av 6 prøvegroper på nordsiden av høydedraget. To prøver ble analysert, og det ble påvist nikkel, kobber, sink og PCB over normverdien for følsom arealbruk (normverdien hentet fra SFTs veileder 95.09). Analyseresultatene fra undersøkelsen i -94 er sammenstilt med nye resultater i kap. 3.2 Resultatsammendrag.

Ved studier av flyfoto ser en at området lå brakk på 30- og 40-tallet. På et bilde fra 1956 ser en bygninger, og det kan virke som om området ble benyttet til lagerplass. Dette er i godt samsvar med opplysninger en finner i bygningsregistreringen på Fornebu som ble gjort i 1975 (Nansen, 1975).

Registreringen gir følgende informasjon om den aktuelle tomten;

- *Registreringsnummer 141*
Brakke med skur (to bygninger). Virksomhet; Skraphandel, lager, kontor
Bruker; K. Mork. Avfallsforretning. Saneringsmodne bygninger.
- *Registreringsnummer 142*
Skur (to stykker). Virksomhet; Skraphandel, lager.
Bruker; K. Mork. Avfallsforretning. Saneringsmodne bygninger.

Dybder til grunnvann er ikke kjent, og ligger antakelig i fjellet. Nedbør antas å drenere mot nordvest til Holtekilen (ca. 100 m) og mot sørøst mot Storøykilen (ca. 150 m) avhengig av høydedraget. Vannet dreneres dels som overflateavrenning og dels i løsmassedekket over fjell.

Problembeskrivelse

Siden undersøkelsen i -94 påviste både tungmetaller og PCB i to prøver, var det behov for flere data for å vurdere om forurensningen var lokal eller mer utbredt.

I tillegg til flere prøver på nord siden av høydedraget, ble det i denne kartleggingsrunden også tatt prøver på sørsiden av høydedraget med bakgrunn i synlige fyllmasser ved PG 36.9.

Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

3.2 Resultatsammendrag

Jordsmonnet på lokaliteten ble prøvetatt ved hjelp av sjakting. Det ble totalt gravd 20 sjakter. 10 prøver ble analysert for innhold av organiske miljøgifter og tungmetaller. Det ble utført spesialanalyse for PCB.

Observasjoner i felt viser at lokaliteten generelt kun har et tynt løsmassedekke over fjell. Dybder til fjell varierer fra 0,2 – 1,4 m.

Tabell 036-1 gir et sammendrag av analyseresultatene for prøver fra lokaliteten. Det gis resultater både fra denne undersøkelsen og kartleggingen i 1994. For øvrig er alle detaljdata gitt i rapport 994014-2 - Datarapport under lokalitet 036.

Tabell 036-1 Resultatsammendrag. Resultater i mg/kg dersom ikke annet er angitt

Prøvenr. Dybde (m) Parameter	036.1 0,2	036.2 0,2	036.3 0,2	036.4 0,2	036.5 0,2	Tiltaksnorm Boliger (<1 m)	Tiltaksnorm Rekreasjon
Tørrstoff %	72,1	84,8	86,2	90	83,4		
Krom	59	44	22	46	67	100	700
Nikkel	68	52	19,5	64	81	30	2000
Kobber	22	5,5	<5,0	14,5	12,5	100	Ingen norm 1)
Sink	440	55	31	58	63	150	Ingen norm 1)
Kadmium	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1	750
Bly	29	11	<10	12	15	50	1700
Arsen	6,8	<0,5	<5,0	<5,0	<5,0	20	60
Kvikksølv	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	600
BTEX	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		2400 for bensen, øvrige ingen norm 1)
Tot 7 PCB (µg/kg)	<10	<10	<10	<10	<10	20	10 000
Tot 16 PAH	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	5	100
Tot Min.olje	<50	<50	<50	<50	<50	120	Ingen norm 1)

1) Normverdien er beregnet til > 10.000 mg/kg ts.

Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

Tabell 036-1 Resultatsammendrag forts.

Prøvenr. Dybde (m) Parameter	036.7 0,2	036.9 0,5	036.12 0,5	036.16	036.20	PG2.1 1,0-1,1 *	PG2.5 0,9-1,1 *	SFT- norm 95:09	Tiltaksnorm Boliger (<1 m)	Tiltaksnorm Rekreasjon
Tørrestoff %	86,4	76,9	83,8	86,8	85,5	83	83			
Krom	37	45	33	13	22	39,4	31,2	100	100	700
Nikkel	35	33	33	19	45	46,1	33,5	30	30	2000
Kobber	6,9	27	16,5	61	53	25,5	136	100	100	Ingen norm 1)
Sink	48	155	85	83	740	97	218	150	150	Ingen norm 1)
Kadmium	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,12	1,75	1	1	750
Bly	12	26	15	55	39	<10	<10	50	50	1700
Arsen	5,6	5,0	8,4	105	8,1	<10	11	20	20	60
Kvikksølv	<0,1	0,3	<0,1	0,19	0,13	<0,01	0,04	1	1	600
BTEX	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2					2400 for bensen, øvrige ingen norm 1)
Tot 7 PCB (µg/kg)	<10	<10	<10	170	<10	4	300	20	20	10 000
Tot 16 PAH	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	32	-	-	5	5	100
Tot Min.olje	<50	<50	<50	79	<50			100	120	Ingen norm 1)

Id Ikke detektert

- Ikke analysert

1) Normverdi beregnet til > 10.000 mg/kg

2) * Fra Notebyskartlegging i 1994.

Løsmassebeskrivelse, fotobilag og fullstendige analyseresultater er gitt i tilhørende datarapport (994014-2) under lokalitet 036.

3.3 Risikovurdering

3.3.1 Identifisering av uønskede hendelser

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Fremtidige brukere av rekreasjonsområdet eksponeres for forurensningen
- Utlekking av forurensede komponenter til grunnvannet og transport med grunnvannet til Holtekilen eller Storøykilen

Sannsynligheten og konsekvensen for at de uønskede hendelsene som er identifisert skal inntreffe, vurderes gjennom kilde/areal-, spredning/transport- og eksponeringsanalyse.

3.3.2 Kilde/areal-analyse

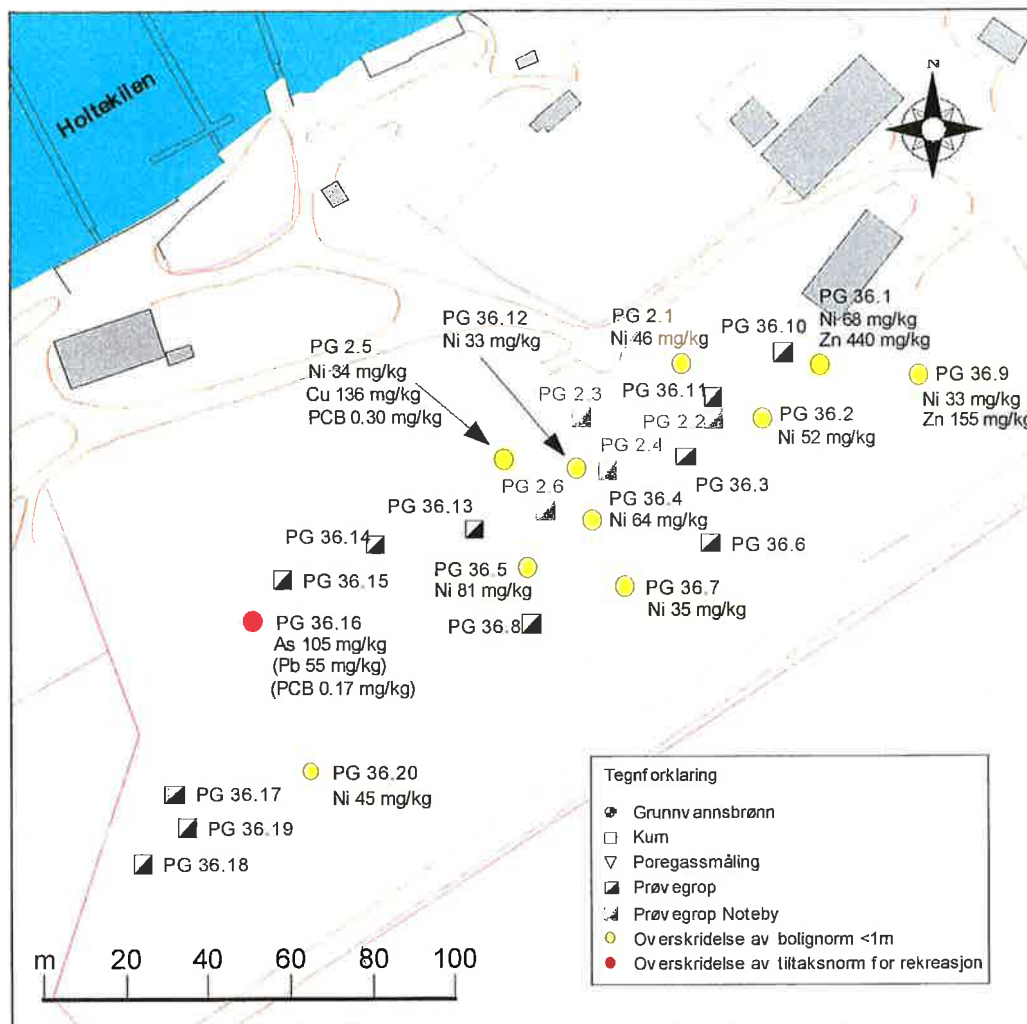
Medregnet analyseresultatene fra 1994, foreligger det 12 analyseresultater på tungmetaller og organiske forbindelser (BTEX, PCB, PAH og mineralolje).

Oppsummert er følgende elementer påvist i konsentrasjoner over gjeldende tiltaksnorm for boligområder < 1m;

Krom (Cr):	0 av 12 prøver
Nikkel (Ni):	10 av 12 prøver
Kobber (Cu):	1 av 12 prøver
Sink (Zn):	4 av 12 prøver
Kadmium (Cd):	1 av 12 prøver
Bly (Pb):	1 av 12 prøver
Arsen (As):	1 av 12 prøver
BTEX:	0 av 12 prøver
7 PCB:	2 av 12 prøver
16 PAH:	1 av 10 prøver
Min. olje:	0 av 12 prøver

Av disse er det kun arsen i PG 36.16 som overstiger tiltaksnormen for rekreasjonsområder. Spredning skal vurderes ut fra overstigelse av bolignormen, og alle elementer som overstiger normen blir videre vurdert.

Det er særlig i punktene PG 36.16 og PG 2.5 at det er påvist flere forskjellige elementer. I de øvrige prøvene kan det være forhøyede verdier av enkeltelementene sink og nikkel, samt noe PAH i PG 36.20.



Figur 036-1 Detalj kart over lokalitet som viser plassering av prøvetakingspunkter

I gule punkter er det påvist ett eller flere elementer som overstiger bolignormen < 1m. I røde punkter er det påvist ett eller flere elementer som overskrider tiltaksnormen.

3.3.3 Spredning og transportanalyse

Følgende elementer vurderes i spredning og transport analysen: Sink, kobber, bly, arsen, kadmium, PCB og PAH.

Spredning til planter via porevann

Denne spredningsveien er aktuell for lokaliteten, da dette er et område man kan forvente blir opparbeidet med hageplanter. De påviste forurensningene på lokalitet 036 er sammenlignet med terskelverdier for jordlevende organismer (tabell 2, brukerveilederen). Sammenligningen viser at terskelverdiene overskrides for komponentene; krom, nikkel, kobber, sink, arsen, PCB, og PAH.

Dette innebærer at massene i de områdene det er behov for beplantning bør dekkes til med minst 0,5 m matjord for å hindre opptak i planter som kan brukes til mat.

Spredning til inntilliggende arealer via jord eller vann

Denne vurderingen skal bare foretas dersom den arealbruksrelaterte tiltaksnormen for bolig < 1m er overskredet. En sammenligning av analyseresultater viser at bolignormen for jord < 1 m er oversteget for en rekke elementer: Nikkel, kobber, sink, kadmium, bly, arsen, PAH og PCB.

Forurensningen er påvist i overflaten, og det kan derfor skje en liten spredning til omkringliggende arealer med vinderosjon. Massene på lokaliteten består hovedsakelig av grov stein og grusmasser, og det antas derfor at denne spredningen er minimal og dermed neglisjerbar.

Så lenge det er påvist forurensninger i jordsmonnet, og disse til en viss grad er mobile, foreligger det en mulighet for at disse stoffene kan transporteres via porevannet til grunnvannet, eller med drensvann langs fjelloverflaten, og deretter ut til sjøen. Grunnvannet på lokaliteten ligger i fjell, og dybde til grunnvann er ikke kjent, men som beskrevet innledningsvis (kap. 1.5), vil grunnvannet på Lilleøya hovedsakelig følge de to hovedsprekkeretningene og komme ut enten i Holtekilen eller i Storøykilen.

Beregningsverktøyet for vurdering av spredning med grunnvann gitt i veilederen, er basert på at grunnvannet ligger i løsmassene. Dette er ikke tilfellet for denne lokaliteten, men beregningsverktøyet er allikevel benyttet. Foruten de generelle forutsetninger som er gitt kap. 1.5, gjelder følgende stedspesifikke forutsetninger:

- Det er beregnet transport til nærmeste resipient (Holtekilen) selv om spredningen også kan skje mot Storøykilen
- Den hydrauliske gradienten (i) er beregnet med utgangspunkt i fjelloverflatens fall mot Holtekilen ($i = \text{høydeforskjell på 8 m} / \text{100 m avstand til sjø} = 0,08$)
- Det er benyttet k_d -verdier for naftalen for spredningsberegning av $\Sigma 16$ PAH

Resultater fra beregningen er gitt i tabell 036-2.

Tabell 036-2 Beregnet konsentrasjon i porevann og grunnvann for påviste elementer over bolignorm < 1m

Lokalitet 036							
Basisparametre							
Lengde av forur.omr., Lgw	150	M	Gradienten, i	0,08			
Avstand til brønn, X	0	M	Tykkelse av akviferen, da	0,1	m		
Infiltrasjonshastighet, I	0,35	m/år	Blandingssone, dmix	0,10	m		
Hydraulisk konduktivitet, k	0,0001	m/år	Fortynningsfaktor, DFgw	0,675			
			Fortynningsfaktor lok. til sjø	0,33			
			Fortynningsfaktor i sjø	0,01			
Stoffspesifikke parametre							
Stoff	Nikkel	Kobber	Sink	Arsen	Bly	PCB	PAH
Kd (l/kg)	100	500	100	30	1000	1636	20
Høyeste kons i jord (mg/kg)	81	136	440	104	55	0,17	35
Beregn. Kons i porevann (mg/l)	0,81	0,27	4,40	3,47	0,06	0,0001	1,75
Beregn. Kons i grunnvann (mg/l)	0,55	0,18	2,97	2,34	0,04	0,00007	1,18
Beregn. Kons. v/ utløp til sjø (mg/l)	0,18	0,06	0,98	0,77	0,01	0,00002	0,39
Beregn. Kons. i sjø (mg/l)	0,002	0,0006	0,01	0,08	0,0001	$2 \cdot 10^{-7}$	0,004
Drikkevannsnorm* (mg/l)	0,05	0,3	0,3	0,01	0,02	0,0005	0,0002
PNEC for vannlevende organismer (mg/l)	0,003	0,0006	0,0015	0,002	0,001	0,000002	0,0002

* Sosial- og helsedepartementet, 1995.

Spredning til sjø

Det er ca. 100 m til Holtekilen. En fortynning i grunnvannet i området mellom lokaliteten og Holtekilen kan beregnes fra følgende:

- Areal forurensset område: $50 \text{ m} \times 200 \text{ m} = 10000 \text{ m}^2$
- Areal mellom lokaliteten og sjø: $100 \text{ m} \times 200 \text{ m} = 20000 \text{ m}^2$
- Fortynningsfaktor i grunnvannssonen: $10\,000 / 30000 = 0,33$

Spredningsberegningen (tabell 036-2) viser at det er en mulighet for utlekking av forurensset grunnvann som vil kunne påvirke vannlevende organismer i sjøen utenfor, da PNEC-verdien overskrides for forbindelsene kobber, sink, arsen og PAH.

Beregningen er konservativ, det er bl.a. ikke tatt hensyn til adsorpsjon og eventuelt nedbrytning i jordvolumet mellom det forurensede området og sjøen, slik at konsentrasjonen ved utløp til sjø sannsynligvis vil være lavere.

Spredning til luft

Ifølge miljømål nr. 5, skal "flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mistriksel ikke forekomme". Det er ikke påvist komponenter som vurderes å kunne medføre ubehagelig lukt, og denne spredningsveien er derfor ikke aktuell for lokalitet 036.

3.3.4 Eksponeringsanalyse

I brukerveilederen er det beregnet tiltaksnormer som er knyttet til arealbruken. For arealer som benyttes til rekreasjon er følgende eksponeringsveier og eksponeringstider benyttet:

- Direkte inntak av jord
- Hudkontakt med jord/støv
- Innånding av støv

For alle eksponeringsveier voksne: 45 dager / år

For alle eksponeringsveier barn: 80 dager / år

Ved sammenligning av analyseresultatene og tiltaksnormene for rekreasjon, ser en av tabell 036-1 at tiltaksnormen overstiges for arsen i ett punkt, for øvrig overstiges den ikke. Overskridelse av tiltaksnormen antyder at det er en mulighet for uønskede helseeffekter ved den eksponeringen det er tatt hensyn til.

3.4 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 036

Risikovurderingen viste at det foreligger en helserisiko i forbindelse med arsen ved den planlagte arealutnyttelsen.

Det vurderes også å foreligge fare for spredning av noen av de påviste forurensningskomponentene til sjø, som kan forårsake effekter på vannlevende organismer.

Arsenforurensningen er lokal og knyttet til prøvegrep PG 36.16. Det er behov for tiltak, og det anbefales at jordsmonnet skiftes ut eller tildekkes. Massen skiller seg tydelig ut fra de øvrige (rene) massene (se fotobilag), og utgravingen kan dermed skje visuelt i felt. Masser langs avgrensningen bør dokumenteres rene med analyser før tiltaket avsluttes. Utbredelsen av forurensningen er beregnet til 800 m² og utgjør et volum på 250 m³.

Basert på spredningsberegningene er det behov for utgraving av et større volum enn det som er nødvendig i forhold til arsenforurensningen. Beregningen er imidlertid basert på konservative anslag der bl.a adsorpsjon og nedbrytning i jord/fjell-volumet mellom den forurensede lokaliteten og sjøen ikke er tatt med.

Det bør derfor utføres nye undersøkelser for å få et sikrere anslag over kvaliteten på grunnvannet med grunnvannsprøvetaking, samt at det utføres en adsorpsjonsstudie for å bekrefte/avkrefte de beregnede verdiene. Dersom det velges å grave ut uten videre undersøkelser, bør hele jordvolumet som overskrider bolignormen graves ut. En økning av bolignormen for nikkel i jord vil da få betydning for omfanget (DNV, 1999).

Synlig skrot i overflaten bør fjernes.

4 LOKALITET 040

4.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

På lokalitet 040, Oksenøyveien, er det tidligere drevet treindustri. Lokaliteten er tidligere kartlagt i forbindelse med undersøkelse utført av Noteby (1994). Kartleggingen påviste nikkel og sink over normverdiene for følsom arealbruk (normverdier i henhold til SFT 95:09).

Det er lenge siden det ble drevet treindustri på eiendommen, og det er ikke registrert treindustri på dette området i forbindelse med bygningsregistreringen i 1975.

Det er i dag marina med båtopplag på lokaliteten. Området er flatt og grusdekket. I henhold til Bærums kommunedelplan nr. 2 er området planlagt benyttet til småbåthavn og rekreasjon.

Problembeskrivelse

Undersøkelsen fra 1994 konkluderte med at ca. 2000 m² var forurensset med nikkel og sink. Det var behov for et bedre datagrunnlag for å kunne vurdere om de påviste konsentrasjonene er gyldig for hele området. Formålet med denne undersøkelsen var derfor å bedre beslutningsgrunnlaget ved supplerings med flere prøver. Lokaliteten ble prøvetatt med rutekartlegging og overflateprøvetaking ned til 0,2 m.

4.2 Resultatsammendrag

En sammenstilling av analyseresultater i denne undersøkelsen er gitt i tabell 040-1.

Tabell 040-1 Sammenstilling av analyseresultater og tiltaksnormer for rekreasjon. Resultater i mg/kg dersom ikke annet er angitt

Parameter	040-1A	040-5A	040-7A	040-9A	040-16A	Tiltaksnorm Boliger	Tiltaksnorm Rekreasjon
Tørrstoff (%)	93	95,4	95	97,2	82,2		
Krom	27	22	26	35	71	100	700
Nikkel	15	18,5	29	38	63	30	2000
Kopper	1900	750	4000	520	650	100	Ingen norm ¹⁾
Sink	760	410	3000	470	440	150	Ingen norm ¹⁾
Kadmium	0,34	1,15	0,41	0,44	1,15	1	750
Bly	45	33	94	51	110	50	1700
Arsen	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	16,5	20	60
Kvikksølv	1,2	0,40	0,69	0,64	3,1	1	600

Parameter	P.G 8.2* 1,5-1,6 m	P.G. 8.3* 0,1-0,4 m	040-19A	040-20A	Tiltaksnorm Boliger	Tiltaksnorm Rekreasjons
Tørrstoff (%)			99,4	95,8		
Krom	41,1	35,7	31	19	100	700
Nikkel	50,2	104	24	13	30	2000
Kobber	18,8	51,5	680	950	100	Ingen norm ¹⁾
Sink	283	222	490	170	150	Ingen norm ¹⁾
Kadmium	0,59	0,33	0,54	<0,2	1	750
Bly	<10	<10	730	22	50	1700
Arsen	<10	22	<5,0	<5,0	20	60
Kvikksølv	0,02	<0,01	0,35	0,39	1	600

1) Beregnet tiltaksverdi > 10.000 mg/kg

* Fra Notebys undersøkelse, 1994

Fem av prøvene (040-1A, 040-5A, 040-7A, 040-9A og 040-19A) er analysert for innhold av organiske miljøgifter (GC-MS), men det er ikke påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen for noen av stoffene. I to av prøvene ble det imidlertid påvist henholdsvis ett og to ikke kvantifiserte stoffer. I 040-5A ble stoffet tetrafenylstannane påvist, og i prøve 040-9A ble det påvist PCB og cyklopropanenonaic acid 2-[(2-butylcyklopropyl)metyl]-methyl ester.

4.3 Risikovurdering

4.3.1 Identifisering av uønskede hendelser

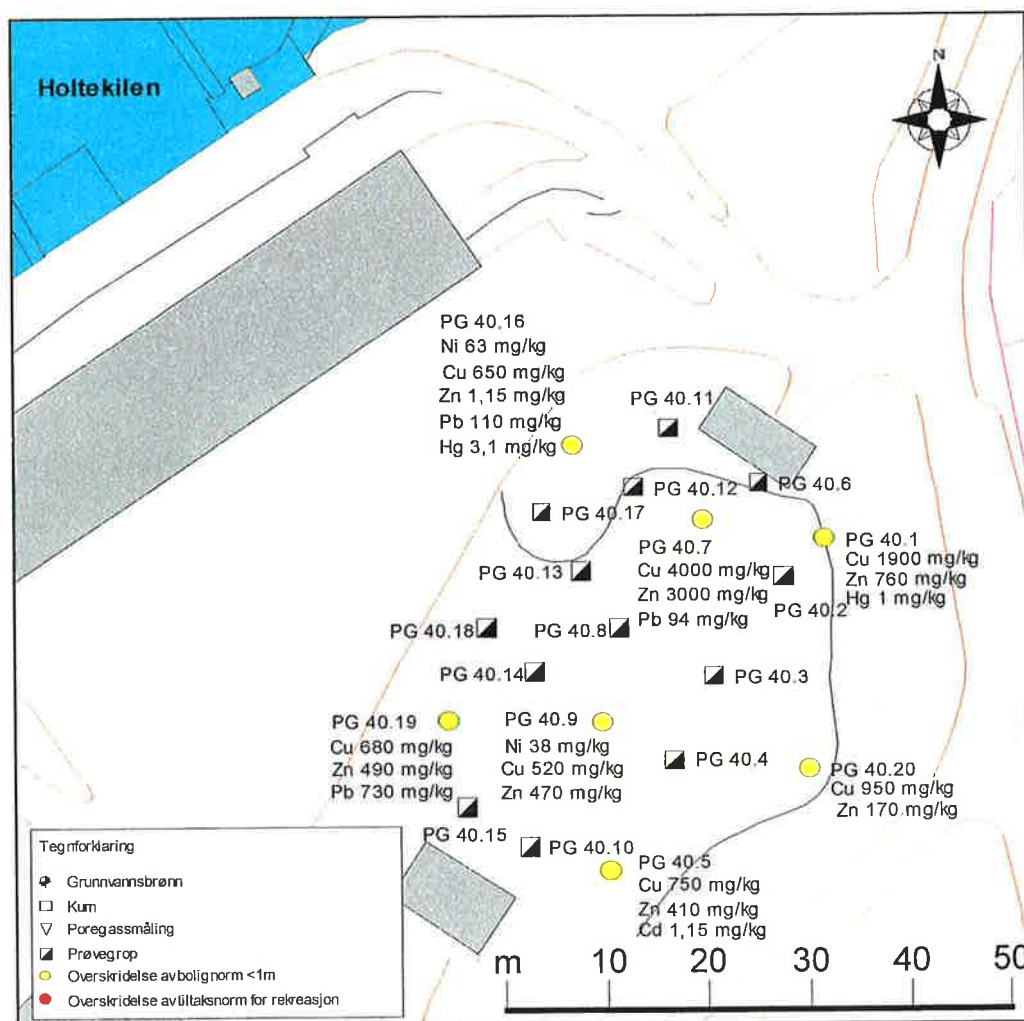
Uønsket spredning og eksponering som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Fremtidige brukere av rekreasjonsområdet/småbåthavna eksponeres for forurensningen.
- Utlekking av forurensinger til Holtekilen.

4.3.2 Kilde/areal-analyse

Det påvises 6 av 8 tungmetaller i konsentrasjoner over tiltaksnormen for boliger, og det foreligger derfor en mulig spredningsfare. Mulig spredning er beregnet og resultatene er vist i tabell 040-2.

Ingen av tungmetallene foreligger i konsentrasjoner som overskrider tiltaksnormen for rekreasjon.



Figur 040-1 Detaljkart over lokaliteten som viser plassering av prøvetakingspunkter

De punkter der det er påvist stoffer som overstiger bolignorm og tiltaksnormen er merket med fargekode.

4.3.3 Spredning og transportanalyse

Spredning til planter via porevann

Dette er ikke en aktuell spredningsvei for lokaliteten, da det antas at det ikke er aktuelt å plante bærbusker, grønnsaker eller andre hageplanter på et område som skal benyttes til rekreasjon.

Spredning til inntilliggende arealer via jord eller vann

Som vist på figur 040-1 overskrides bolignormen for en rekke elementer (6 av 8 analyserte tungmetaller), og det foreligger en mulig spredningsfare for disse elementene. Foruten de generelle forutsetninger som er gitt i kap. 1.5, gjelder følgende stedspesifikke forutsetninger:

- Den hydrauliske gradienten (i) er beregnet med utgangspunkt i fjelloverflatens fall mot Holtekilen (i = høydeforskjell på 11 m / 60 m avstand til sjø = 0,18).

Tabell 040-2 Oversikt over parametre og resultater fra spredningsberegningen for de forbindelsene med konsentrasjon > bolignormen i jordprøvene

Lokalitet 040						
Basisparametre						
Lengde av forur.omr., Lgw	50	m	Gradient, i	0,18		
Avstand til brønn, X	0	m	Tykkelse på akvifer, da	0,1	m	
Infiltrasjonshastighetl	0,35	m/år	Blandingssone, dmix	0,1	m	
Hydraulisk konduktivitet, k	0,0001	m/år	Fortynningsfaktor, DFgw	0,23		
			Fortynningsfaktor lok. til sjø	0,4		
			Fortynningsfaktor i sjø	0,01		
Stoffspesifikke parametre						
Stoff	Nikkel	Kobber	Sink	Kvikksølv	Bly	Kadmium
Kd (l/kg)	100	500	100	200	1000	1636
Høyeste kons i jord (mg/kg)	63	4000	3000	3,1	730	1,15
Beregn. Kons i porevann (mg/l)	0,63	8,00	30	0,016	0,73	0,0007
Beregn. Kons i grunnvann (mg/l)	0,15	1,89	7,07	0,0040	0,17	0,0002
Beregn. Kons v/ utløp til sjø (mg/l)	0,06	0,76	2,83	0,0016	0,068	-
Beregn. Kons. i sjø (mg/l)	0,0006	0,0076	0,028	$1,6 \times 10^{-5}$	0,0007	-
Drikkevannsnorm (mg/l)	0,05	0,3	0,3	0,0005	0,02	0,005
PNEC-verdier (mg/l)	0,003	0,0006	0,0015	$1,0 \times 10^{-5}$	0,001	0,0001

Basert på de forutsetninger som er gjort er konsentrasjonen av de ulike elementene høyere enn drikkevannsnormen for alle elementene unntatt kadmium.

Spredning til sjø

Avstanden til Holtekilen er liten (ca. 50 m). En fortynning i grunnvannet i området mellom lokaliteten og Holtekilen kan beregnes på følgende måte:

- Areal forurensset område: $40 \text{ m} \times 40 \text{ m} = 1.600 \text{ m}^2$
- Areal mellom lokalitet og sjø: $45 \text{ m} \times 45 \text{ m} = 2.000 \text{ m}^2$
- Fortynningsfaktor i grunnvannssonen: $1.600 / 3.600 = 0,4$

Spredningsberegningene (tabell 040-2) viser at det er en mulighet for utlekking av forurensset grunnvann som vil kunne påvirke vannlevende organismer i sjøen utenfor. Som vist overskrides PNEC-verdiene i vann ved utløp til sjø, for kobber, sink og kvikksølv.

Beregningen er konservativ, det er bl.a. ikke tatt hensyn til adsorpsjon i jordvolumet mellom det forurensede området og sjøen, slik at konsentrasjonen ved utløp til sjø sannsynligvis vil være lavere.

Spredning til luft

Det er ikke påvist elementer som kan forårsake luktproblemer, og denne spredningsveien er derfor ikke aktuell.

4.3.4 Eksponeringsanalyse

I brukerveilederen er det beregnet tiltaksnormer som er knyttet til arealbruken. For arealer som benyttes til rekreasjon er følgende eksponeringsveier og eksponeringstider benyttet:

- Direkte inntak av jord
- Hudkontakt med jord/støv
- Innånding av støv

For alle eksponeringsveier voksne: 45 dager / år

For alle eksponeringsveier barn: 80 dager / år

Tiltaksnormene er gitt i tabell 1, brukerveilederen, og aktuelle normer for lokalitet 040 er gitt i tabell 040-1. Som vist overskrides ikke tiltaksnormen for rekreasjon på lokaliteten.

4.4 Konsekvenser og konklusjon for lokalitet 040

Undersøkelsen på lokalitet 040 viser at det er påvist en rekke tungmetaller i overflatejorden, men utfra den planlagte arealbruken (rekreasjon / småbåthavn) foreligger det ikke helserisiko tilknyttet bruken av området. Det er ikke behov for tiltak på lokalitet 040 for å tilfredstille de miljøkrav som stilles ved helsefare knyttet til bruk av området.

Det vurderes å foreligge fare for spredning av kobber, sink og kvikksølv fra de undersøkte massene til sjøen som kan forårsake effekter på vannlevende organismer. Beregningene er imidlertid basert på konservative anslag der bl.a. adsorpsjonen i jord/fjellvolumet mellom den forurensede lokaliteten og sjøen. Det er derfor grunn til å anta at den reelle miljøbelastningen fra massen er liten.

Det anbefales at spredningsproblematikken undersøkes nærmere ved prøvetaking av grunnvann eventuelt også ved adsorpsjonsforsøk av stedegen masse.

5 LOKALITET 046

5.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Lokalitet 046 er en utfylt støyvoll mellom Ø-V-rullebanen og Koksabukta. Området ligger i buffersonen og delvis inne i naturreservatet i Koksabukta. I henhold til foreløpig risikovurdering for lokaliteter på Fornebu (Statsbygg, 1999), er området på ca. 16.000 m² og planlagt benyttet til friluftsliv-/rekreasjonsområde.

Gransking av flyfoto fra Fornebu avdekket følgende aktiviteter på området i perioden 1936 til i dag:

- **1936 og 1939:** Området ligger langs Koksabukta og er preget av en liten kolle ("haug") med lite vegetasjon sentralt i området, sannsynligvis er haugen dannet av fjell i forlengelsen av NØ-SV-gående fjellrygg dannet av foldingen av skifer og kalklagene på Fornebulandet. Området innenfor er landbruksmark.
- **1947:** Nord-sør-rullebanen anlagt i områdene innenfor 046. Trær i området er hugget og det er opparbeidet en vei et stykke innenfor sjøkanten. Et anlegg (tanker/ siloer?) har vært anlagt i vannkanten rett vest for sentrum av området, og rørledninger går fra anlegget og nordvestover inn på Fornebu. Det er mudret utenfor anlegget. Anlegget ser ut til å være under riving på det tidspunktet flyfotoet er tatt.
- **1952:** N-V-rullebanen utvides mot Hundsund. Innerste del av Koksabukta er under utfylling. Kun fundamentene av anlegget står igjen. Koksatjern er ikke utfylt.
- **1955:** Kan ikke spore større forandringer på lokalitet 046. Koksatjern er tørrlagt, og det er startet utfylling.
- **1959:** Koksatjern ferdig utfylt.
- **1963:** Øst-vest-rullebanen anlagt. Utfyllinger i områdene innenfor 046, men ingen støyvoll er laget utover den kollen som alltid har vært der.
- **1966:** Taksebane under anleggelse i området mellom Ø-V-rullebanen og 046.

Det er i dag ingen bebyggelse på området. Avrenning fra støyvullen vil skje mot Koksabukta. På grunn av oppdemming av vann i støyvullen, samt at flyfoto tyder på at det er en fjellkoll under vollen, vil grunnvann på nordsiden av støyvullen muligens lokalt dreie sør- vestover for siden å dreie sørover og ut i Koksabukta på vestsiden av støyvullen/kollen. Infiltrasjonsvann fra selve støyvullen vil i så fall renne nordover på nordsiden av vollen og sørover mot Koksabukta på sørsiden av vollen.

NIVA har utført undersøkelser av strandsonen og bunnsedimenter i Koksabukta og funnet olje (opptil 5580 mg/kg) og PAH (3,01 mg/kg) forurensset sediment (NIVA notat 92047 datert 1992-11-27). Det ble også funnet spor av glykol litt

lenger nede i sedimentet. Det ble tatt prøver fra tre punkter. To av punktene lå utenfor nordhjørnet ved bryggen innerst i Koksabukta, mens det siste punktet lå ca. 150 m utover langs sørsiden av bukta. Notatet konkluderte med at glykoltilførslen til Koksabukta har avtatt med tiden.

Problembeskrivelse

Lokaliteten er ikke tidligere undersøkt, og det var derfor behov for informasjon om eventuelt innhold av miljøgifter. Behovet for informasjon skjerpes i forhold til at lokaliteten ligger nær en resipient som er karakterisert som forurenset av PAH.

5.2 Resultatsammendrag

Jordsmonnet på lokaliteten ble prøvetatt ved hjelp av sjakting. Det ble gravd 6 sjakter, og tatt ut 6 prøver til analyse av organiske miljøgifter og tungmetaller. Det ble utført spesialanalyse for PCB og glykoler. Alle sjaktepunkter er vist i fig. 046-1.

Tabell 046-1 gir et sammendrag av analyseresultatene for prøver fra lokaliteten. For øvrig er alle detaljdata gitt i rapport 994014-2 – Datarapport.

*Tabell 046-1 Sammenstilling av analyseresultater
Konsentrasjoner i mg/kg dersom ikke annet er angitt*

Prøvenr.	046.1	046.2	046.3	046.4	046.5	046.6	Tiltaksnorm Boliger (< 1 m)	Tiltaksnorm buffersone
Dybde (m)	1,8	1,8	2,0	1,6	2,6	2,6		
Tørrestoff %	89,7	82	92,4	94,6	22,6	89,4	Ingen	Ingen
Krom	29	30	37	34	11	28	100	700
Nikkel	32	37	47	35	9,8	34	30	2000
Kobber	21	26	16	11	6,8	13,5	100	Ingen ¹⁾
Sink	94	240	44	34	38	37	150	Ingen ¹⁾
Kadmium	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	1	750
Bly	22	14	10	<10	<10	<10	50	1700
Arsen	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	20	60
Kvikksølv	0,25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	600
Tot. Glykol	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	Ingen	Ingen ¹⁾
Benzotriazoler	-	-	< 0,1	< 0,1	< 0,2	< 0,1	6	Ingen ¹⁾
Tolytriazoler	-	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	6	Ingen ¹⁾
Na-petroleum sulfonat	-	-	< 10	< 10	< 15	< 10	90	Ingen ¹⁾
Tot. 7 PCB	<0,010	0,0011 ³⁾	0,019	<0,010	<0,015	0,022	0,02	10
Tot. 16 PAH	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6	5	100
Tot. Min.olje	710	370	< 50	< 50	< 50	500	120	Ingen ¹⁾

1) Beregnet norm > 10.000 mg/kg tørrstoff

2) Resultater hentet fra spesialanalyse av PCB, og ikke fra GCMS-analysen

3) Sum 7 PCB < 0,010, men enkeltforbindelser ble kvantifisert. Verdien er summen av alle enkeltforbindelser der PCB er detektert over kvantifikasjonsgrensen.

Analyseresultatene viser at tungmetall-innholdet stort sett ligger under norm for spredningsvurdering (SFTs bolignorm). Kun nikkel og sink er funnet i konsentrasjoner over disse normverdiene.

GCMS-analysen og spesialanalysene på PCB og glykoler viste at det ble registrert olje og PCB i konsentrasjoner over norm for spredningsvurdering. De andre organiske forbindelsene (ca. 100 enkeltstoffer) ble ikke registrert i konsentrasjoner over deteksjonsgrensen.

Det ble ikke registrert oljelukt under prøvetakingen. Dette kan tyde på at den kvantifiserte oljen er tung og svært nedbrutt.

Løsmassebeskrivelse, fotobilag og fullstendige analyseresultater er gitt i tilhørende datarapport (994014-2) under lokalitet 046.

5.3 Risikovurdering

5.3.1 Identifisering av uønskede hendelser

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Fremtidige brukere av rekreasjonsområdet eksponeres for forurensningen via støv/direkte kontakt/oralt inntak
- Dyr og fugler eksponeres for forurenset jord
- Utlekking av forurensede komponenter til grunnvannet og transport med grunnvannet til Koksabukta.

Sannsynligheten for at identifiserte uønskede hendelser skal inntreffe, og konsekvensen av disse, vurderes gjennom kilde/areal-, spredning/transport- og eksponeringsanalyser for hver forbindelse som er oppdaget i konsentrasjoner høyere enn SFTs bolignorm.

5.3.2 Kilde/areal-analyse

En sammenligning av analyseresultater viser at bolignormen jord < 1 m er oversteget for nikkel i alle prøver bortsett fra 046.5, mens sink er overskredet i prøve 046.2.

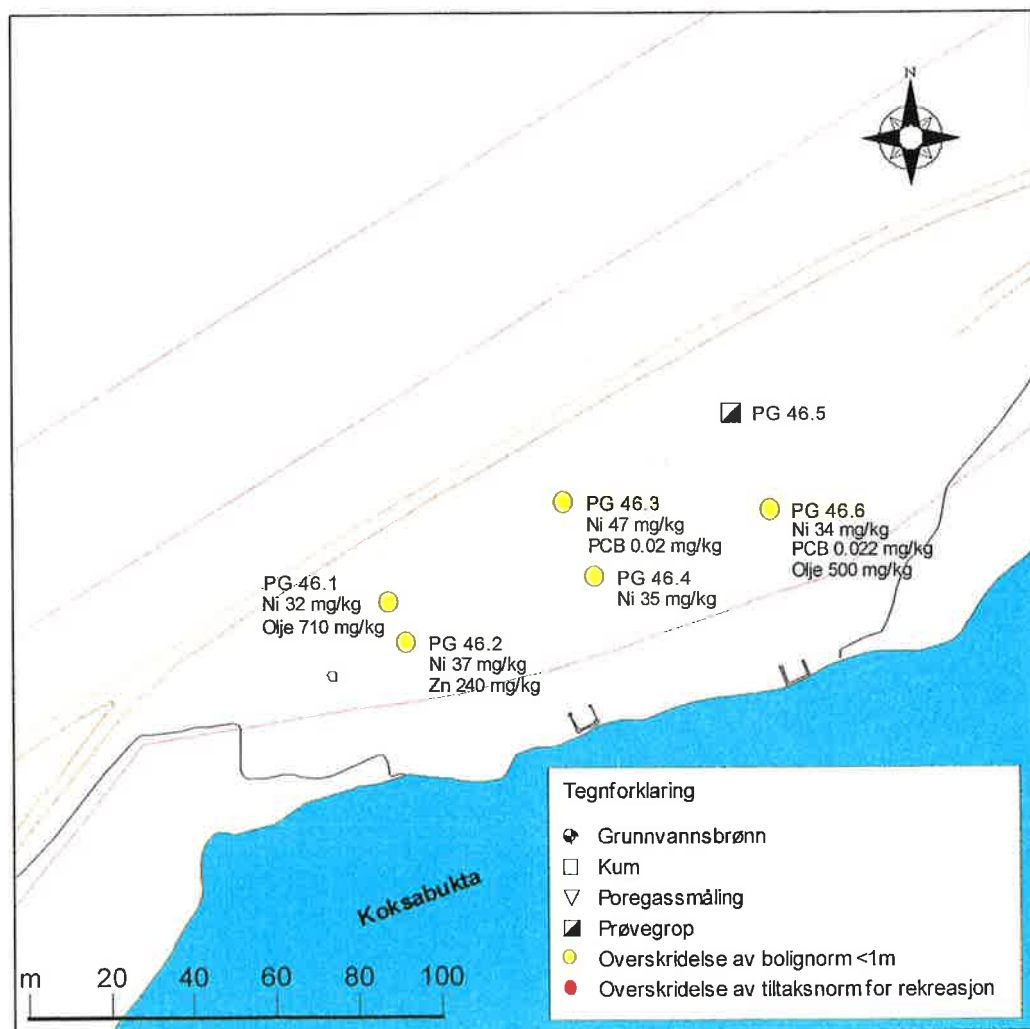
Innholdet av mineralolje overstiges i prøvene 046.1, 046.2 og 046.6. I tillegg overstiges normverdien for PCB i prøve 046.6.

På basis av analyseresultatene lar det seg ikke gjøre å skille ut lokale soner som er mer forurenset enn andre. Analysene er utført i torv og leirholdige masser som ligger under ca. 1 m med grove fyllmasser, og det må antas at hele massevolumet vil ha forurensninger i størrelsesorden som funnet i analysene.

Fjell ble ikke påvist under sjaktingen, men gamle flyfoto fra 1930, 40- og 50-tallet viser at det før støyvollen ble anlagt var en liten kolle langs Koksabukta omtrent plassert i sentrum av den nåværende støyvollen. Denne består sannsynligvis av fjell som tidligere lå i dagen. Vi antar derfor at det maksimalt er 4-5 m til fjell i området.

I de videre transportberegningene følges følgende miljøgifter:

- Nikkel
- Sink
- Mineralolje
- PCB



Figur 046-1 Detaljkart over lokaliteten med plassering av prøvetakingspunkter

De punkter der det er påvist stoffer som overstiger bolignorm og tiltaksnormen er merket med fargekode.

5.3.3 Spredning og transportanalyse

Spredning via porevann til planter

Denne er ikke aktuell for lokaliteten, da en kun skal vurdere faren ved spredning til planter for de områdene der man forventer at det vil bli plantet blomster, bærbusker, frukttrær eller grønnsaker. Det antas at kun naturlig vegetasjon er aktuelt for lokalitet 046.

Spredning til luft/luktproblemer

Ifølge miljømål nr. 5, skal "flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mistriksel ikke forekomme". For at disse stoffene skal kunne gi ubehagelig lukt eller mistriksel, må stoffene opptre i tilstrekkelig høy konsentrasjon til at den overskrider stoffets luktskel. Som oftest innebærer dette at stoffene må spres til innendørsarealer. På tross av noe oljeinnhold i massen, er det ikke registrert oljelukt i prøvene. Det er ikke aktuelt med bebyggelse på denne lokaliteten, og denne spredningsveien vurderes derfor som ikke aktuell.

Spredning til inntilliggende areal

Denne vurderingen skal bare foretas dersom den arealbruksrelaterte tiltaksnormen for bolig < 1 m er overskredet, noe som medfører at spredning må vurderes for nikkel, sink, mineralolje og PCB. Forurensningen er funnet i leir/torvholdig lag under ca. 1-1,5 m tykke grovere fyllmasser, slik at spredning ved overflateavrenning ikke er aktuelt. Eneste spredningsvei vil være via grunnvannet til resipient. Det er ikke registrert grøfter eller andre dreneringssystemer på lokaliteten.

Det utføres i det følgende beregninger for å kunne vurdere om spredning til inntilliggende arealer er reelt.

Det er identifisert forurensning av nikkel, sink, mineralolje og PCB på lokaliteten, og mulig spredningsvei er funnet å være ulekking til grunnvannet og transport med dette til Koksabukta. Det lokale strømningsbildet for grunnvannet er ikke kjent, derfor antas et strømningsbilde der grunnvannet renner korteste vei gjennom løsmassene til Koksabukta fra støyvollen, dvs. sørover.

Som gradient (i) regnes fallet fra støyvollens topp til Koksabukta (kote 10) fra trukket 2 m dybde til antatt grunnvannsspeil/leirlag, dividert med avstanden til bukta (50 m):

$$i = 8 \text{ m} / 50 \text{ m} = 0,16$$

Siden det ikke ble påvist fjell under sjaktingen, antas det at opprinnelig terreng var fjell. Dette var anslagsvis på kote 5, noe som gir en akvifertykkelse (d_a) på ca. 3 m under støyvollen. Nede ved sjøkanten er sannsynligvis akvifertykkelsen mye smalere eller ikke tilstedeværende på grunn av fjell i dagen.

Tidligere fastsatte miljømål for lokaliteten er at fjorden ikke skal påvirkes negativt av den påviste forurensningen.

Det er videre tatt utgangspunkt i den høyeste påviste konsentrasjonen for hvert enkelt stoff på lokaliteten.

For olje er det antatt at all oljen foreligger som C₁₅-C₃₅, noe som må regnes som sannsynlig fordi det ikke ble observert oljelukt i prøvene.

Resultatene av spredningsanalysen er gitt i tabell 046-2.

Tabell 046-2 Oversikt over parametre og resultater fra spredningsberegning for forbindelser med konsentrasjoner > bolignormen i jordprøvene

Lokalitet 046				
Basisparametre				
Lgw	60	m	i	0,16
X	0	m	da	3 m
I	0,35	m/år	Blandingssone, dmix	3,00 m
k	0,0001	m/år	Fortynningsfaktor, DFgw	0,014
			Fortynningsfaktor lok. til sjø	0,5
			Fortynningsfaktor i sjø	0,01
Stoffspesifikke parametre				
Stoff	Nikkel	Zink	Olje	PCB
Kd (l/kg)	100	100	1000000	1636
Høyeste kons i jord (mg/kg)	47	240	710	0,022
Kons i porevann (mg/l)	0,4700	2,4	0,0007	0,0000
Kons i grunnvann (mg/l)	0,006	0,03	0,00001	0,0000002
Drikkevannsnorm 1)	0,05	0,3	0,01	0,0005

- 1) Minimumskrav til drikkevann fra vannverk, Forskrift om vannforsyning og drikkevann med mer, I-9/95 Helse og Sosialdep.

Som det fremgår av tabellen ligger beregnede konsentrasjoner i grunnvannet langt lavere enn gjeldende krav til rent drikkevann. Spredningsfaren ansees derfor ikke som liten for lokaliteten.

Spredning til sjø

Avstand til Koksabukta er ca. 50 meter med bratt terreng.

5.3.4 Eksponeringsanalyse

I brukerveilederen er det beregnet tiltaksnormer som er knyttet til arealbruken. For arealer som benyttes til rekreasjon er følgende eksponeringsveier og eksponeringstider benyttet;

- Direkte inntak av jord
- Hudkontakt med jord/støv
- Innånding av støv

For alle eksponeringsveier voksne: 45 dager / år

For alle eksponeringsveier barn: 80 dager / år

Ved sammenligning av analyseresultatene og tiltaksnormene for rekreasjon, ser en av tabell 046-1 at tiltaksnormen ikke overstiges for noen av de analyserte komponentene. Det vurderes derfor ikke å foreligge noen helserisiko ved den planlagte arealbruken.

5.4 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 046

Risikovurderingen gir at det ikke foreligger helserisiko ved bruk av området med utgangspunkt i planlagt arealbruk (rekreasjon/buffersone mot naturvern-område).

Det vurderes heller ikke å foreligge fare for uheldig spredning av noen av de påviste forurensningskomponentene.

Utover en generell opprydding av eventuelt synlig skrot i overflaten, vurderes det å ikke være behov for tiltak på lokalitet 046. Dersom det er aktuelt å grave ut masse i forbindelse med oppgradering av området, kan ikke massen disponeres fritt.

6 LOKALITET 047

6.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Lokalitet 047 er en fylling sørvest for inv. nr. 133, og ligger ute på enden av Oksenøyveien. I henhold til kommunedelplan nr. 2, Bærum kommune, er området på ca. 3.200 m² og planlagt benyttet til rekreasjon.

Naturlig terrengoverflate er jevnet slik at området i dag er flatt. På flyfoto fra 1947 (E6/198/226) vises området som et rektangulært felt i skogen. På flyfoto fra 1936 ser en ikke det samme markerte området, og det vokser skog på stedet. Det ser ikke ut til at det er tilkjørt materiale på lokaliteten, men heller at det er ryddet skog, og at naturlig terrengoverflate er jevnet. Oslo Flyklubb mener dette området ble benyttet til oppstilling/oppbevaring av tyske fly under krigen.

Flyfoto fra 1956 viser at området ble benyttet til oppstillingsplass for lastebiler. Det er også synlig en garasje på bildet, hvilket stemmer godt overens med bygningsregistreringen som ble gjort i 1975 (Nansen, 1975).

Området ser i dag omtrent ut som på flyfotoet fra 1947, som et åpent, flatt område i skogen. Naturlig avrenning skjer både mot Holtekilen (avstand ca. 50 m) og mot Storøykilen (ca. 80 m).

Problembeskrivelse

Lokaliteten er ikke tidligere undersøkt, og det var derfor behov for informasjon om eventuelt innhold av miljøgifter. Behovet for informasjon skjerpes i forhold til at lokaliteten ligger nær to resipienter der den ene karakteriseres som sterkt forurensset med PAH og PCB.

6.2 Resultatsammendrag

Jordsmonnet på lokaliteten ble prøvetatt ved hjelp av sjakting. Det ble gravd 6 sjakter og tatt ut 5 prøver til analyse av organiske miljøgifter (GC-MS) og tungmetaller. Det ble utført spesialanalyse for PCB.

Tabell 047-1 gir et sammendrag av analyseresultatene for prøver fra lokaliteten. For øvrig er alle detaljdata gitt i rapport 994014-2 - Datarapport.

Tabell 047-1 Sammenstilling av analyseresultater. Resultater i mg/kg dersom ikke annet er angitt

Prøvenr. Dybde (m)	PG 47.1 0,5	PG 47.2 0,3	PG 47.4 0,5	PG 47.5 0,6	PG 47.6 0,6	Bolignorm < 1m	Tiltaksnorm Rekreasjon
Parameter							
Tørrstoff %	95,3	87,9	93	93,6	88,5		
Krom	16	16	15	12	63	100	700
Nikkel	13	9,9	13	11,5	95	30	2000
Kobber	10,5	27	16,5	44	77	100	Ingen norm ¹⁾
Sink	42	57	40	36	3.700	150	Ingen norm ¹⁾
Kadmium	<0,2	0,34	<0,2	<0,2	1,9	1	750
Bly	38	39	23	16	570	50	1700
Arsen	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	20	60
Kvikksølv	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	600
Σ PCB (2)	0,34	0,084	0,083	<0,010	0,028	0,02	10
Σ 16 PAH	48	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	5	100
Min.olje C10-C40	310	230	320	<50	<50	120	Ingen norm ¹⁾
Andre detekt.forb.	0	0	0	0	0		

1) Beregnet norm > 10.000 mg/kg tørrstoff

2) Resultater hentet fra spesialanalyse av PCB, og ikke fra GCMS-analysen

Analyseresultatene viser at tungmetall-innholdet i jordprøvene er lavt for alle prøvene unntatt bly og sink-innholdet i PG 47.6. Det er påvist spor av PCB i alle prøvene unntatt i PG 47.5. Det er videre påvist mineralolje i tre prøver, og PAH i en prøve. Ingen andre organiske stoffer ble påvist i GC-MS-analysen.

Alle prøvene er fra den øverste meteren, og løsmassene er svært grove med mye stein.

6.3 Risikovurdering

6.3.1 Identifisering av uønskede hendelser

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

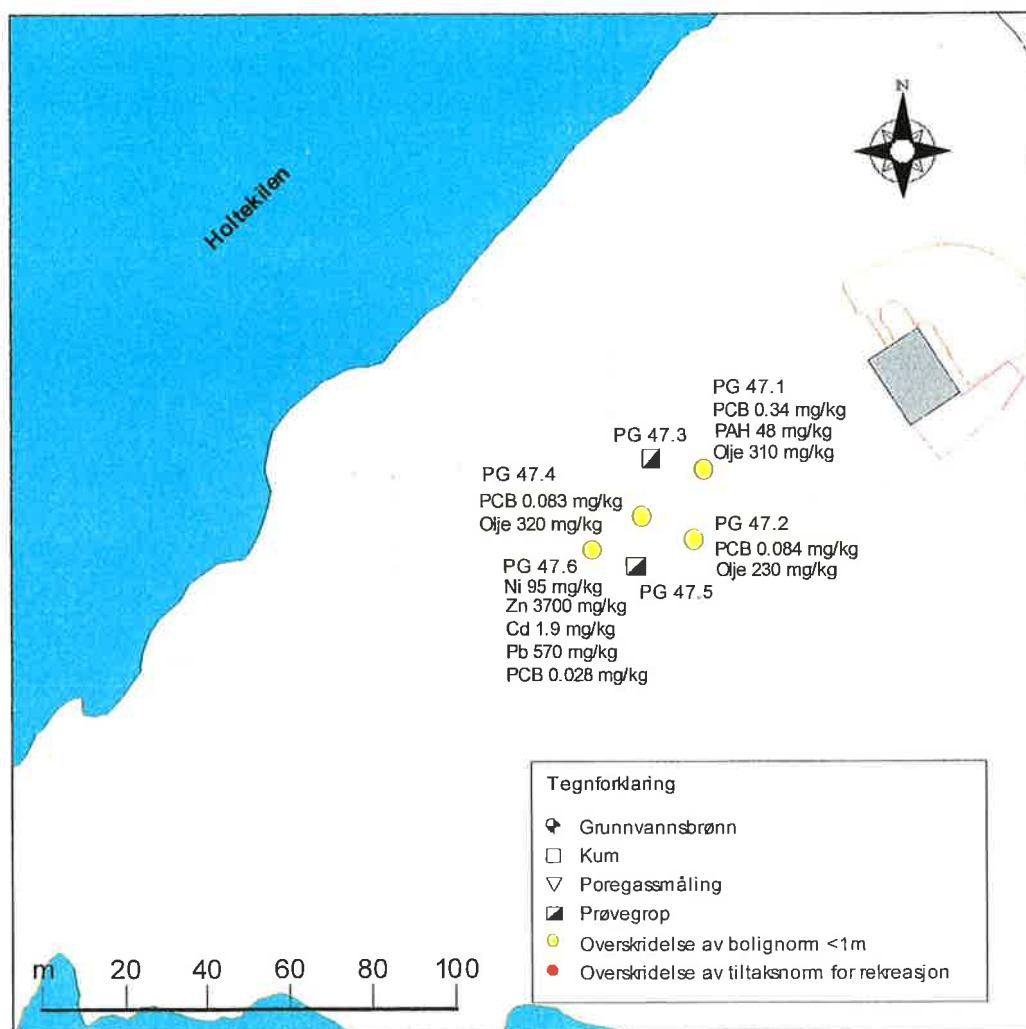
- Fremtidige brukere av rekreasjonsområdet eksponeres for forurensningen
- Utlekking av forurensede komponenter til grunnvannet og transport med grunnvannet til Holtekilen eller Storøykilen

Sannsynligheten og konsekvensen for at de uønskede hendelsene som er identifisert skal inntreffe, vurderes gjennom kilde/areal-, spredning/transport- og eksponeringsanalyse.

6.3.2 Kilde/areal-analyse

Det er påtruffet fjell i 5 av 6 sjakter. Fjellet ligger relativt grunt (0,6 – 1,0 m) nordøst på lokaliteten, mens de største dybdene er registrert sørvest på området (1,2 – 2,3 m). Dersom grunnvannet følger fjellkotene, er det sannsynlig at naturlig avrenningen skjer mot Holtekilen og ikke mot Storøykilen.

Det er ikke funnet dokumentasjon som viser at eiendommen har blitt benyttet til en bestemt type aktivitet, og det er heller ikke mulig utfra flyfoto å se om området har fungert som en fylling. Avgrensninger i terrenget tyder imidlertid på at det er påkjørt masse på eiendommen. Den registrerte forurensningen har enten blitt tilført gjennom tilkjørt materiale, men det er også mulig at aktivitet på stedet, f.eks. kan vedlikehold av biler og eventuelt fly ha forårsaket forurensningen.



Figur 047-1 Detaljkart over lokaliteten med plassering av prøvetakingspunkter

De punkter der det er påvist stoffer som overstiger bolignorm og tiltaksnormen er merket med fargekode.

6.3.3 Spredning og transportanalyse

Spredning til planter via porevann

Denne spredningsveien er ikke aktuell for lokaliteten, da en kun skal vurdere faren ved spredning til planter for de områdene der man forventer at det vil bli plantet blomster, bærbusker, frukttrær eller grønnsaker. Det antas at kun naturlig vegetasjon er aktuelt for lokalitet 047.

Spredning til inntilliggende arealer via jord eller grunnvann

Denne vurderingen skal bare foretas dersom den arealbruksrelaterte tiltaksnormen for bolig < 1 m er overskredet. En sammenligning av analyseresultater viser at bolignormen for jord < 1 m er oversteget for nikkel, sink, kadmium og bly i prøve PG 47.6, og innholdet av mineralolje overstiges i prøvene PG 47.1, PG 47.2 og PG 47.4. I tillegg overstiges normverdien for PCB og PAH i prøve PG 47.1, PG 47.2, PG 47.4 og PG 47.6.

Forurensningen er påvist i overflaten, og det kan derfor skje en liten spredning til omkringliggende arealer med vinderosjon. Det er relativt grove masser på lokaliteten, og det antas derfor at denne spredningen er minimal og dermed neglisjerbar.

Så lenge det er påvist forurensninger i jordsmonnet, og disse til en viss grad er mobile, foreligger det en mulighet for at disse stoffene kan transporteres via porevannet til grunnvannet, eller med drens vann langs fjelloverflaten, og deretter ut til sjøen. Grunnvannet på lokaliteten ligger i fjell, og dybde til grunnvann er ikke kjent, men som beskrevet innledningsvis (kap. 1.5) vil grunnvannet på Lilleøya hovedsakelig følge de to hovedsprekkretningene og komme ut enten i Holtekilen eller i Storøykilen.

Beregningsverktøyet for vurdering av spredning med grunnvann gitt i veilederen, er basert på at grunnvannet ligger i løsmassene. Dette er ikke tilfellet for denne lokaliteten, men beregningsverktøyet er allikevel benyttet, i tillegg til generelle forutsetninger som er gitt i kap. 1.5. med følgende forutsetninger:

- Det er beregnet transport til nærmeste resipient (Holtekilen)
- Den hydrauliske gradienten (i) er beregnet med utgangspunkt i fjelloverflatens fall mot Holtekilen (i = høydeforskjell på 8 m / 60 m avstand til sjø = 0,13)
- Det er benyttet K_d -verdier for naftalen for spredningsberegning av Σ 16 PAH
- Det er benyttet K_d verdier for alifater > C10 – C12, da de ulike fraksjonene i mineralolje ikke er analysert.

Resultater fra beregningen er gitt i tabell 047-2.

Tabell 047-2 Beregnet konsentrasjon i porevann og grunnvann for påviste elementer over bolignorm < 1m

Lokalitet 047							
Basisparametre							
Lengde av forur. Omr., Lgw	60	m	Gradient, i		0,13		
Avstand til brønn, X	0	m	Tykkelse av akvifer, da		0,1 m		
Infiltrasjonshastighet, I	0,35	m/år	Blandingssone, dmix		0,10 m		
Hydraulisk konduktivitet, k	0,0001	m/år	Fortynningsfaktor, DFgw		0,339		
			Fortynningsfaktor lok. til sjø		0,4		
			Fortynningsfaktor i sjø		0,01		
Stoffspesifikke parametre							
Stoff	Nikkel	Bly	Kadmium	Sink	PAH	PCB	Olje
Kd (l/kg)	100	1000	30	100	20	1636	2500
Høyeste kons i jord (mg/kg)	95	570	1,9	3700	48	0,34	310
Beregn. Kons i porevann (mg/l)	0,95	0,57	0,06	37	2,4	0,0002	0,12
Beregn. Kons i grunnvann (mg/l)	0,32	0,19	0,02	12,53	0,8	0,0001	0,04
Beregn. Kons. v/utløp til sjø (mg/l)	0,13	0,076	0,008	5,01	0,32	-	0,016
Beregn. Kons i sjø (mg/l)	0,0013	0,0008	0,0001	0,05	0,0032	-	0,0002
Drikkevannsnorm (mg/l)	0,05	0,02	0,005	0,3	0,0002	0,0001	0,01
PNEC for vannlevende organismer (mg/l)	0,003	0,001	0,0001	0,0015	0,0002	0,000002	0,002

Basert på de forutsetninger som er gjort, er konsentrasjonen av de ulike elementene høyere enn drikkevannsnormen for alle elementene unntatt PCB.

Spredning til sjø

Avstanden til Holtekilen er ca. 60 m. En fortynning i grunnvannet i området mellom lokaliteten og Holtekilen kan beregnes på følgende måte;

- Areal forurensset område: $40 \text{ m} \times 40 \text{ m} = 1.600 \text{ m}^2$
- Areal mellom lokalitet og sjø: $40 \text{ m} \times 60 \text{ m} = 2.400 \text{ m}^2$
- Fortynningsfaktor i grunnvannssonen: $1.600 / 4.000 = 0,4$

Spredningsberegningene (tabell 047) viser at det er en mulighet for utlekking av forurensset grunnvann som vil kunne påvirke vannlevende organismer i sjøen utenfor. Som vist overskrides PNEC-verdiene i vann ved utløp til sjø, for sink og PAH.

Beregningen er konservativ, det er bl.a. ikke tatt hensyn til adsorpsjon i jordvolumet mellom det forurensede området og sjøen, slik at konsentrasjonen ved utløp til sjø sannsynligvis vil være lavere.

Spredning til luft

I følge miljømål nr. 5 skal "flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mistriksel ikke forekomme". For at disse stoffene skal kunne gi ubehagelig lukt eller mistriksel, må stoffene opptre i tilstrekkelig høye konsentrasjoner til at de overskrider stoffets luktskel. Som oftest innebærer dette at stoffene må spres til innendørsarealer. Det er ikke aktuelt med bebyggelse på denne lokaliteten, og denne spredningsveien vurderes derfor som ikke aktuell.

6.3.4 Eksponeringsanalyse

I brukerveilederen er det beregnet tiltaksnormer som er knyttet til arealbruken. For arealer som benyttes til rekreasjon er følgende eksponeringsveier og eksponeringstider benyttet;

- Direkte inntak av jord
- Hudkontakt med jord/støv
- Innånding av støv

For alle eksponeringsveier voksne: 45 dager / år

For alle eksponeringsveier barn: 80 dager / år

Ingen av de påviste forurensningene overstiger tiltaksnormen, og det er derfor ikke sannsynlig at det foreligger noen helserisiko ved bruk av arealet til rekreasjon.

6.4 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 047

Risikovurderingen viste at det ikke foreligger noen helserisiko ved den eksponering og bruk som er vurdert, og i forhold til dette aspektet er det ikke behov for tiltak.

Det vurderes å foreligge fare for spredning av sink og PAH fra de undersøkte massene til sjøen som kan forårsake effekter på vannlevende organismer. Beregningene er imidlertid basert på konservative anslag der bl.a. adsorpsjonen i jord/fjell-volumet mellom den forurensede lokaliteten og sjøen. Det er derfor grunn til å anta at den reelle miljøbelastningen fra massen er mindre enn beregnet.

Det anbefales at spredningsproblematikken undersøkes nærmere ved prøvetaking av grunnvann, eventuelt også ved adsorpsjonsforsøk av stedege masse.

Dersom opparbeiding av arealet medfører oppgraving av massene, kan disse ikke disponeres fritt.

7 LOKALITET 048

7.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Lokalitet 048 er et område sørøst for inv. nr. 133, og ligger ute på enden av Oksenøyveien. I henhold til kommunedelplan nr. 2, Bærum kommune, er området på ca. 1.000 m² og planlagt benyttet til rekreasjon, eventuelt gravlund. Området er ikke tidligere kartlagt.

Lokaliteten er i dag inngjerdet, området er flatt og uten annen vegetasjon enn gress. Det er ikke spor etter installasjoner på arealet.

På flyfoto fra 1935 ser det ut til at området var en del av et større jordbruksareal, mens det samme området i 1947 ligger åpent, er preget av grusveier og ikke virker dyrket. På et bilde fra 1959-05-19 ser det ut til at området igjen er oppdyrket. På flyfoto fra 1966 (A6 2418) ser en tydelig at området er benyttet til biloppstillingsplass. Det er imidlertid ingen bygninger på området. På samme bildet observeres en bygning på tilgrensende område, lokalitet 035.

Lokaliteten grenser opp mot lokalitet 035, hvor det tidligere har vært drevet skraphandlervirksomhet. Fjellkotene i området skråner ned mot 048, og det kan tyde på at sigevann fra lokalitet 035 går mot lokalitet 048. Det er installert en brønn på lokalitet 048 for kontroll av sigevannet.

Problembeskrivelse

Lokaliteten er ikke tidligere undersøkt, og det var derfor behov for informasjon om eventuelt innhold av miljøgifter.

7.2 Resultatsammendrag

Jordsmonnet på lokaliteten ble prøvetatt ved hjelp av sjakting. Det ble gravd 4 sjakter og tatt ut 4 prøver til analyse av organiske miljøgifter og tungmetaller. Det ble utført spesialanalyse for PCB.

Tabell 048-1 gir et sammendrag av analyseresultatene for prøver fra lokaliteten. For øvrig er alle detaljdata gitt i rapport 994014-2 - Datarapport.

Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

Tabell 048-1 Analyseresultater for jordrøver fra lokalitet 048. Resultater i mg/kg dersom ikke annet er angitt

Prøvenr. Dybde (m) Parameter	PG 48.1 0,5	PG 48.2 0,2	PG 48.3 0,2	PG 48.4 0,2	Tiltaksnorm Boliger (<1 m)	Tiltaksnorm Rekreasjon
Tørrestoff %	85,1	87,1	79,6	89,4		
Krom	31	17	33	15	100	700
Nikkel	30	15	23	15	30	2000
Kobber	13,5	6,5	<5,0	9	100	Ingen norm ¹⁾
Sink	60	34	45	32	150	Ingen norm ¹⁾
Kadmium	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1	750
Bly	13	<10	12	<10	50	1700
Arsen	5,3	<5,0	<5,0	<5,0	20	60
Kvikksølv	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	600
BTEX	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,05	2400 for bensen, øvrige ingen norm ¹⁾
Sum 7 PCB (µg/kg)	<10	<10	<10	<10	0,02 (2)	10 (2)
Tot 16 PAH	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	5	100
Tot Min.olje	<50	<50	<50	<50	120	Ingen norm ¹⁾

1) Beregnet normverdi > 10.000 mg/kg t.s.

2) Normverdien for PCB er i mg/kg, og analyseresultatet er i µg/kg.

Alle prøvene er tatt fra topplaget (0,2 – 0,5 m).

Observasjoner i felt av løsmassene viser at dybder til fjell varierer fra 1,1 - 1,6 m. Løsmassene beskrives som sand- og leirholdige masser med et tynt humussjikt i topplaget.

Tabell 048-2 Analyseresultater fra vannprøver fra lokalitet 048 Resultater i (µg/l) dersom ikke annet er angitt

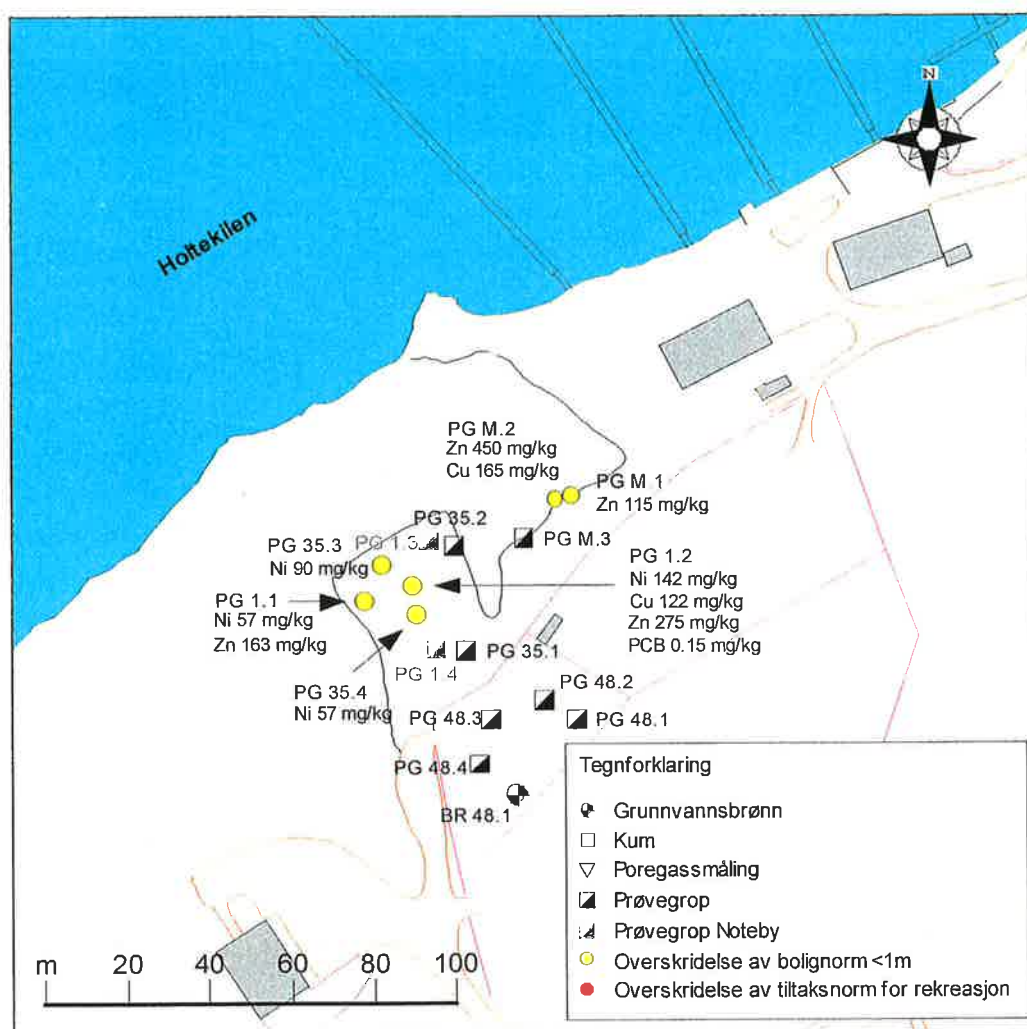
Prøvenr. Gr.v.st (m) Parameter (µg/l)	048-BR1 2,05	Drikkevanns- norm
Krom	<1,0	50
Nikkel	<5,0	50
Kobber	<5,0	300
Sink	<10	300
Kadmium	<0,4	5
Bly	<5,0	20
Arsen	<5,0	10
Kvikksølv	<0,05	0,5
BTEX	<1,0	-
Tot 7 PCB µg/kg	<0,08	0,1
Tot 16 PAH	<16	0,2
Tot Min.olje	<100	10

Løsmassebeskrivelse, fotobilag og fullstendige analyseresultater er gitt i tilhørende datarapport (994014-2) under lokalitet 048.

7.3 Risikovurdering

7.3.1 Kilde- og arealanalyse

Ingen av analyseresultatene overstiger tiltaksnormen for boligområder eller kvalitetskriteriene for drikkevann, området er rent.



Figur 048-1 Detaljkart over lokalitetene 035, 048 og fylling ved Mar-Tek

Figuren viser plassering av prøvetakingspunkter og punkter hvor det er påvist stoffer som overstiger bolignormen (gult).

7.3.2 Transport og spredningsanalyse

Det er ikke påvist forurensninger i grunnvannsprøven fra brønn 048-BR1.



7.4 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 048

Både jord og grunnvann på lokalitet 048 er rent, og observasjoner av løsmassene underbygger at dette arealet hovedsakelig har vært benyttet til jordbruksformål.

8 LOKALITET 049

8.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Lokalitet 049 er et utfylt område mellom mellom N-S-rullebanen og innerste del av Koksabukta. I henhold til foreløpig risikovurdering for lokaliteter på Fornebu, er området på ca. 1100 m² og ligger i buffersonen for naturreservatet i Koksabukta, og skal i følge kommuneplanen benyttes til rekreasjonsområde. Et kart over området er gitt i figur 049-1.

Området er utfyllt med fyllmasser av ukjent opprinnelse, og det kan ukontrollert ha vært dumpet mindre mengder spesialavfall.

Basert på flyfoto av området har lokaliteten gjennomgått følgende utvikling fra Fornebu ble anlagt som flyplass til i dag:

- **1936:** Flatt område i overgangen mellom landbruksareal, skog og strandområde innerst i Koksabukta. Skogen ligger på SV-NØ-gående rygg som dannes av fjellfoldningen på Fornebu. Ingen bebyggelse.
- **1938:** Skogen under avhending
- **1947:** Skogen er fjernet på hele området N for 049. Skyttergravanlegg er anlagt N for området (ved lokalitet 055), men hoveddelen av 049 utgjøres fremdeles av jorder. N-S-flystripen er fylt ut i området NØ for lokaliteten.
- **1952:** Området er under utfylling i forbindelse med utvidelse av N-S-flystripen til Hundsund. Et anlegg som går fra Koksabukta er satt opp, sannsynligvis et transportbånd som tilfører sand til områdene ved lokalitet 049 og 055.
- **1955:** Flystripen er ferdig etablert, men området rundt 049 er fremdeles preget av hvit sand, og danner en forsenkning i terrenget ved siden av flystripen.
- **1959:** Ingen endring i bruken av området.

Massene preges i dag av grove fyllmasser med stein, blokk, betong- og tre-rester over fyllmasser av grov sand. Både overflateavrenning og grunnvann vil renne ut i Koksabukta, som vil være den naturlige resipienten for området. Det er ikke etablert noen drensledninger i området som kan lede vannet andre steder.

NIVA har utført undersøkelser av strandsonen og bunnsedimenter i Koksabukta og funnet olje (opptil 5580 mg/kg) og PAH (3,01 mg/kg) forurensset sediment (NIVA notat 92047 datert 1992-11-27). Det ble også funnet spor av glykol litt lenger nede i sedimentet. Prøvene ble tatt fra tre punkter. To av punktene lå utenfor nordhjørnet ved bryggen innerst i Koksabukta, mens det siste punktet lå

ca. 150 m utover langs sørsiden av bukta. Notatet konkluderte med at glykoltilførslen til Koksabukta har avtatt med tiden.

Berdal Strømme har analysert tre prøver fra Koksabukta ca. 200–300 m sør for lokaliteten uten å finne glykol i prøvene over kvantifikasjonsgrensen på 1 mg/kg (1996).

Problembeskrivelse

Lokaliteten er ikke tidligere undersøkt, og det var derfor behov for informasjon om eventuelt innhold av fyllmasser med miljøgifter og spredning av disse. Behovet for informasjon skjerpes i forhold til at lokaliteten ligger inntil et område som er lagt ut som naturreservat.

8.2 Resultatsammendrag

Jordsmonnet på lokaliteten ble prøvetatt ved hjelp av sjakting. Det ble gravd 2 sjakter og tatt ut 2 prøver til analyse av organiske miljøgifter og tungmetaller. Det ble utført spesialanalyse for PCB og glykoler.

Tabell 049-1 gir et sammendrag av analyseresultatene for prøver fra lokaliteten. For øvrig er alle detaljdata gitt i rapport 994014-2 - Datarapport.

Tabell 049-1 Sammenstilling av analyseresultater. Konsentrasjoner i mg/kg dersom ikke annet er angitt

Prøvenr.	049.1	049.2	Norm for Sprednings vurdering	Tiltaksnorm Buffersone
Dybde (m)	1,2	1,2		
Tørrestoff %	86,7	89,6	Ingen	Ingen
Krom	54	36	100	700
Nikkel	60	50	30	2000
Kobber	14,5	12,5	100	Ingen ¹⁾
Sink	67	63	150	Ingen ¹⁾
Kadmium	< 0,2	< 0,2	1	750
Bly	< 10	11	50	1700
Arsen	< 5,0	5,8	20	60
Kvikksølv	< 0,1	< 0,1	1	600
Tot. Glykol	2,3	< 1,0	Ingen	Ingen ¹⁾
Tot. 7 PCB ²⁾	0,0076 ³⁾	0,0057 ³⁾	0,02	10
Tot. 16 PAH	< 1,6	< 1,6	5	100
Tot. Min.olje	< 50	< 50	120	Ingen ¹⁾
Andre	-	-	-	-

1) Beregnet norm > 10.000 mg/kg tørrestoff

2) Resultater hentet fra spesialanalyse av PCB, og ikke fra GCMS-analysen

3) Sum 7 PCB < 10, men enkeltforbindelser kvantifisert. Verdien er summen av alle enkeltforbindelser der PCB er detektert over kvantifikasjonsgrensen.

Analyseresultatene viser at tungmetall-innholdet i prøven generelt lå lavere enn bolignormen, bortsett fra for nikkel, der konsentrasjonen i begge prøvene var over.

GCMS-analysen viser at ingen av de 100 forbindelsene analysen omfatter er påvist i konsentrasjoner over kvantifikasjonsgrensen. Spesialanalysene for PCB viste imidlertid at små konsentrasjoner av PCB er påvist. De er imidlertid ikke høyere enn bolignormen.

Løsmassebeskrivelse, fotobilag og fullstendige analyseresultater er gitt i tilhørende datarapport (994014-2) under lokalitet 049.

8.3 Risikovurdering

8.3.1 Identifisering av uønskede hendelser

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Fremtidige brukere av rekreasjonsområdet eksponeres for forurensningen.
- Dyr og fugler eksponeres for forurenset jord.
- Utlekking av forurensede komponenter til grunnvannet og transport med grunnvannet til Koksabukta.

Sannsynligheten for at identifiserte uønskede hendelser skal inntreffe, og konsekvensen av disse, vurderes gjennom kilde/areal-, spredning/transport- og eksponeringsanalyser for hver forbindelse som er oppdaget i konsentrasjoner høyere enn SFTs bolignorm.

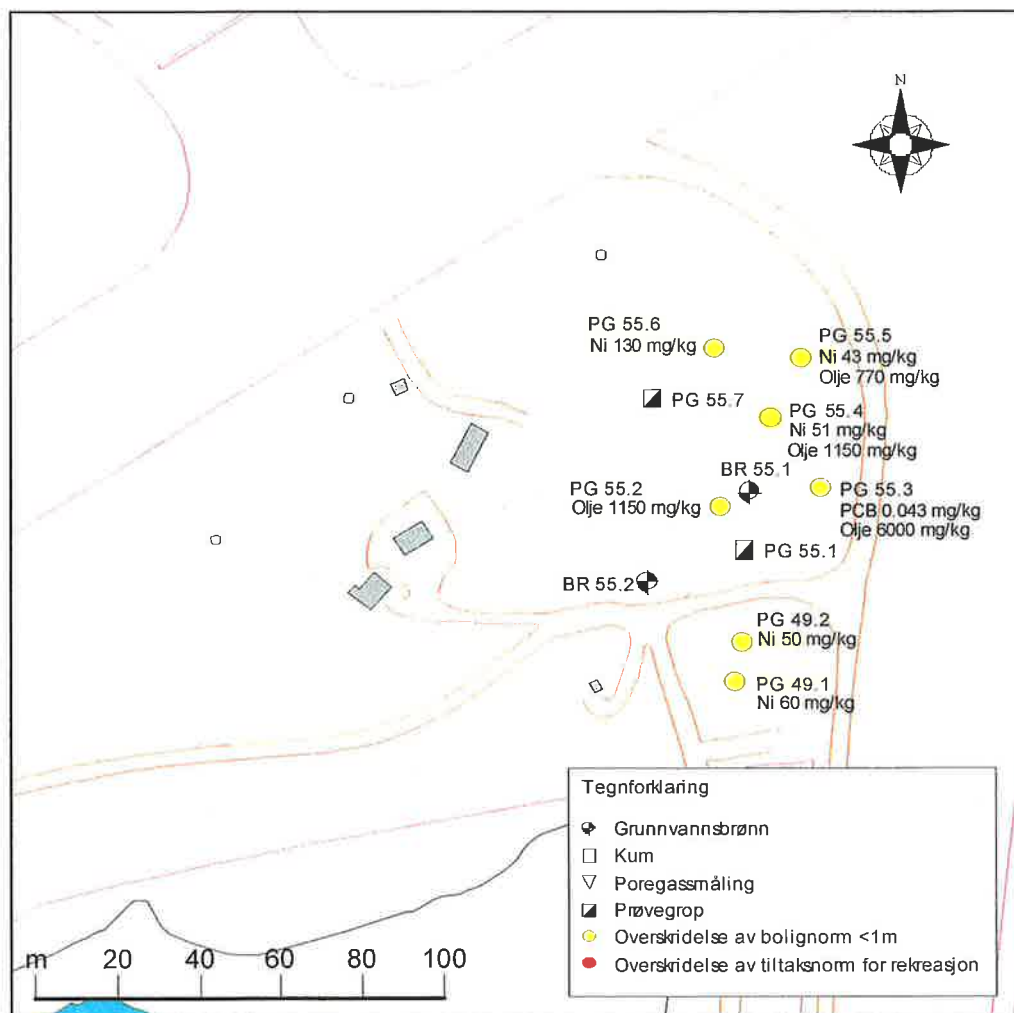
8.3.2 Kilde/areal-analyse

En sammenligning av analyseresultater viser at bolignormen for jord < 1 m er oversteget kun for nikkel i begge prøvene. Det ble også påvist enkeltforbindelser av PCB i begge prøver (høyeste konsentrasjon 0,0076 mg PCB/kg), men konsentrasjonene lå lavere enn bolignormen (0,02 mg/kg). I de videre transportberegningene vil derfor kun nikkel følges.

På basis av analyseresultatene lar det seg ikke gjøre å skille ut lokale soner som er mer forurenset enn andre. Analysene er utført i de grove fyllmassene som ligger på toppen i 1 – 2 m tykkelse (049.1). Det kan ikke merkes noen forskjell i innhold av miljøgifter mellom disse prøvene.

Fjell ble ikke påvist under sjaktingen, men gamle flyfoto fra 1930, 40- og 50-tallet viser at den nordlige delen av området lå i overgangen mellom landbruksjord og en NØ-SV gående rygg som antas å være fjell med lite/ingen løsmasseoverdekning. I de sørlige delene av området vil de naturlige massene under fyllmassene utgjøres av marin siltig leire og danner derfor et lite permeabelt

lag. Det er derfor grunn til å anta at hoveddelen av grunnvannet vil renne gjennom de grove fyllmassene som er tilført i ettertid.



Figur 049-1 Detaljkart over lokaliteten med plassering av prøvetakingspunkter

De punkter der det er påvist stoffer som overstiger bolignorm og tiltaksnormen er merket med fargekode.

8.3.3 Spredning og transportanalyse

Spredning via porevann til planter

Denne er ikke aktuell for lokaliteten, da en kun skal vurdere faren ved spredning til planter for de områdene der man forventer at det vil bli plantet blomster, bærbusker, frukttrær eller grønnsaker. Det antas at kun naturlig vegetasjon er aktuelt for lokalitet 049.

Spredning til luft/lukt problemer

Ifølge miljømål nr. 5 skal "flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mistriksel ikke forekomme". For at disse stoffene skal kunne gi ubehagelig lukt eller mistriksel, må stoffene opptre i tilstrekkelig høy konsentrasjon til at den overskrider stoffets lukterskel. Som oftest innebærer dette at stoffene må spres til innendørsarealer. Det er ikke aktuelt med bebyggelse på denne lokaliteten, og denne spredningsveien vurderes derfor som ikke aktuell.

Spredning til tilliggende areal

Denne vurderingen skal bare foretas dersom den arealbruksrelaterte tiltaksnormen for bolig < 1m er overskredet, noe som medfører at spredning må vurderes for nikkel.

Det er ikke registrert grøfter eller andre dreneringssystemer på lokaliteten, og de to aktuelle spredningsveiene er derfor spredning ved overflateavrenning og spredning via grunnvann. Forurensningen er funnet i prøver på rundt 1,2 m dyp, slik at eneste spredningsvei vil være gjennom grunnvann.

Det utføres beregninger for å kunne vurdere om spredning til inntilliggende arealer er reelt.

Ingen av sjaktene avdekket fjell, men i begge sjaktene ble grunnvannsinnsig påvist på mellom 1,5 og 2 m dybde. Som gradient (i) regnes fallet fra terreng midt i området til Koksabukta (6,5 m) fratrasket 1,5 m dybde til antatt grunnvannsspeil, dividert med avstanden til bukta (150 m):

$$i = 6,5 \text{ m} / 150 \text{ m} = 0,043$$

Siden det ikke ble påvist fjell under sjaktingen antas det at opprinnelig terreng nord i området var fjell på ca. kote 3, og at det er lite permeabel marinleire under de grove fyllmassene i resten av området. Dette gir at akvifertykkelse (d_a) kan anslås til ca. 2 m.

Tidligere fastsatte miljømål for lokaliteten er at fjorden ikke skal påvirkes negativt av den påviste forurensningen. Det er beregnet konsentrasjoner av de ulike forurensningskomponentene i porevannet ved kilden, i grunnvannet, samt tilførsel til sjøen etter ligninger gitt i Aquateams rapport om risikoberegningsverktøy på Fornebu.

Det er videre tatt utgangspunkt i den høyest påviste konsentrasjonen av nikkel på lokaliteten.

Adsorpsjonskoeffisienten for hvert enkelt stoff er hentet fra vedlegget til hoveddokument for SFT-veiledning om risikovurdering som er under utarbeidelse (ferdig før sommer 1999).

Resultatene av spredningsanalysen er gitt i tabell 049-1.

Tabell 049-1 Oversikt over parametre og resultater fra spredningsberegningen for forbindelser med konsentrasjoner > bolig-normen i jordprøvene

Lokalitet		049			
Basisparametre					
Lengde av forur. Omr., L_{gw}	30	m	Gradient, i	0,16	
Avstand til brønn, X	0	m	Tykkelse av akvifer, d_a	3	m
Infiltrasjon fra nedbør, I	0,35	m/år	Blandingssone, d_{mix}	3,0	m
Hydraulisk konduktivitet, k	0,0001	m/år	Fortynningsfaktor, DF_{gw}	0,002	
Stoffspesifikke parametre					
Stoff	Nikkel				
Kd (l/kg)	100				
Høyeste kons i jord (mg/kg)	60				
Kons i porevann (mg/l)	0,6000				
Kons i grunnvann (mg/l)	0,0041				
Drikkevannsnorm ¹⁾	0,05				

1) Minimumskrav til drikkevann

1) Minimumskrav til drikkevann fra vannverk, Forskrift om vannforsyning og drikkevann med mer, I-9/95 Helse og Sosialdep.

Som det fremgår av tabellen ligger den beregnede konsentrasjonen for nikkel i grunnvannet lavere enn gjeldende krav til rent drikkevann. Spredningsfaren ansees derfor som liten fra lokaliteten.

Spredning til sjø

Nikkel var den eneste miljøgiften på lokaliteten som ble påvist i konsentrasjoner høyere enn bolignormen, og mulig spredningsvei er funnet å være utlekking til grunnvannet og transport med dette til Koksabukta. Det lokale strømningsbildet for grunnvannet er ikke kjent, derfor antas et strømningsbilde der grunnvannet renner korteste vei til Koksabukta, dvs. ca. 150 m sørvestover.

Det er ikke registrert grøfter eller andre dreneringssystemer på lokaliteten, og de to aktuelle spredningsveiene er derfor spredning ved overflateavrenning og spredning via grunnvann.

På basis av de lave konsentrasjonene som er beregnet i grunnvannet, regnes ikke spredning til sjøen som noen reell fare.

8.4 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 049

Risikovurderingen gir at det ikke foreligger helserisiko ved bruk av området med utgangspunkt i planlagt arealbruk.

Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

Det vurderes heller ikke å forligge fare for uheldig spredning av noen av de påviste forurensningskomponentene.

Utover en generell opprydding av eventuelt synlig skrot i overflaten, vurderes det ikke å være behov for tiltak på lokalitet 049. Dersom det er aktuelt å grave ut masse i forbindelse med oppgradering av området, kan massen i utgangspunktet ikke disponeres fritt på grunn av nikkelinholdet. Hvis bolignormen tilpasses som foreslått i notat fra DNV (DNV, 1999) vil imidlertid massene kunne disponeres fritt.

9 LOKALITET 053

9.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Oslo Flyklubb, sjøflygruppen, ligger helt i enden av Oksenøyveien og holder til nede ved Lilleøykilen, og terrenget er bratt med et tynt morenelag over fjell. Flyklubben har eget tankanlegg med drivstoff til sjøflyene. Anlegget består av en bensintank på 9000 l (installert i 1968) som ligger oppe ved parkeringsplassen, og rørgate med selvfall ned til pumpene, som ligger nede ved sjøen.

Det finnes også en gammel tank (3000 l) oppe ved parkeringsplassen. Denne tanken ble satt ut av drift og tømt for ca. 10 år siden (ref. Steinar Nuland, Statoil (se ref. liste for telefonnummer). Den gamle tanken er nå fjernet, og grunnen under tanken ble prøvetatt i denne undersøkelsen.

Anlegget eies i dag av Statiol, men ble i sin tid installert av BP.

Problembeskrivelse

Som drivstoff benyttes Avgass 100 LL. Dette er bensen med mye bly, og drivstoffet er klassifisert som A-væske. Ved bruk av pumpene og ved påfylling av tankanlegget, kan det ha skjedd søl av drivstoff som har forurenset grunnen.

Målsetningen med undersøkelsen var å kartlegge grunnen nedstrøms tankanlegget og nedstrøms pumpene for innhold av bensen og bly.

9.2 Resultatsammendrag

Jordsmonnet på lokaliteten ble prøvetatt ved hjelp av sjakting, totalt 3 sjakter medregnet gropen etter den gamle tanken som ble fjernet. Under utsjaktingen ble det registrert sterk lukt (lett organisk forbindelse) i den ene av sjaktene. Det ble utført spesialanalyse for olje og bly, samt GCMS. Forurensningen som ble observert i felt ble ikke påvist med de kjemiske analysene.

Samtidig som grunnen ble undersøkt, ble det utført en inspeksjon på tanken som i dag benyttes. Denne tanken er på 9000 l, og Aktiv Tankrens utførte rengjøring og ultralydundersøkelse 1999-04-26. Det ble ikke påvist hull i tanken, med det ble registrert gropkorrosjon flere steder. Det er besluttet å skifte tanken.

Oslo Flyklubb bruker ca. 30 000 – 40 000 l avgass 100 LL i løpet av et år.

Tabell 053-1 gir et sammendrag av analyseresultatene for prøver fra lokaliteten. For øvrig er alle detaljdata gitt i rapport 994014-2 - Datarapport.

Tabell 053-1 Sammenstilling av analyseresultater
Konsentrasjoner i mg/kg dersom ikke annet er angitt

Prøvenr.	053-1-1	053-1-2	053-2-1	053-2-2	053-2-3	053-3-1	Tiltaksnorm Boliger	Tiltaksnorm Rekreasjon
Dybde (m)	0,2	1,5	0,3	1,0	2,0	1,0		
Tørrstoff %	94	79,4	61,3	88,8	87,2	78,8		
Bly	10	18	15	33	13	19	50	1700
BTEX	<0,2	3,3	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	0,05	Ingen norm (1)
Tot Min. olje	<20	30	<20	<20	<20	<20	120	Ingen norm (1)

- Ikke analysert

(1) Beregnet norm > 10.000 mg/kg

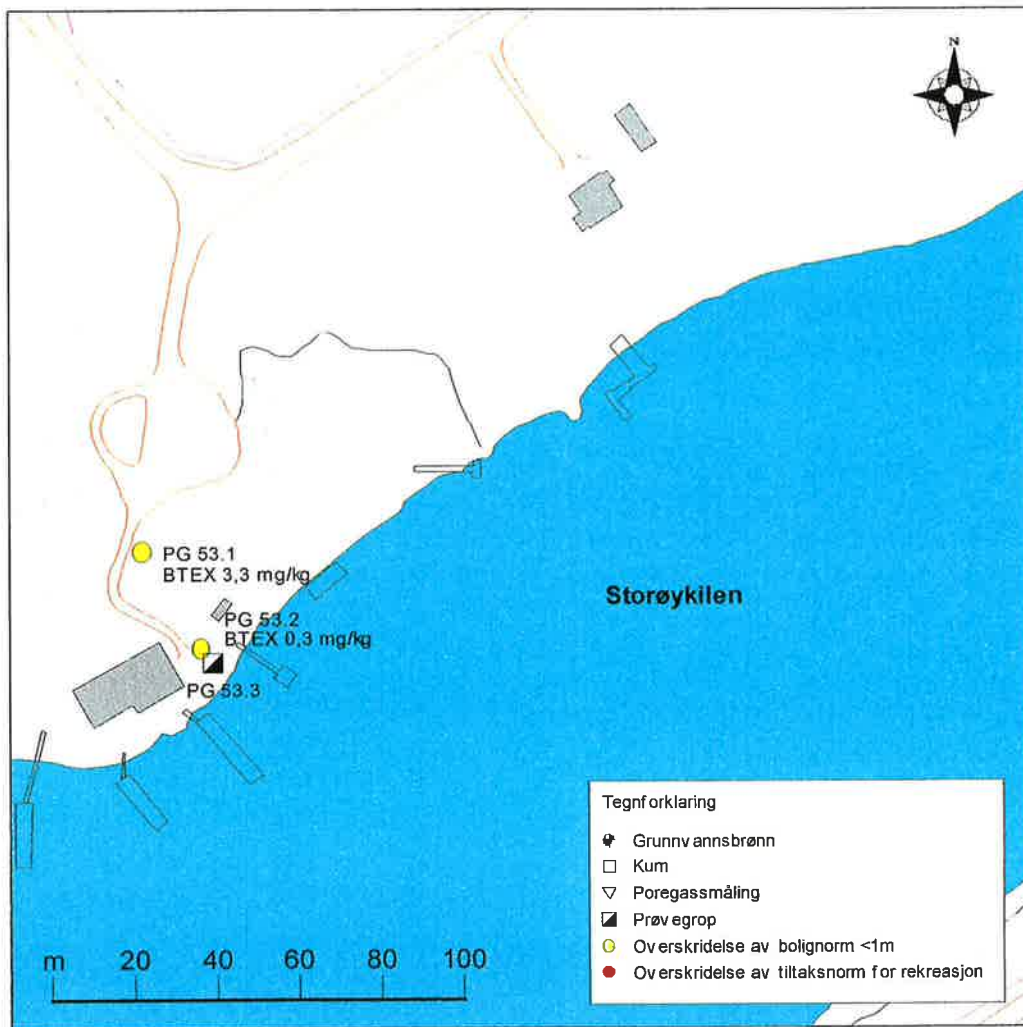
GC-MS-analysen viste ingen organiske forbindelser over deteksjonsgrensen med unntak av mineralolje i prøve 053-1-2.

BTEX-verdiene i prøve 053-1-2 og 053-2-2 overskrider bolignormen.

9.3 Risikovurdering

9.3.1 Kilde- og arealanalyse

Ingen av analyseresultatene overstiger tiltaksnormen for rekreasjon, mens bolignormen overskrides for BTEX. Det ble imidlertid, som nevnt, klart registrert en forurensning i felt som analysene ikke har identifisert.



Figur 053-1 Detaljkart over lokaliteten med plassering av prøvetakingspunkter

De punkter der det er påvist stoffer som overstiger bolignorm og tiltaksnorm er merket med fargekode.

9.3.2 Transport og spredningsanalyse

Den ikke identifiserte forurensningen er påvist i felt i sjakt 053-2, og avstanden til sjøen er ca. 5 m. Tilsvarende lukt ble ikke observert i sjakt 053-3 som ligger nedstrøms, hvilket indikerer at kildeområdet er avgrenset. Dersom forurensningen er vannløselig, kan det lett skje en spredning til sjø.

9.4 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 053

Det er påvist forurensninger i felt for lokalitet 053, men forurensningen er ikke identifisert ved analyser.

Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

Forurensningen må identifiseres, og med utgangspunkt i de analyser som er utført, antas det at det dreier seg om en lett-flyktig organisk forurensning. Analyseprogrammet var begrenset til GC-MS-screening for ikke flyktige forbindelser, samt flyktige BTEX-forbindelser. Andre flyktige forbindelser har ikke blitt analysert. Det anbefales å utføre ny prøvetaking og analyse på flyktige forbindelser med GC-MS.

10 LOKALITET 054

10.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Det tidligere Texaco-anlegget ligger ved siden av Mar-Tek Marina, Oksenøyveien 91, 1366 Lysaker. Anlegget ligger helt i strandkanten mot Holtekilen.

Beltet ned mot strandkanten er preget av lite løsmasser og fjell i dagen, samt slak helning ned mot sjøen.

Lokaliteten er tidligere ikke kartlagt, og området er planlagt benyttet til rekreasjon.

Problembeskrivelse

Det nedlagte tankanlegget ligger rett ved strandkanten i Holtekilen, og en sedimentundersøkelser utført av DNV i 1994 og 1995-96 viser høyt innhold av olje i nærliggende sedimenter. (Stasjon nr. 10, 1060 mg/kg total hydrokarboner). DNVs undersøkelse viser at sedimentene i Holtekilen er gjennomgående oljeforurensset, og prøver fra 7 stasjoner varierer fra 200 – 1400 mg/kg olje.

På bakgrunn av oljebelastningen i sedimentene ble det planlagt å undersøke løsmassene på land for å vurdere om sedimentforurensningen skyldes lekkasjer fra land.

10.2 Resultatsammendrag

Lokaliteten ble befart 1999-02-11 i samarbeid med Odd Fossen fra Mar-Tek Marina, og følgende informasjon ble gitt;

Tankanlegget var beregnet for påfylling av drivstoff for småbåter, og tankene stod på en plattform som strakk seg ca. 2 m ut fra land. På grunn av brannfare (plattformen var av tre) ble anlegget nedlagt tidlig på 70-tallet. Ut til de tre pumpene som stod på plattformen var det rørledninger fra to tanker som fortsatt ligger i bakken på lokaliteten. Disse tankene ble i sin tid sprengt ned i fjell, og ligger med kun liten overdekning. De to tankene ble tømt da anlegget ble nedlagt for nesten 30 år siden.

Mar-Tek har ingen kart som viser hvordan tankene ligger, eller hvor store de er. Det foreligger heller ingen dokumentasjon på at tankene er forskriftsmessig tømt og deretter gjenfylt. Det var Texaco som i sin tid installerte tankanlegget, og det ble derfor forsøkt å skaffe informasjon om anlegget ved å kontakte Texaco. Dette førte ikke frem, og det foreligger derfor liten informasjon om anleggets størrelse, orientering, installering og avslutning utover den informasjonen som er gitt av Mar-Tek.

Det tidligere tankanlegget ligger helt ned i strandkanten, og det er generelt svært lite løsmasser i dette beltet. På bakgrunn av den informasjon som ble gitt, og den geologiske situasjonen, ble det i samråd med Statsbygg besluttet ikke å ta jordprøver.

10.3 Diskusjon og videre arbeid

Siden tankanlegget angivelig er sprengt inn i fjell, og sannsynligvis er tømt og avsluttet for neste 30 år siden, er det ikke sannsynlig at den påviste oljeforurensningen ute i Holtekilen stammer fra avrenning fra denne lokaliteten. En skal imidlertid ikke se bort fra at det kan ha skjedd en god del søl i forbindelse med påfylling, og denne oljen vil i så tilfelle havne rett i sjøen.

Det tidligere tankanlegget bør saneres, og eventuelle forurensede masser i forbindelse med dette håndteres samtidig som tankanleggene fjernes.

11 LOKALITET 055

11.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Lokalitet 055 er et utfyllt område mellom N-S-rullebanen og innerste del av Koksabukta. I henhold til foreløpig risikovurdering for lokaliteter på Fornebu (Statsbygg, 1999), er området på ca. 5600 m² og ligger delvis i buffersonen for naturreservatet i Koksabukta.

I tillegg til utfylling av området i forbindelse med anleggelse av forlengelse av N-S-rullebanen er området benyttet som dumpeplass for snø fra brøyting av rullebanene. Dette kan ha medført tilførsel av avisingsvæske og eventuelt jetfuel til området.

Området preges av fyllmasser som danner et platå med en bratt skrent (4 m) ned til lavere deler av området. Fyllmassene består av grov stin og blokk med lite finstoff, men enkelte steder er det også dumpet leirholdige masser. Det er ikke observert søppel eller oljefat i massene. Lenger nede i fyllingen er det en del trerester. Fyllmassene ligger rett over fjell i flere punkter. Et kart over området med inntegnede prøvetakingspunkter er gitt i fig. 055-1.

Basert på flyfoto fra Fornebu har lokaliteten gjennomgått følgende utvikling fra 1936 til i dag:

- **1936:** Lokalitet 055 ligger i et område med småskog/busker på SV-NØ-gående rygg som dannes av fjellfoldningen på Fornebu. Veksten på området tyder på lite løsmasser over fjell. Fjellblotning kan anes i småskogen. Ingen bebyggelse.
- **1938:** Skogen under avhending.
- **1947:** Skogen er fjernet på hele området. Skyttergravanlegg er anlagt i området rundt lokalitet 055. N-S-flystripen er fylt ut i området NØ for lokaliteten.
- **1952:** Området er under utfylling i forbindelse med utvidelse av N-S-flystripen til Hundsund. Anlegg (transportbånd?) fra Koksabukta tilfører sand til områdene ved lokalitet 049 og 055.
- **1955:** Flystripen er ferdig etablert. Vei er etablert over området.
- **1959:** Ingen endring i bruken av området.

Massene preges i dag av grove fyllmasser med stein, blokk og trerester. Fyllmassene ligger noen steder (055.1 og .6) over fjell på ca. 2 m dyp, mens andre steder ligger de over naturlige masser av siltig leire på 1,5 til 3 m dyp med kun et tynt lag med naturlig masse. Både overflateavrenning og grunnvann vil renne ut i Koksabukta, som vil være den naturlige resipienten for området. Det er etablert drenerør under veien på nedsiden av området. Røret ender i en grøft som går på vestsiden av kollen og ender i et infiltrasjonsbasseng på sørvest-

siden av kollen. Områdene mellom bassenget og Koksabukta er våtmarksområder. Vann fra infiltrasjonsbassenget siger ut i våtmarksområdene mot Koksabukta både gjennom grunnen og i bekkefar under nedbørsperioder.

NIVA har utført undersøkelser av strandsonen og bunnsedimenter i Koksabukta og funnet olje (opptil 5580 mg/kg) og PAH (3,01 mg/kg) forurensset sediment (NIVA notat 92047 datert 1992-11-27). Det ble også funnet spor av glykol litt lenger nede i sedimentet. Det ble tatt prøver fra tre punkter. To av punktene lå utenfor nordhjørnet ved bryggen innerst i Koksabukta, mens det siste punktet lå ca. 150 m utover langs sørsiden av bukta. Notatet konkluderte med at glykoltilførslen til Koksabukta har avtatt med tiden.

Berdal Strømme har senere analysert tre prøver fra Koksabukta ca. 250 – 350 m sør for lokaliteten uten å finne glykol i prøvene over kvantifikasjonsgrensen på 1 mg/kg (1996).

Problembeskrivelse

Lokaliteten er ikke tidligere undersøkt, og det var derfor behov for informasjon om eventuelt innhold av miljøgifter fordi området ble benyttet som dumpeplass for snø som sannsynligvis inneholdt bl. a. avisningskjemikalier. Behovet for informasjon skjerpes i forhold til at lokaliteten ligger nær et naturvernområde, deler av området skal benyttes til boliger, og at en barnehage er planlagt på tilgrensende område (kommunedelplan 2, Bærum kommune).

11.2 Resultatsammendrag

Jordsmonnet på lokaliteten ble prøvetatt ved hjelp av sjaktning. Det ble gravd 7 sjakter og tatt ut 9 prøver til analyse av organiske miljøgifter og tungmetaller, samt at sedimentene i bekken fra området ble prøvetatt. Det ble utført spesialanalyse for PCB og glykoler i enkelte prøver.

I tillegg ble det satt ned 2 grunnvannsbrønner som ble prøvetatt og analysert på organiske miljøgifter med GC-MS screening, samt at det ble utført spesialanalyser for PCB, flyktige aromatiske forbindelser (BTEX), glykoler og tilsetningsstoffer i avisningsvæske. I tillegg ble en vannprøve av bekkevannet analysert for de samme forbindelsene.

Tabell 055-1 gir et sammendrag av analyseresultatene for jord og sedimentprøver fra lokaliteten. Løsmassebeskrivelse, fotobilag og fullstendige analyseresultater er gitt i tilhørende datarapport (994014-2) under lokalitet 055.

Prøvene er fra topplaget (0 0,2 m) og fra 1–1,5 m dyp. Løsmassene i området består av grov steinfylling.

Tabell 055-2 gir et sammendrag av analyseresultatene for vannprøvene som er analysert.

Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

*Tabell 055-1 Sammenstilling av analyseresultater jord og sedimentprøver
Resultater i mg/kg dersom ikke annet er angitt*

Prøvenr.	055.1	055.2		055.3	055.4	Tiltaksnorm Boliger (< 1 m)	Tiltaksnorm buffersone
Dybde (m)	1,2	0 - 0,2	1,5	0 - 0,2	0 - 0,2		
Tørrestoff %	78,9	93,3	91,4	90,5	93,2	Ingen	Ingen
Krom	24	11	19	27	46	100	700
Nikkel	25	11,5	18,5	23	51	30	2000
Kobber	11,5	21	27	8,3	20	100	Ingen ¹⁾
Sink	53	25	45	25	41	150	Ingen ¹⁾
Kadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1	750
Bly	15	< 10	12	< 10	10	50	1700
Arsen	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	20	60
Kvikksølv	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	600
Tot. Glykol	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	Ingen ¹⁾	Ingen ¹⁾
Benzotriazoler	0,51	1,7	-	-	0,30	6	Ingen ¹⁾
Tolytriazoler	< 0,1	0,16	-	-	0,13	6	Ingen ¹⁾
Na-petroleum sulfonat	< 10	< 10	-	-	< 10	90	Ingen ¹⁾
Tot. 7 PCB ²⁾	0,007 ³⁾	0,0058 ³⁾	0,0028 ³⁾	0,043	0,0073 ³⁾	0,020	10
Tot. 16 PAH	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6	5	100
Tot. Min.olje	< 50	1.150	400	6.000	1.150	120	Ingen ¹⁾
Prøvenr.	055.5-1		055.6	055.7	Bekk 055 Sediment 0,3	Tiltaksnorm Boliger (< 1 m)	Tiltaksnorm buffersone
Dybde (m)	0 - 0,2	2,0	0 - 0,2	0 - 0,2			
Tørrestoff %	92,1	75,6	93,7	90,8	74,3	Ingen	Ingen
Krom	29	39	89	18	25	100	700
Nikkel	30	43	130	13	29	30	2000
Kobber	18	28	48	18,5	49	100	Ingen ¹⁾
Sink	36	47	100	28	145	150	Ingen ¹⁾
Kadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,26	1	750
Bly	< 10	13	20	< 10	14	50	1700
Arsen	< 5,0	< 5,0	11	< 5,0	8,3	20	60
Kvikksølv	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	600
Tot. Glykol	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	-	Ingen ¹⁾	Ingen ¹⁾
Benzotriazoler	0,37	-	0,49	0,46	13	6	Ingen ¹⁾
Tolytriazoler	< 0,1	-	0,40	0,40	1,7	6	Ingen ¹⁾
Na-petroleum sulfonat	< 10	-	< 10	< 10	67	90	Ingen ¹⁾
Alkoholetoksilater	-	-	-	-	2,9	-	-
Tot. 7 PCB ²⁾	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,014	0,003 ³⁾	0,020	10
Tot. 16 PAH	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6	-	5	100
Tot. Min.olje	770	< 50	< 50	< 50	390	120	Ingen ¹⁾

- 1) Beregnet norm > 10.000 mg/kg tørrestoff
- 2) Resultater hentet fra spesialanalyse av PCB, og ikke fra GCMS-analysen
- 3) Sum 7 PCB < 10, men enkeltforbindelser kvantifisert. Verdien er summen av alle enkeltforbindelser der PCB er detektert over kvantifikasjonsgrensen.

Tabell 055-2 Analyseresultater av vannprøver. Alle konsentrasjoner i µg/l dersom ikke annet er angitt

Prøvenr.	055.1 26/2 99	055.1 22/4 99	055.2	055 Rør A	055 Rør B	Bekk 055	Norm for drikkevann	Tilstand i ferskvann	
Dybde (m)	-	-	-	-	-	0,3	(renset)	Moderat/ Markert forur.	Markert/ Sterkt forur.
TOC (mg/l)	15,5	-	-	-	-	-	5	-	-
Krom	-	< 1,0	< 1,0	<2,0	2,8	< 1,0	50	2,5	10
Nikkel	-	16	2,9	10,5	<5	6,2	50	2,5	5
Kobber	-	1,8	< 1,0	<3	<3	5,1	300	1,5	3
Sink	-	42	77	74,3	63,5	52	300	20	50
Kadmium	-	0,19	< 0,05	<1	<1	< 5,0	5	0,1	0,2
Bly	-	< 1,0	< 1,0	<15	<15	< 0,4	20	1,2	2,5
Arsen	-	0,57	2,9	-	-	< 5,0	10	-	-
Kvikksølv	-	< 0,05	< 0,05	<0,05	<0,05	< 0,05	0,5	0,005	0,01
Tot. Glykol	4,0	-	-	<2	<2	-	-	-	-
Alkoholetoksilater	-	< 10	< 10	<20	<20	< 10	-	-	-
Na-petr.sulfonater	-	< 100	< 100	<100	<100	< 100	-	-	-
Tolytriazol	-	0,16	0,11	0,22	<0,1	0,32	-	-	-
Benzotriazol	-	33	1,6	2,7	1,5	3,5	-	-	-
Tot. 7 PCB ²⁾	< 0,08	< 0,08	< 0,08	-	-	< 0,08	0,5	-	-
Tot. 16 PAH	< 16	-	-	-	-	-	0,2	-	-
Tot. Min.olje	< 100	< 20	< 20	-	-	42	10	-	-
Sum Xylener	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-

11.3 Risikovurdering

11.3.1 Identifisering av uønskede hendelser

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Fremtidige beboere og brukere av rekreasjonsområdene eksponeres for forurensningen. Det er planlagt en barnehage på tilgrensende arealer nordvest for lokaliteten, og området i seg selv vil være naturlig å benytte til lekeaktiviteter.
- Utlekking av forurensning med overflatevann til drenggrøft ned mot Koksabukta.
- Utlekking av forurensede komponenter til grunnvannet og transport med grunnvannet til Koksabukta
- Opptak av forurensninger i grønnsaker og frukt som dyrkes i hagene i boligområdet
- Graving i forbindelse med etablering av åpen grøft.

Sannsynligheten for at identifiserte uønskede hendelser skal inntreffe, og konsekvensen av disse, vurderes gjennom kilde/areal-, spredning/transport- og eksponeringsanalyser for hver forbindelse som er oppdaget i konsentrasjoner høyere enn bolignorm (< 1 m).

11.3.2 Kilde/areal-analyse

En sammenligning av analyseresultatene som er gitt i tabell 055-1 viser at bolignormen jord < 1 m er oversteget for følgende forbindelser:

- nikkel i prøve 055.4 og -6
- mineralolje i prøvene 055.2-1, 055.2-2, 055.3, 055.4 og 055.5.
- PCB i prøve 055.3.

Analysene er utført både av overflatejorden (fyllmasser) på 0-0,2 m dyp, og i fyllmasser og antatt naturlige masser på større dyp. Følgende fordeling av forurensningen er observert:

- Nikkelinnholdet er lavt i den nederste (søndre) del av lokaliteten (055.1, -2 og -3).
- Oljeinnholdet er høyt i topplaget (0-0,2 m) og avtar med dybden. Punktene der olje er påvist ligger i de sentrale delene av lokaliteten (055.2, -3, -4 og -5). Olje ble påvist både i fyllmassene og i naturlige løsmasser under (055.2 1,5 m).
- PCB i flere prøver (055.1, -2, -3, -4 og -7), men i lave konsentrasjoner. Kun prøve 055.3 var > bolignormen. Prøvene der PCB ble påvist er tatt i de sentrale og søndre deler av lokaliteten. De høyeste verdiene ble påvist i topplaget (0-0,2 m). PCB ble påvist både i fyllmassene og i naturlige løsmasser under (055.2 1,5 m).

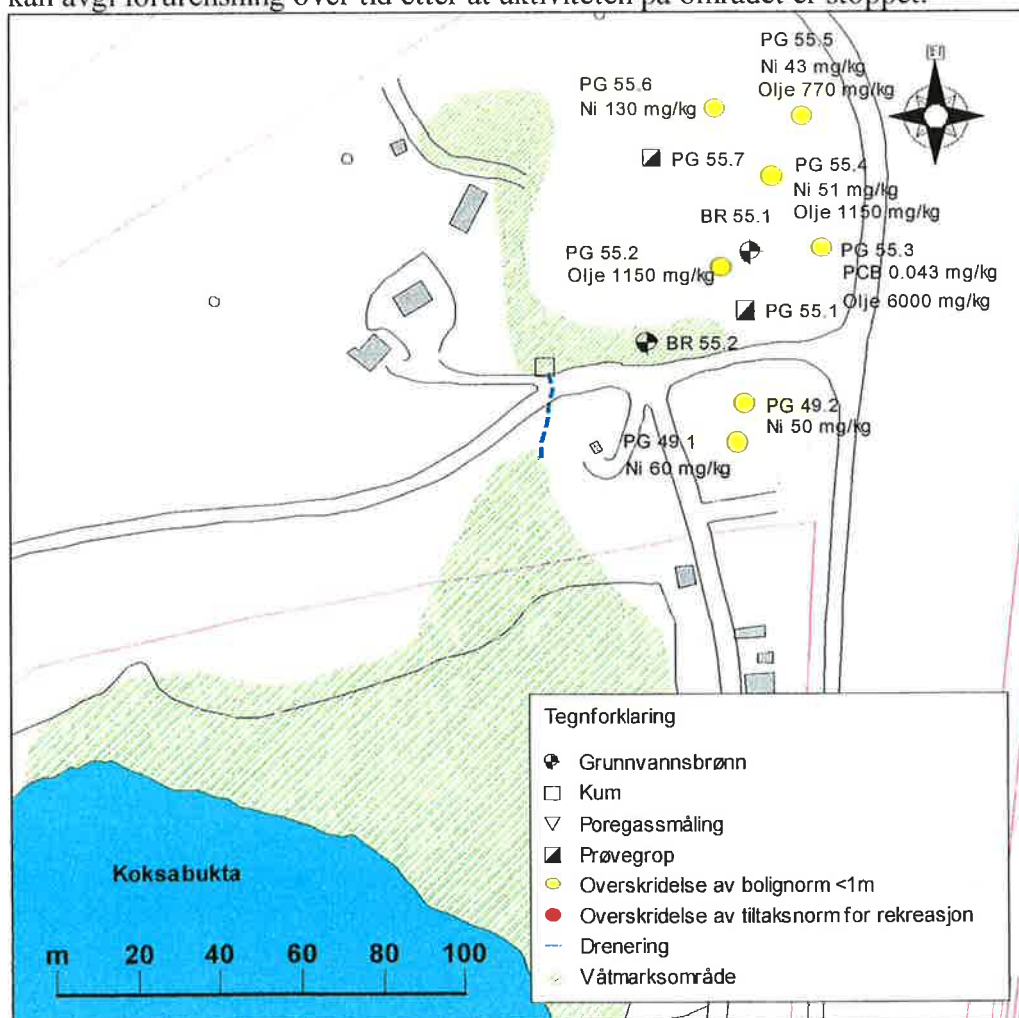
Fjell ble påvist i to sjakter på ca. 1,8 m dybde. Gamle flyfoto fra 1930, 40- og 50-tallet viser at området lå i sørhellingen av en NØ-SV gående rygg som antas å være fjell med lite/ingen løsmasseoverdekning. Det kan derfor antas at fjell-overflaten vil ligge 2 til 4 m under terreng i området. I sjaktene der fjell ble påvist lå fyllmassene rett over fjell uten at naturlige løsmasser ble påvist. Fyllmassetykkelse varierer fra ca. 1 m til over 2,5 m.

Analysene av vann og sediment i bekken/grøften som fører avrenningsvann videre fra området og ned mot Koksabukta under og etter nedbørsperioder viser følgende:

- Vannet i bekken inneholder mineralolje og relativt høye konsentrasjoner av triazoler som er tilsetningsstoffer i avisningsvæske.
- Bekkesedimentet inneholder mineralolje og Benzotriazol i konsentrasjoner som overstiger bolignormen.

Det er grunn til å anta at forurensningen i drenggrøften kommer fra våtmarks-områdene ovenfor veien. Disse områdene består av større mengder organisk materiale og mottar overvann og grunnvann fra deler av taksebanen samt 055-området. Det organiske materialet har større bindingsmulighet for forurensning enn massene i områdene rundt og kan således "samle opp" tilsetningsstoffer fra avisningsvæske og oljerester fra vannet, for siden å avgi dette til vannet igjen

over tid. På denne måten vil våtmarksområdet kunne fungere som en kilde som kan avgi forurensning over tid etter at aktiviteten på området er stoppet.



Figur 055-1 Detalj kart over lokaliteten med plassering av prøvetakingspunkter.

De punkter der det er påvist stoffer som overstiger bolignorm og tiltaksnormen er merket med fargekode.

11.3.3 Spredning og transportanalyse

Spredning via porevann til planter

Denne er aktuell for lokaliteten, da dette er et område der man forventer at det vil bli plantet blomster, bærbusker, frukttrær og/eller grønnsaker. Kritiske konsentrasjoner er kun vurdert i prøver som er tatt fra toppdekket (0–1 m dybde). En sammenlikning med terskelkonsentrasjoner for vurdering av spredning til planter er gitt i tabell 055-3. Terskelverdiene her hentet fra Aquateams bruker-veiledning for gjennomføring av stedsspesifikk risikovurdering av forurenset grunn på Fornebu (1999).

Fra tabellen fremgår det at kritisk verdi overskrides for metallene krom, nikkel, sink og arsen, samt at PCB og mineralolje har for høye verdier. Dette innebærer at i bolig- og grøntarealer bør massene dekkes til med minst 0,5 m matjord for å sikre at plantene trives og at opptak ikke skjer i frukt og grønnsaker.

*Tabell 055-3 Vurdering av spredning til planter
Kun prøver fra < 1 m dybde er tatt med
Konsentrasjoner i mg/kg t.s*

Provenr.	Bekk 055	055.2	055.3	055.4	055.5-1	055.6	055.7	Terskel Verdi ¹⁾
Dybde (m)	0,3	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2	
Tørrestoff %	74,3	93,3	90,5	93,2	92,1	93,7	90,8	-
Krom	25	11	27	46	29	89	18	26
Nikkel	29	11,5	23	51	30	130	13	63
Kobber	49	21	8,3	20	18	48	18,5	100
Sink	145	25	25	41	36	100	28	100
Kadmium	0,26	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	4
Bly	14	< 10	< 10	10	< 10	20	< 10	100
Arsen	8,3	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	11	< 5,0	2
Kvikksølv	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Tot. Glykol	-	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	-
Benzotriazoler	13	1,7	-	0,30	0,37	0,49	0,46	-
Tolytriazoler	1,7	0,16	-	0,13	< 0,1	0,40	0,40	-
Na-petroleum sulfonat	67	< 10	-	< 10	< 10	< 10	< 10	-
Alkohol etoksilat	2,9	-	-	-	-	-	-	-
Tot. 7 PCB ²⁾	0,003 ³⁾	0,0058 ³⁾	0,043	0,0073 ³⁾	< 0,010	< 0,010	0,014	0,003
Tot. 16 PAH	-	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6	20
Tot. Min.olje	390	1.150	6.000	1.150	770	< 50	< 50	1000

- 1) Terskelverdi for kritisk konsentrasjon for jordlevende organismer (inkl. planter)
- 2) Sum 7 PCB < 10, men enkeltforbindelser kvantifisert. Verdien er summen av alle enkeltforbindelser der PCB er detektert over kvantifikasjonsgrensen.
- 3) Resultater hentet fra spesialanalyse av PCB, og ikke fra GCMS-analysen

Spredning til luft/luktproblemer

Ifølge miljømål nr. 5 skal "flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mistrivsel ikke forekomme". For at disse stoffene skal kunne gi ubehagelig lukt eller mistrivsel, må stoffene opptre i tilstrekkelig høy konsentrasjon til at den overskrider stoffets lukterskel. Som oftest innebærer dette at stoffene må spres til innendørsarealer. Denne spredningsveien kan være aktuell for oljeforbindelser fordi det skal etableres boliger på deler av lokaliteten. Det ble ikke observert noe lukt i jord- eller vannprøvene som ble tatt, men på grunn av de høye konsentrasjonene av olje som er påvist i prøvene må et eventuelt gassproblem påregnes.

Spredning til intilliggende areal

Denne vurderingen skal bare foretas dersom den arealbruksrelaterte tiltaksnormen for bolig < 1 m er overskredet.

Det er identifisert forurensning av tungmetaller, mineralolje og PCB på lokaliteten, og mulig spredningsvei er funnet å være ulekking til pore- og grunnvannet, samt at det er registrert en grøft/bekkeleie som under og etter nedbørsperioder fører forurenset vann fra lokaliteten ned mot Koksabukta.

De to aktuelle spredningsveiene er derfor spredning ved overflateavrenning til bekken eller på overflaten, og spredning via grunnvannet. Spredning med støv ansees som et lite problem på grunn av grove masser i overflaten.

Det utføres beregninger for å kunne vurdere om spredning til inntilliggende arealer er reelt.

I en av sjaktene ble grunnvannsinnsig påvist på mellom 1,5 og 2 m dybde. Som gradient (i) regnes fallet fra terreng midt i området til Koksabukta (6,5 m) fra-trukket 1,5 m dybde til antatt grunnvannsspeil, dividert med avstanden til bukta (150 m):

$$i = 6,5 \text{ m} / 150 \text{ m} = 0,043$$

Det ble påvist fjell i to sjakter på ca. 2 m dyp, men det antas at dybde til fjell er større (ca. 3,5 m) på deler av lokaliteten. Dette gir at akvifertykkelse (d_a) kan anslås til ca. 2 m.

Tidligere fastsatte miljømål for lokaliteten er at fjorden ikke skal påvirkes negativt av den påviste forurensningen. Det er beregnet konsentrasjoner av de ulike forurensningskomponentene i porevannet ved kilden og i grunnvannet etter ligninger gitt i Aquateams rapport om risikoberegnings-verktøy på Fornebu.

Det er videre tatt utgangspunkt i de høyeste påviste konsentrasjonene av nikkel, olje og PCB på lokaliteten.

Tabell 055-4 Oversikt over parametre og resultater fra analyser av grunnvann og bekk for de forbindelsene med konsentrasjoner > bolig-normen i jordprøvene

Lokalitet	055			
Stoffspesifikke parametre				
Stoff	Nikkel	PCB	Mineral olje	Benzotriazol
Kd (l/kg)	100	1636	50000	0,045
Høyeste kons i jord (mg/kg)	130	0,043	6000	13
Målt kons. i grunnvann (µg/l)	16	<0,08	< 20	33
Målt kons. i bekk (µg/l)	6,2	<0,08	42	3,5
Drikkevannsnorm ^{a)} (µg/l)	50	0,5	10	-

a) Minimumskrav til drikkevann fra vannverk, Forskrift om vannforsyning og drikkevann med mer, I-9/95 Helse og Sosialdep.

Som det fremgår av tabellen ligger konsentrasjonen for nikkel og PCB i grunnvannet lavere enn gjeldende krav til rent drikkevann. Det samme gjelder for vannet i bekken som er prøvetatt og analysert. Bekkevannet hadde imidlertid et oljeinnhold som lå fire ganger høyere enn normen. Det ble også funnet noe olje (> bolignormen) i bekkesedimentene, noe som tyder på at en viss spredning mot tilliggende arealer foregår.

Av tilsetningsstoffene er Benzotriazol funnet i de høyeste konsentrasjonene, men de faktisk målte konsentrasjonene er markert lavere enn de beregnede. Funn av tilsetningsstoffer i bekkevannet og i sedimentprøven tyder på at spredning av disse stoffene foregår, selv om glykol ikke lar seg påvise i prøvene.

Spredning til sjø

Det er registrert en grøft/bekkeleie som under og etter nedbørsperioder fører vann fra lokaliteten ned mot Koksabukta. I kommunedelplanen er det også planlagt overvannskanal mot Koksabukta i området.

Nikkel, PCB og olje ble påvist i konsentrasjoner høyere enn bolignormen, og mulige spredningsveier er funnet å være:

- Spredning med overvann i grøft/bekk mot Koksabukta. Det er tatt prøver av vannet i bekken (bekk 055) som viser innhold av mineralolje og tilsetningsstoffer i avisningsvæske (triazoler).
- Spredning til grunnvannet og transport med dette mot Koksabukta. Det lokale grunnvannsbildet er ikke identifisert, men som en tilnærming regnes korteste vei til Koksabukta. Dette vil si en distanse på rundt 150 m.

Analyser av vannet i bekken som i nedbørsperioder vil renne ut i våtmarksområdene nedenfor, viser at vannet for metallene nikkel, kobber og sink kan karakteriseres som "sterkt" til "meget sterkt" forurensset i henhold til SFTs klassifisering av tilstand til ferskvann (SFT-veiledning 97:04). I tillegg er det påvist olje over drikkevannsnormen, samt at tilsetningsstoffer i avisningsvæske er påvist. Vannet i bekken vil derfor kunne være skadelig for vannlevende organismer i ufortynnet tilstand. Vannet regnes imidlertid ikke som spesielt farlig for miljøet i Koksabukta fordi:

- Vannprøven ble tatt øverst i bekken, og det kan forventes en betydelig fortynning i løpet av strekningen ned til Koksabukta
- Mengden vann som føres med bekken er liten og ubetydelig i forhold til vannmengden i koksabukta

På basis av dette regnes ikke spredning til sjøen med grunnvannet som noen reell fare, men datagrunnlaget er mangelfullt og bør utvides for å kunne si noe sikkert, bl. a. bør forurensningssituasjonen i våtmarksområdene både på over- og nedsiden av veien karakteriseres bedre m.h.p. innhold av olje og tilsetningsstoffer.

11.4 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 055

Med utgangspunkt i planlagt arealbruk til boliger vil bolignorm være gjeldende for området. Både nikkel, olje og PCB er påvist i konsentrasjoner over denne i topplaget (0-0,2 m). Forurensset areal er beregnet til ca. 2500 m² med et volum på ca 500 m³. Dersom ny tiltaksnorm for nikkel innføres (DNV, 1999) kan forurensningsomfanget reduseres noe. Tiltak for å fjerne/isolere forurensningene bør utføres, og slike tiltak kan være tildekking av massen eller oppgraving og behandling/ deponering.

Oppgravd masse fra området kan ikke disponeres fritt.

Det vurderes å kunne foreligge en fare for uheldig spredning av olje og tilsetningsstoffer både til tilgrensende arealer nedstrøms, til planter, og sannsynligvis også til Koksabukta via bekken fra våtmarksområdene på lokaliteten. Disse våtmarksområdene og arealene nedstrøms bør undersøkes nærmere for å få et bedre grunnlag for å vurdere størrelsen på eventuelle kilder og utbredelse av eventuell forurensning nedstrøms. Dette gjelder først og fremst for tilsetningsstoffer i avisningsvæske og mineralolje.

12 LOKALITET 056

12.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Lokalitet 056 er den tidligere avisningsplattformen på Fornebu. Avisningsområdet er ca. 15.000 m² i areal, og er bygget slik at overskuddsvæske fra avisningen av flyene ble samlet opp i et drenssystem. Drenssystemet består av et indre og et ytre drenssystem, der den indre drenasjen fanger opp overskuddsvæske som overføres til gjenvinningsanlegget, mens den ytre samler opp overflatevann fra området utenfor plattformen som føres via ledning til Hundsund.

Der avisningsplattformen ligger i dag, lå det tidligere Koksatjernet. Ved bygging av plattformen (1988) ble tjernet og myrlaget fjernet og det ble kjørt på store mengder grus og pukk for komprimering av de underliggende massene.

Området er asfaltert, og grunnforholdene viser at det er fra 4–10 m med steinfylling over leire. Tykkelsen på leirlaget er 11 m eller mer. Grunnvannet ligger ca. 4-5 m under terreng og bevegetegnelsen er antatt å gå i retning sør-øst.

I 1996 ble det utført en miljøteknisk undersøkelse av problemer knyttet til glykol og løklukt på Fornebu. Undersøkelsen ble utført av Berdal Strømme, og Luftfartsverket var oppdragsgiver. Undersøkelsen fra 1996 hadde bl.a. som målsetning å kartlegge kilder og spredning av glykol på Fornebu (Berdal Strømme, 1996a og b).

Glykolforurensningen på avisningsplattformen ble kartlagt ved prøvetaking av grunnvann fra 4 brønner (AVI 1, 2, 3 og 4), samt en oppsamlingskum (KOK 0) ved SAS-hangaren. Brønnene ble prøvetatt hver uke eller annenhver uke over en periode på 30 uker.

Det ble påvist høye konsentrasjoner av TOC i grunnvannet og overvannet under og i perioder etter avisningsperioden. Glykol ble bare påvist i avisnings-sesongen.

For undersøkelsene knyttet til avisningsplattformen ble det konkludert med følgende:

"Denne undersøkelsen har avklart at det skjer en tilførsel av glykol til den ytre overvannsrennen utenfor avisningsplattformen som kun skal samle opp "rent" overvann, til grunnen. Det skjer også en tilførsel til grunnen under avisningsplattformen, som består av dype renner med bløt leire, myr og grove pukkmasser. Det ble registrert sterk løklukt fra løsmassene ved brønnetableringen. Det ble ikke påvist glykol, men man kan forvente å finne områder med løklukt i forbindelse med gravearbeider. Luktstoffene kommer ikke til overflaten nå p.g.a. membran og en relativt tett asfalt. Løklukt som transporteres med grunnvannet

fra avisningsområdet vil alltid gi en svak løklukt i utløpet av Hundsund-ledningen”.

Problembeskrivelse

Etter at Fornebu ble nedlagt som flyplass, er det utarbeidet en ny kommunedelplan for Fornebu (Bærum kommune, 1998), og det er planlagt boligområder på det tidligere avisningsområdet. Endret arealbruk krever en ny gjennomgang av forurensningssituasjonen og eventuelt tiltak for å innfri de miljømål som er satt.

Den nye undersøkelsen hadde følgende målsetning;

- Kartlegge forurensningsutbredelsen, utføre stedspesifikk risikovurdering og vurdere behov for miljøbeskyttende tiltak
- Utføre pilotforsøk for å klarlegge om in situ tiltak kan være en egnet tiltaksmetode for lokaliteten.

12.2 Resultatsammendrag

For å avklare forurensningens status etter en vinter uten flyavisning og tilførsel av glykol, ble det utført en ny prøvetaking av brønnene AVI 1-4 og kummen KOK0. Brønnene måtte installeres på nytt fordi området var blitt asfaltert etter forrige undersøkelse. Brønnene ble installert av Brødrene Myhre AS (fig. 056-1).

Forurensningsutbredelsen ble også kartlagt ved gassprøvetaking med jordspyd og analyse av poregassen for innhold av oksygen og karbondioksid.

12.2.1 Vannprøver

Brønnene ble prøvetatt to ganger (24 og 25 februar 1999 og 15 april 1999). De første vannprøvene ble analysert for innhold av;

- Glykol
- TOC
- GC screening for organiske miljøgifter
- Olje og BTEX
- PAH
- Tungmetaller
- Sulfat
- Nitrat

Den andre prøvetakingsrunden ble utført fordi en ønsket å dokumentere innholdet av tilsetningsstoffer i grunnvannet. Det er analysert for følgende tilsetningsstoffer:

- Benzotriazol
- Tolyltriazol

Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

- Natrium petroleumsulfonater
- Lineære alkoholetoksilater

Det er ikke utført prøvetaking av jordsmonnet, men ved installering av brønner ble det observert sterk løklukt av massene, særskilt i brønn AVI 1 og 2.

Tabell 055-1 gir et sammendrag av analyseresultatene for prøver av grunnvannet på lokaliteten. For øvrig er alle detaljdata gitt i rapport 994014-2 - Datarapport.

*Tabell 056-5 Sammenstilling av analyseresultater av grunnvannet.
Konsentrasjoner i µg/l dersom ikke annet er angitt*

Prøvenr.	AVI 1	AVI 2	AVI 3	AVI 4	KOK 0	Drikke- vanns -norm 1)	PNEC 2)
Gr.v.Stand 24. -25.02.99 15.04.99		4,43 m	4,66 m	5,01 m			
pH		7,0	7,3	7,4	7,9		
Ledningsevne (µS/cm)		4140	4280	1590	740		
Oksygen (mg/l)		0,4		1,0			
TOC (mg/l)	79	21	43	45	9,9	5	
Krom	<1,0	<1,0	3,5	1,7	1,2	50	
Nikkel	19,0	<5,0	<5,0	6,7	<5,0	50	
Kobber	12,0	<5,0	<5,0	5,7	12,5	300	
Sink	60	83	79	100	165	300	
Kadmium	<0,4	1,0	0,8	<0,4	1,1	5	
Bly	<5,0	7,9	7,5	<5,0	<5,0	20	
Arsen	<5,0	19,5	6,9	<5,0	<5,0	10	
Kvikksølv	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,5	
Jern (mg/l)	0,2	6,5	4,0	0,2	0,5	200	
Nitrat (mg/l)	57	<0,5	<0,5	<0,5	10,5	10	
Sulfat (mg/l)	1.600	140	87	390	16,5		
BTEX	<1,0	2,0	<1,0	2,0	<1,0		
Tot. Glykol (mg/l)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0		
Tot 16 PAH	<0,6	0,6	<0,6	7,7	<0,6		
Min.olje C10-C40	<50	260	50	<50	<50	10	
Benzotriazol	1,2	1100	ia	ia	ia		0,1
Tolyltriazol	< 0,1	0,14	ia	ia	ia		0,1
Natriumpetroleum- sulfonater	<100	<100	ia	ia	ia		13
Lineære alkoholetoksilater	<10	<10	ia	ia	ia		12

ia Ikke analysert

1) Drikkevannsnorm i henhold til tabell 3 og 4 i forskriften

2) PNEC verdier i henhold til forslag til kvalitetskriterier for tilsetningsstoffer i avisningskemikalier utarbeidet av NGI

Analyseresultatene viser at det ikke er påvist glykol i noen av brønnene. Det er imidlertid registrert løklukt ved prøvetaking, hvilket tyder på at det foreligger

nedbrytningsprodukter av glykol. TOC-verdiene er sammenlignbare med det som ble funnet utenom avisningssessongen når flyplassen var i drift (Berdal Strømme, 1996a og b).

Det er registrert mineralolje i AVI 2 (260 µg/l), hovedandelen utgjøres av fraksjonen C12 – C22 (195 µg/l). I de øvrige brønnene er det ikke registrert mineralolje.

Grunnvannets innhold av tungmetaller overstiger ikke de krav som stilles til råvann til drikkevann, og tungmetallinnholdet karakteriseres derfor som lavt.

Analysen av grunnvannet viser et forbruk av oksygen, nitrat og sulfat i AVI 2 og 3, noe som tyder på naturlig nedbrytning av avisningskemikalier i vannet. AVI 1 står sannsynligvis i kontakt med underliggende myrmasser og viser av den grunn høyt sulfat- og nitratinhold.

Det er påvist både benzotriazol og tolyltriazol i begge brønnene som ble prøvetatt for innhold av tilsetningsstoffer. Spesielt er det funnet høye konsentrasjoner av benzotriazol i brønn AVI2. De øvrige tilsetningsstoffene foreligger ikke i konsentrasjoner som overstiger deteksjonsgrensene.

12.2.2 Poregass

Det ble utført prøvetaking av poregassen for å kunne anslå forurensningens utbredelse. Metoden er basert på at O₂/CO₂-forholdet indikerer nivået av biologisk aktivitet, og at denne vil være en høyere aktivitet i områder med glykolforurensning enn utenfor. Oksygen, karbondioksid, metan og hydrogensulfid analyseres i felt og løklukt registreres ved prøvetakingen. Poregassmålingene ble utført 1999-02-26 med jordspyd som ble slått ned 1-1,5 m under asfaltdekket. Kart som viser konsentrasjoner av O₂ og CO₂ i grunnen og bilder av prøvetakingsprosedyren er vist i resultatrapporten. Løklukt ble kun i liten grad registrert ved prøvetakingen.

12.3 Risikovurdering

12.3.1 Identifisering av uønskede hendelser

Ny tilførsel til grunnen ved avisningsplattformen er ikke en aktuell problemstilling, og uønskede hendelser på lokaliteten vil være knyttet til fremtidige beboere, eventuelt anleggsarbeidere som kan sjeneres av løklukt. Det er påvist tilsetningsstoffer i grunnvannet, og spredning av disse via grunnvannet kan skje.

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

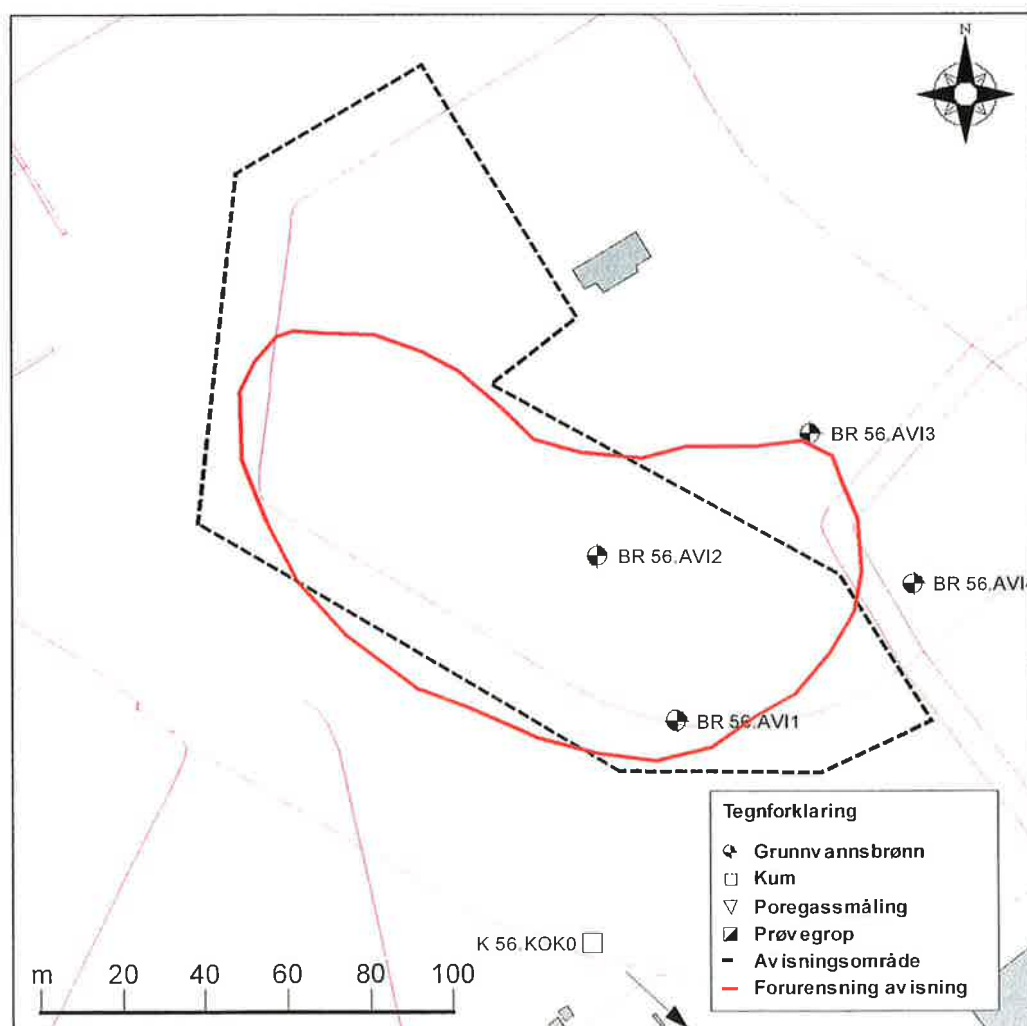
- Løkpblemer i boliger og utearealer på planlagt boligområde
- Spredning av tilsetningsstoffer via grunnvann

12.3.2 Kilde/areal-analyse

Kartleggingsresultatene viser at glykol ikke lenger påvises i grunnvannet. Det er heller ikke påvist forhøyede verdier av TOC. Det er isteden luktproblemer knyttet til nedbrytningsprodukter ved anaerob nedbrytning av glykol som utgjør et problem på lokaliteten. I figur 056-1 er område påvirket av glykolforurensning vist. Forurensningen er konsentrert innenfor de ytre oppsamlingsrennene for avisningsvæske og vann

Det er påvist tilsetningsstoffer i brønn AVI 1 og 2 med høye konsentrasjoner av benzotriazol i AVI 2. I denne brønnen er det også funnet mineralolje i fraksjon C12 – C22. Disse forurensningskomponentene vil først og fremst være et problem i forhold til spredning til resipient via grunnvannet. Benzotriazol er i litteraturen beskrevet som lite biologisk nedbrytbar.

Innhold av BTEX og tungmetaller er lavt, og utgjør ikke et forurensningsproblem.



Figur 056-1 Detaljkart over lokaliteten med plassering av grunnvannsbrønner. Antatt utbredelse av område forurensset med avisningskjemikalier er vist

12.3.3 Spredning og transportanalyse

Spredning via porevann til planter

Løsmassene i den umettede sonen består av grov stein og grus, og er i utgangspunktet ikke egnet til dyrking. Kartleggingsresultater fra -96 viste at forurensningen ikke festet seg i den umettede sonen, men raskt ble transportert ned til grunnvannet. Massenes beskaffenhet gjør at mengden porevann i disse massene er svært lav, og denne spredningsveien er uten betydning. Toppsjiktet på lokaliteten må i tillegg erstattes med vekstjord dersom det skal anlegges hager/grøntarealer.

Spredning til luft/luktproblemer

I følge miljømål nr. 5, skal "flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mistriivsel ikke forekomme". Det foreligger nedbrytningsprodukter av glykol som skaper luktproblemer. Stoffene har så lav lukterskel at spredning til utendørsarealer også vil utgjøre et problem.

Spredning til inntilliggende areal via grunnvann eller overflateerosjon

De grove massene i toppsjiktet har lavt innhold av forurensning og overflateerosjon er derfor ikke en aktuell problemstilling.

Det er påvist mineralolje og tilsetningsstoffer i grunnvannet over gjeldende grenseverdier, og det er derfor en fare for spredning til omkringliggende arealer. Kartleggingsresultatene tyder på at forurensningen foreløpig har en begrenset spredning. Det tette toppdekket og oppsamlingssystemet for overvann, som reduserer infiltrasjonen, bidrar til dette. Ved boligbygging med eventuell økt infiltrasjon vil risikoen for spredning med grunnvannet øke.

Spredning til sjø

Avstanden til sjø er stor, og spredningsfaren vurderes derfor som liten. Det er ingen aktiv drenering av grunnvannet, men det kan ikke utelukkes at lekkasjer på overvannsledningen til Hundsund kan bidra til å spre forurensning videre.

12.4 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 056

Anaerobe nedbrytningsprodukter av glykol vil kunne forårsake luktproblemer i fremtiden, og står i konflikt med ønsket om å benytte området til boligutbygging. Påvirket område utgjør et areal på ca. 10.000 m², og det bør utføres tiltak for å hindre eksponering av lukt fra dette området. Nedbrytningsproduktene omsettes lett ved aerobe forhold, og mulighetene for in situ biologisk behandling av grunnvannet og umettet sone er derfor til stede. Det utføres pilotforsøk med luftinnblåsing under grunnvann for å vurdere om denne tiltaksmetoden kan benyttes, og resultatene fra denne rapporteres i egen rapport.

Usikkerhet ligger nå i oppførselen til tilsetningsstoffene i grunnvannet, eventuell spredning av disse, og om disse er biologisk nedbrytbare. I pilotforsøket vil det undersøkes om konsentrasjonene av tilsetningsstoffer i grunnvannet kan reduseres ved in situ biologisk rensing.

I og med at kilden til utslippene har opphørt, vil også opp-pumping av forurenset vann i kildeområdet kunne redusere konsentrasjonene av tilsetningsstoffer i grunnvannet over tid. Det må da avklares om det opp-pumpede vannet må renses på stedet eller om det kan slippes for eksempel til offentlig spillvannsnett. Det må også undersøkes om tilsetningsstoffene kan fjernes i renseanlegg ved bruk av konvensjonell renseteknikk, f.eks. kullfilter.

13 LOKALITET 064, GJENVINNINGSANLEGGET

13.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Lokalitet 064 omfatter gjenvinningsanlegget for glykol og en parkeringsplass som ligger ned mot Rolvsbukta. Når avisning foregikk på Fornebu, ble det brukt avisningsvæske pumpet til gjenvinningsanlegget for regenerering, og den ferdige glykolen ble transportert tilbake til SAS-tankanlegg i rørledninger. Det finnes også en overvannsledning som fører vann fra kjelleren i avisningsanlegget (GRU 1) og overvann fra området rundt postterminalen ut i Rolvsbukta (ROA 1) (fig. 064-1).

Lokaliteten består av en bukt som er utfyllt med grove fyllmasser. Grunnvann ligger ca. 2 m under terreng med en tidevannsbevegelse på ca. 0,2 m. Under fyllmassene ligger gammel sjøbunn, som består av leire. Grunnvannsbevegelsen er i retning nord-øst mot Rolvsbukta, men på grunn av tidevannet skjer det også en innblanding av sjøvann i området under parkeringsplassen.

I 1996 ble det utført en miljøteknisk undersøkelse av problemer knyttet til glykol og løklukt på Fornebu. Undersøkelsen ble utført av Berdal Strømme, og Luftfartsverket var oppdragsgiver. Undersøkelsen fra 1996 hadde bl.a. som målsetning å kartlegge kilder og spredning av glykol på Fornebu. (Berdal Strømme, 1996 a og b).

Når det gjelder lokalitet 064, gjenvinningsanlegget, konkluderer undersøkelsen med følgende;

"I dette området ble det registrert sterk løklukt av grunnvannet under hele prøvetakingsperioden (sept. – mars). Disse luktproblemene knytter seg i det vesentlige til avisningsessongen og den tiden gjenvinningsanlegget er i drift. Under brønnetableringen ble det påvist glykol i grunnen nær den store lager-tanken for gjenvunnet glykol. Med noen få unntak ble det senere ikke påvist glykol i grunnvannet. Derimot ble det i grunnvannet påvist meget høye konsentrasjoner av organisk karbon (TOC) og forbindelser som sannsynligvis er nedbrytningsprodukter av glykol og som kan gi opphav til løklukt. Dette indikerer at man kan ha en lekkasje av glykol til grunnen. Det at man fra tid til annen finner glykol i kummen som drenerer pumpeledningen straséen fra GA til SAS tankanlegg, kan indikere at man også har lekkasje på pumpeledningen. Løklukten har i perioder vært til stor sjenanse for lokalmiljøet."

Problembeskrivelse

Etter at Fornebu ble nedlagt som flyplass, er det utarbeidet en ny kommunedelplan for Fornebu (Bærum kommune, 1998), og det er planlagt boligområder der gjenvinningsanlegget nå ligger. Endret arealbruk krever en ny gjennomgang av

forurensningssituasjonen og eventuelt tiltak for å innfri de miljømål som er satt.

Følgende målsetninger for ny undersøkelse er formulert;

- Kartlegge forurensningsutberedelsen, utføre stedspesifikk risikovurdering og vurdere behov for miljøbeskyttende tiltak
- Utføre pilotforsøk for å klarlegge om in situ tiltak kan være en egnet tiltaks-metode for lokalitetene.

13.1.1 Resultatsammendrag

Det ble utført prøvetaking av både jord, poregass og grunnvann ved lokalitet 064, gjenvinningsanlegget.

13.1.2 Vannprøver

Grunnvannsbrønnene GJE2, PAR1, PAR2 og PAR3 ble prøvetatt i februar 1999, og følgende parametre ble analysert:

- Glykol
- TOC
- GC screening for organiske miljøgifter
- Olje og BTEX
- PAH
- Tungmetaller

I tillegg ble vannkvaliteten på overvannet fra gjenvinningsanlegget målt i pumpekum i kjelleren (GRU 1). Prøven ble analysert for glykol og TOC.

Det ble utført en ny vannprøvetakingsrunde i mars –99, fordi en ønsket å dokumentere innholdet av tilsetningsstoffer i grunnvannet.

Det er analysert for tilsetningsstoffene:

- Benzotriazol
- Tolyltriazol
- Natrium petroleumsulfonater
- Lineære alkoholetoksilater

For øvrig er alle detaljdata gitt i rapport 994014-2 - Datarapport.

*Tabell 064-1 Sammenstilling av analyseresultater av grunnvannet
Konsentrasjoner i µg/l dersom ikke annet er angitt*

Prøvenr.	064 GRU1	064 ROA1	064 GJE2	064 PAR1	064 PAR2	064 PAR3	Drikkevanns -norm 3)	PNEC 4)
Gr.v.Stand 24. -25.02.99 15.04.99			2,36 2,42	1,67	2,22 2,35	1,97		
pH			7,5	7,0	7,3	7,2		
Ledningsevne (µS/cm)			40500	36800	36600	37100		
Oksygen (mg/l)			0,15	0,34	0,21			
TOC (mg/l)	4900		13,5	7,3	18,5	8,6	5	
Krom			<1,0	<1,0	1,2	<1,0	50	
Nikkel			<5,0	<5,0	6,1	6,0	50	
Kobber			<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	300	
Sink			<10	105	73	<10	300	
Kadmium			0,6	<0,4	0,7	<0,4	5	
Bly			<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	20	
Arsen			<5,0	<5,0	9,0	<5,0	10	
Kvikksølv			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,5	
Jern (mg/l)			0,2	0,9	0,2	0,2	200	
Nitrat (mg/l)			<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	10	
Sulfat (mg/l)			1.950	1.750	1.100	1.700		
BTEX			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0		
Tot Glykol (mg/l)	59	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0		
Tot 16 PAH			<0,6	<0,6	0,7	<0,6		
Min.olje C10-C40			<50	84	420	53	10	
Benzotriazol			480		590			0,1
Tolyltriazol			0,94		0,85			0,1
Natriumpetroleum- sulfonater			<100		<100			13
Lin. alkohol- etoksilater			<10		<10			12

- 1) Drikkevannsnorm i henhold til tabell 3 og 4 i forskriften Drikkevannsnorm i henhold til tabell 3 og 4 i forskriften
- 2) PNEC verdier i henhold til forslag til kvalitetskriterier for tilsetningsstoffer i avisningskjemikalier utarbeidet av NGI

Analyseresultatene viser at det ikke er påvist glykol i noen av brønnene. Det er imidlertid registrert løklukt ved prøvetaking, hvilket tyder på at det foreligger nedbrytningsprodukter av glykol. TOC-verdiene er sammenlignbare eller lavere i forhold til det som ble funnet utenom avisningssessongen når flyplassen var i

drift (Berdal Strømme, 1996 a og b). I kummen i kjelleren av gjenvinningsanlegget (GRU 1) ble det funnet glykol og høyt innhold av TOC, som sannsynligvis kommer fra lekkasjer og søl inne i anlegget. Glykol ble også funnet, men i lavere konsentrasjoner i kummen (ROA1) på ledningen som fører vann ut i Rolvsbukta.

Analyser av grunnvannet viser et forbruk av oksygen og nitrat i brønnene, noe som tyder på naturlig nedbrytning av avisningskjemikalier i vannet. Høy ledningsevne og høyt sulfatinnhold indikerer at vannet i området står i kontakt med sjøvann i Rolvsbukta.

Det er registrert mineralolje i brønnen PAR1, PAR2 og PAR3 (53 - 420 µg/l), hovedandelen utgjøres av fraksjonen C12 – C22.

Det er påvist benzotriazol i høye konsentrasjoner i begge brønnene som ble prøvetatt for innhold av tilsetningsstoffer. Det er også funnet tolytriazol, mens de øvrige tilsetningsstoffene ikke foreligger i konsentrasjoner som overstiger deteksjonsgrensene.

Grunnvannets innhold av tungmetaller overstiger ikke de krav som stilles til råvann til drikkevann, og tungmetallinnholdet må dermed karakteriseres som lavt.

13.1.3 Poregass

Det ble utført prøvetaking av poregassen for å kunne anslå forurensningens utbredelse. Metoden er basert på at O₂/CO₂-forholdet indikerer nivået av biologisk aktivitet, og at denne vil være en høyere aktivitet i områder med glykolforurensning enn utenfor. Oksygen, karbondioksid, metan og hydrogensulfid analyseres i felt, og løklukt registreres ved prøvetakingen. Poregassmålingene ble utført med jordspyd, som ble slått ned 1-1,5 m under asfaltdekket. Kart som viser konsentrasjoner av O₂ og CO₂ i grunnen er vist i resultatrapporten. Hydrogensulfid ble påvist i et punkt (PAR 2), mens løklukt kun i liten grad ble registrert ved prøvetakingen.

13.1.4 Jordprøver

Ved graving av prøvegroper ble det funnet et lag av frifase olje av type spillolje på grunnvannet i PG 3 og 6. Mineralolje er også funnet i prøver fra grøftene i dette område. Oljeforurensningen er sannsynligvis også kilden til funnene av mineralolje i grunnvannet.

Det er tidligere registrert PCB-forurensning i sedimentene ute i bukta, og prøvene ble derfor analysert for PCB for å se om kildene kom fra dette området. Spor av PCB ble funnet i punkt 064-1 på en dybde av 3-3,1 m rett over den gamle sjøbunnen. Det er også påvist noe forhøyede verdier av nikkel som overstiger tiltaksnormen.

Tabell 064-2 Analyseresultater jordprøver
Konsentrasjoner i mg/kg t.s. dersom ikke annet er angitt

Prøvenr.	064-1	064-2	064-2	064-3	064-4	064-5	Tiltaksnorm bolig <1 m	Tiltaksnorm bolig >1 m
Dybde (m)	3-3,1	0,2-0,4	3-3,2	2-2,3	3,3-3,5	0,2-0,3		
TS %	79,9	96,2	95,4	94,4	90,7	96		
Krom	47	84	47	58	49	38	100	ingen norm
Nikkel	61	110	65	80	71	25	30	ingen norm
Kobber	23	41	24	19	29	<5,0	100	ingen norm
Sink	86	85	71	58	59	33	150	ingen norm
Kadmium	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1	ingen norm
Bly	16	15	11	<10	19	10	50	ingen norm
Arsen	<5,0	5,5	<5,0	<5,0	6,0	<5,0	20	ingen norm
Kvikksølv	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	1
BTEX	ia	<0,2	ia	<0,2	ia	<0,2	Bensen 0,05 Toluen 0,05 Etylbensen 0,05 Xylen 0,05	Bensen 0,05 Toluen 0,6 Etylbensen 0,8 Xylen 1
Sum PCB (µg/kg)	34	<10	<10	<10	<10	<10	20	3000
Min.olje C10-C40	<20	Ia	ia	780	Ia	<20	120	120

ia Ikke analysert

Tabell 064-2 forts.

Prøvenr.	064-5	064-6	064-7	064-8	064-9	Tiltaksnorm bolig <1 m	Tiltaksnorm bolig >1 m
Dybde (m)	3,5-4,0	3-3,3	2-2,1	2,8	2,7		
TS %	96,4	91,3	84	82,3	77,3		
Krom	55	76	130	48	75	100	ingen norm
Nikkel	61	93	155	48	48	30	ingen norm
Kobber	14,5	23	25	46	20	100	ingen norm
Sink	51	78	140	100	165	150	ingen norm
Kadmium	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1	ingen norm
Bly	10	13	34	21	22	50	ingen norm
Arsen	<5,0	<5,0	9,3	7,0	6,7	20	ingen norm
Kvikksølv	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	1
BTEX (mg/kg)	ia	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	Bensen 0,05 Toluen 0,05 Etylbensen 0,05 Xylen 0,05	Bensen 0,05 Toluen 0,6 Etylbensen 0,8 Xylen 1
Sum PCB (µg/kg)	<10	<10	<10	<10	<10	20	3000
Min.olje C10-C40		72	98	88	<20	120	120

13.2 Risikovurdering

13.2.1 Identifisering av uønskede hendelser

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Løkp problemer i boliger og utearealer på planlagt boligområde
- Spredning via grunnvann til Rolvsbukta
- Ny tilførsel til grunn og grunnvann ved lekkasjer fra gjenvinningsanlegget

13.2.2 Kilde/areal-analyse

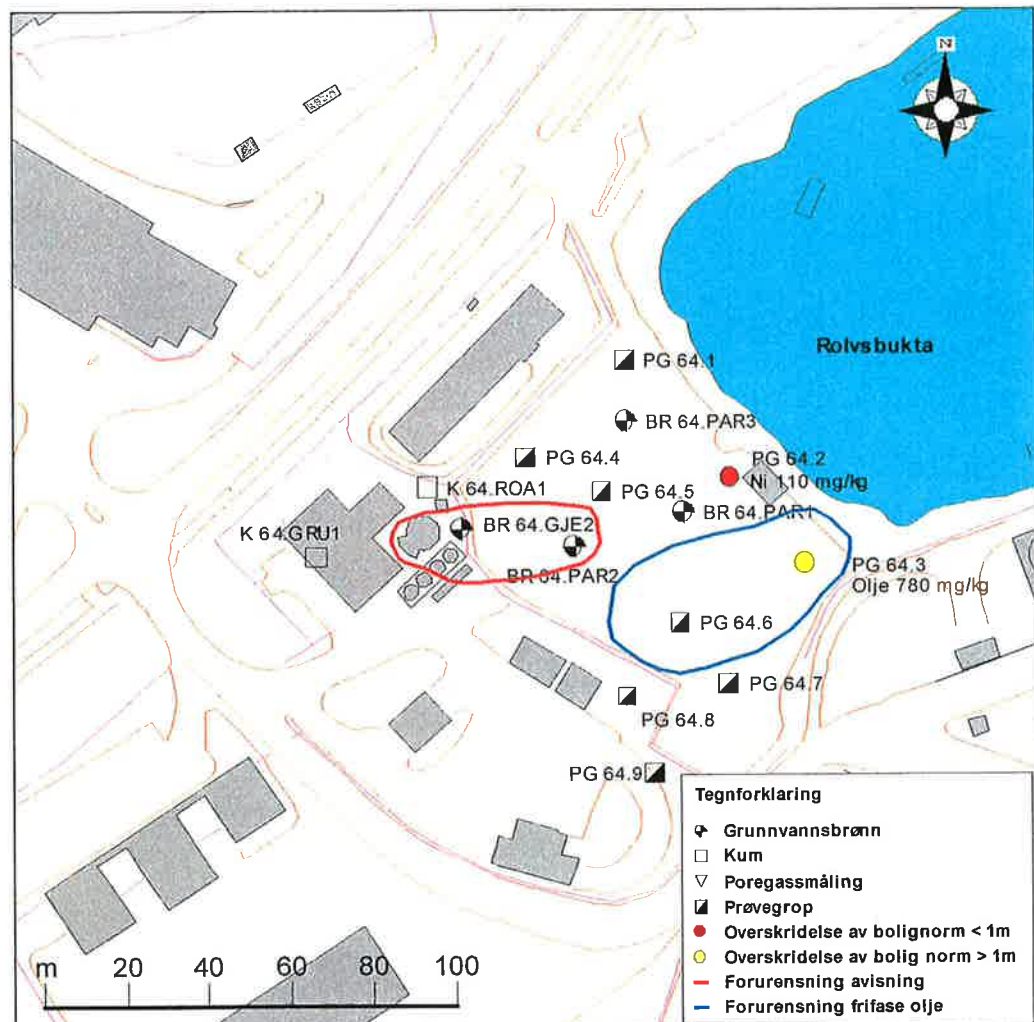
Kartleggingsresultatene viser at glykol ikke lenger påvises i grunnvannet, og det kan heller ikke spores forhøyede verdier av TOC. Det er derfor ingen tegn på at grunnen tilføres ny forurensning fra gjenvinningsanlegget. Noe glykol føres imidlertid med overvannsledningen ut i Rolvsbukta. Det er isteden luktproblemer knyttet til nedbrytningsprodukter ved anaerob nedbrytning av glykol som utgjør et problem på lokaliteten. I fig. 064-1 er området påvirket av glykolforurensning vist. Utbredelsen av forurensningsplumen stemmer overens med Berdal Strømmes kartlegging i 1996.

Det er påvist tilsetningsstoffer i brønn GJE2 og PAR2 med høy konsentrasjon av benzotriazol i begge brønnene. Disse forurensningskomponentene vil først og fremst være et problem i forhold til spredning til sjøen via grunnvannet. Benzotriazol er i litteraturen beskrevet som lite biologisk nedbrytbar.

Det er påvist mineralolje både i jord og grunnvann i grunnvannssonen på parkeringsplassen, og det ligger en kilde med fri fase olje på grunnvannet (fig. 064-2). Forurensningen estimeres å ha en utbredelse på ca. 1500 m². Kilden til utslippet antas å være et gammelt oljeførende rør som ble gravet av ved legging av overvannsledningen til Rolvsbukta på begynnelsen av 90-tallet.

Innhold av BTEX og tungmetaller er lavt og utgjør ikke et forurensningsproblem.

Den videre risikovurderingen er knyttet opp mot mineraloljen, tilsetningsstoffene i grunnvannet og luktproblemene.



Figur 064-1 Detaljkart over lokaliteten med plassering av prøvetakingspunkter

De punkter der det er påvist stoffer som overstiger bolignorm og tiltaksnorm er merket med fargekode. I tillegg er antatt utbredelse av avisningskjemikalier og fri oljefase forurensning vist.

13.2.3 Spredning og transport analyse

Spredning via porevann til planter

Løsmassene i den umettede sonen består av grove masser ,og er i utgangspunktet ikke egnet til dyrking. Toppsjiktet på lokaliteten må derfor erstattes med vekstjord dersom det skal anlegges hager/ grøntarealer. Det er ved analyser av toppsjiktet kun funnet verdier av nikkel som noe overstiger bolignormen. Denne spredningsveien vurderes derfor å være av liten betydning.

Spredning til luft/luktproblemer

Ifølge miljømål nr. 5 skal "flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mis-trivsel ikke forekomme". Det foreligger nedbrytningsprodukter av glykol som skaper luktproblemer. Stoffene har så lav lukterskel at spredning til utendørs-arealer også vil utgjøre et problem.

Spredning til inntilliggende areal via grunnvann eller overflateerosjon

De grove massene i toppsjiktet har lavt innhold av forurensning, og overflate-erosjon er derfor ikke en aktuell problemstilling.

Det er påvist mineralolje (fri fase produkt og løst i vannet) og tilsetningsstoffer i grunnvannet over gjeldene grenseverdier, og det er derfor fare for spredning til omkringliggende arealer. Parkeringsplassen består imidlertid av en utfylt bukt, og det er derfor på grunn av terrengets skråning ikke fare for spredning annet enn til sjøen.

Spredning til sjø

Fri fase olje er funnet nært opp til strandkanten, men det er foreløpig ingen tegn på transport til fjorden i form av oljefilm på vannet eller tilsvarende. Det må imidlertid påregnes at risikoen for dette er til stede. Det er også påvist tilsetningsstoffer fra avisningsvæske i grunnvannet og det skjer en spredning av disse stoffene til Rolvsbukta.

13.3 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 064

Avisningskemikalier

Anaerobe nedbrytningsprodukter av glykol vil kunne forårsake luktproblemer i fremtiden, og står i konflikt med ønsket om å benytte området til boligutbygging. Nedbrytningsproduktene omsettes lett ved aerobe forhold, og mulighetene for in situ biologisk behandling av grunnvannet og umettet sone er derfor til stede. Omfanget av forurensningen er imidlertid begrenset (ca. 800 m²), og oppgraving og lufting av de forurensede massene på bakken er derfor et alternativ.

Det er foreløpig usikkert om tilsetningsstoffene er biologisk nedbrytbare og om lufting derfor er et egnet tiltak. I pilotforsøket på lokalitet 056, avisningsplattformen, vil dette bli undersøkt nærmere. I og med at kilden til utslippene har opphørt, vil også opp-pumping av forurensset vann i kildeområdet kunne redusere konsentrasjonene av tilsetningsstoffer i grunnvannet over tid.

Ved opp-pumping av forurensset vann må det avklares om det opp-pumpede vannet må renses på stedet eller om det kan slippes f.eks. til offentlig spillvannsnett. Det må også undersøkes om tilsetningsstoffene kan fjernes ved bruk av konvensjonell renseteknikk, f.eks. kullfilter.



Mineralolje

Risikoen for lekkasje av fri fase olje til sjøen er til stede, og tiltak bør derfor utføres. Den frie oljefasen vil kunne fjernes ved pumping av vann/olje fra brønner via oljeutskiller eller tilsvarende. Fri olje kan alternativt samles opp i åpne sjakter ved bruk av adsorbenter.

Pumping vil også redusere gjenværende konsentrasjoner av løst olje i vannet etter at den frie fasen er fjernet. Innholdet av olje i de grusige massene er lavt, og det forventes derfor at innholdet av løste oljekomponenter i grunnvannet vil reduseres relativt raskt når kilden er fjernet.

14 LOKALITET 066, POSTTERMINALEN

14.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Lokalitet 066 omfatter postterminalen. I 1996 ble det utført en miljøteknisk undersøkelse av problemer knyttet til glykol og løklukt på Fornebu. Undersøkelsen ble utført av Berdal Strømme, og Luftfartsverket var oppdragsgiver (Berdal Strømme, 1996a og b). Ved postterminalen ble det tatt grunnvann- og løsmasseprøver i et punkt (POS1). Resultatene viste oljeinnhold i løsmassene fra 2,5-3,5 m og innhold av lette hydrokarboner i grunnvannet. Det er usikkert hvilken retning grunnvannet har i området, da det er mange avskjærende konstruksjoner i området. Det kan imidlertid antas at hovedretningen er sør-øst.

Problembeskrivelse

Etter at Fornebu ble nedlagt som flyplass, er det utarbeidet en ny kommunedelplan for Fornebu (Bærum kommune, 1998), og det er planlagt boligområder der gjenvinningsanlegget nå ligger. Endret arealbruk krever ny gjennomgang av forurensningssituasjonen og eventuelt tiltak for å innfri de miljømål som er satt.

Følgende målsetninger for ny undersøkelse er formulert:

- Kartlegge forurensningsutberedelsen, utføre stedspesifikk risikovurdering og vurdere behov for miljøbeskyttende tiltak

14.1.1 Resultatsammendrag

Det ble utført prøvetaking av både jord og grunnvann ved lokalitet 066, postterminalen.

14.1.2 Vannprøver

Grunnvannsbrønnen POS 1 ble prøvetatt i februar 1999, og følgende parametre ble analysert:

- GC screening for organiske miljøgifter
- Olje og BTEX

Tabell 066-1 Sammenstilling av analyseresultater av grunnvannet

Prøvenr.	066 POS 1	Drikkevanns- norm 3)
Gr.v.Stand 24. -25.02.99	3,26	
pH	8,0	
Ledningsevne (µS/cm)	1530	
Oksygen (mg/l)	0,18	
Σ BTEX (µg/l)	1,5	
Min.olje C10-C40 (µg/l)	175	10

Analysen viser at det fortsatt er hydrokarboner og BTEX i grunnvannet, men resultatene viser en nedgang i forhold til undersøkelsen i 1996, da det ble funnet BTEX og olje i konsentrasjonene 14,2, respektive 740 µg/l.

14.1.3 Jordprøver

Det ble gravd 3 prøvegrøper rundt grunnvannsbrønnen for å avgrense forurensningsspredningen. Hydrokarboner ble kun funnet på 2-2,2 m dybde i et av punktene som ligger nært opp til en avgrensede betongkonstruksjon. Forurensningskonsentrasjonene er sammenlignbare med det som ble funnet av Berdal Strømme i 1996, da det i jordprøver fra POS 1 ble funnet olje i konsentrasjoner mellom 370-600 mg/kg. Sammenstilling av resultatene er vist i tabell 066-2

Tabell 066-2 Analyseresultater jordprøver Konsentrasjoner i mg/kg dersom ikke annet er angitt

Prøvenr.	066-1	066-2	066-2	066-3	Tiltaksnorm næring tette overflater
Dybde (m)	2-2,3	0,2-0,4	2-2,2	1,9-2,2	
TS %	85,6	91,3	80,7	87,9	
BTEX	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	Bensen 0,05 Toluen 2 Etylbensen 2 Xylen 4
Min.olje C10-C40	<20	<20	470	<20	770

14.2 Risikovurdering

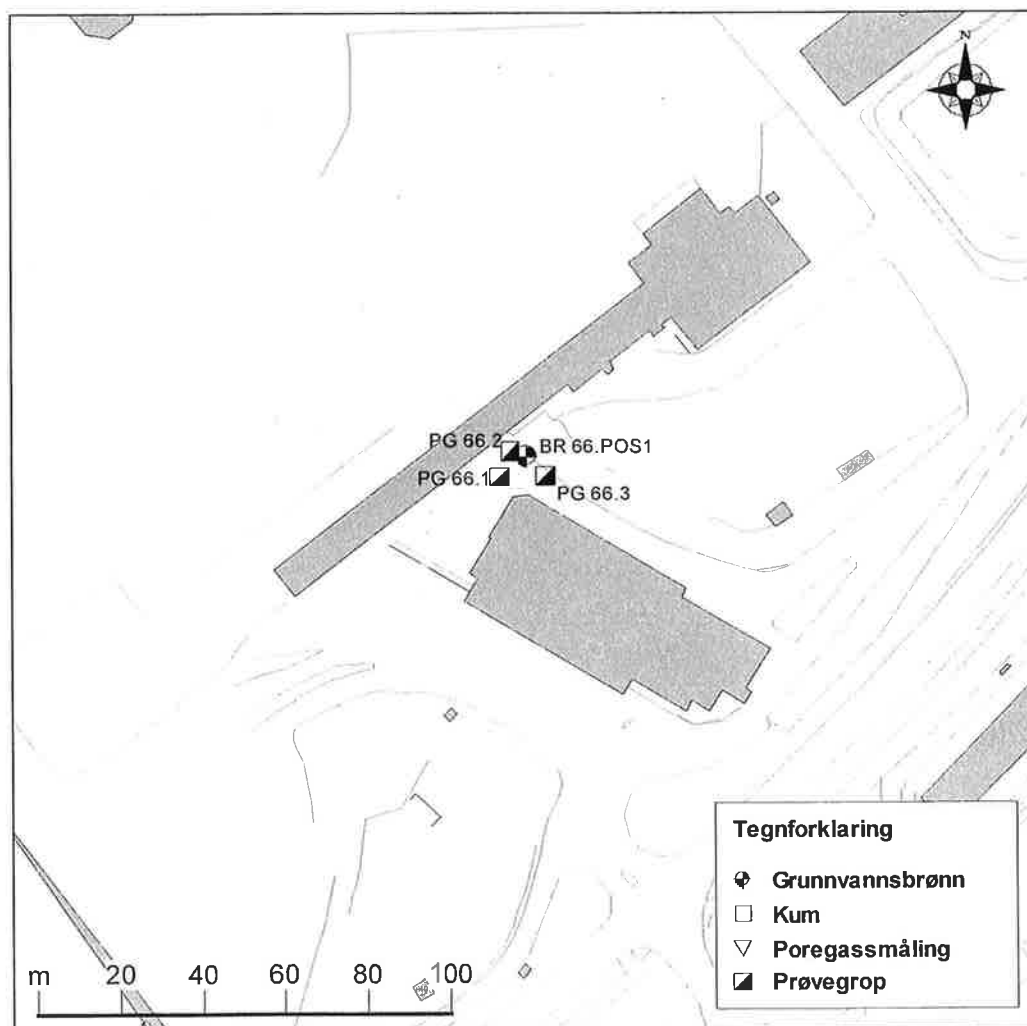
14.2.1 Identifisering av uønskede hendelser

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Utlekking av forurensede komponenter til grunnvannet

14.2.2 Kilde/areal-analyse

Kartlegging av forurensningen viser et begrenset omfang av oljeforurensning i jord og grunnvann (fig. 066-1) . Konsentrasjonene av olje i vannet er også blitt redusert i forhold til undersøkelsen i 1996. Dette er en indikasjon at det skjer naturlig nedbrytning av hydrokarboner i vannet.



Figur 066-1 Detaljkart over lokaliteten med plassering av prøvetakingspunkter.

De punkter der det er påvist stoffer som overstiger tiltaksnormen er merket med fargekode.

14.2.3 Spredning og transportanalyse

Spredning via porevann til planter

Ingen forurensning er funnet i jordens topplag. Området er regulert til næring, og beplantning er derfor ikke aktuelt. Denne spredningsveien vil derfor ikke bli vurdert videre.

Spredning til luft/luktproblemer

Det kan ikke spores flyktige forbindelser (BTEX) i grunnvannet. Forurensningen ligger også dekket med ca. 2 m rene masser, hvilket gjør at spredning av forurensning til luft er uten betydning.

Spredning til inntilliggende areal via grunnvann eller overflateerosjon

Spredning av oljeforurensning til grunnvann kan forekomme, men jordprøvene som er tatt tyder ikke på spredning i grunnvannsretningen.

Spredning til sjø

Siden det ikke er konstatert spredning til nærliggende områder er heller ikke spredning til sjø en aktuell problemstilling.

14.3 Konsekvenser og konklusjoner for lokalitet 066

Mineraloljeforurensningen som er konstantert er av en av et begrenset omfang. Resultatene fra vannanalysene viser også en nedgang i forhold til den tidligere undersøkelsen i 1996. Dette er et tegn på at det foregår naturlig nedbrytning av oljekomponenter i grunnvannet. Med grunnlag i risikovurderingen foreslås derfor ingen tiltak, men dersom det skal utføres graving på lokaliteten, vil biologisk behandling av de oppgravde massene være et egnet behandlingsalternativ.

15 FYLLING VED MAR-TEK MARINA

15.1 Område- og problembeskrivelse

Områdebeskrivelse

Rett opp for Mar-Tek Marina (mot lokalitet 035) ligger det en liten fylling der en kan se avfallsskrot i overflaten. Området er begrenset, og ligger i et lite skogholt. Det foreligger ingen informasjon om at området har vært benyttet til noe spesielt.

Området er ikke tidligere undersøkt, og er planlagt benyttet til rekreasjon.

Problembeskrivelse

Området har helt klart blitt benyttet til avfallsdeponering, og det skulle derfor undersøkes om det i tillegg var deponert miljøgifter.

15.2 Resultatsammendrag

Det ble utført prøvetaking av jord ved sjakting.

Det ble gravd 3 sjakter på området, og tatt prøver fra 2 av disse. En oppsummering av analyseresultatene er vist i tabell Mar-Tek 1, og fullstendige analyseresultater er gitt i datarapporten.

Tabell Mar-Tek 1 Analyseresultater jordprøver Konsentrasjoner i mg/kg t.s. dersom ikke annet er angitt

Prøvenr.	Mar-Tek SJ-1	Mar-Tek SJ-2	Tiltaksnorm boligområder	Tiltaksnorm Rekreasjon
Dybde (m)	0,1-1,0	1,0-1,3		
TS %	87	82		
Krom	35	21	100	700
Nikkel	21	21	30	2000
Kobber	33	165	100	Ingen norm
Sink	115	450	150	Ingen norm
Kadmium	<0,2	<0,2	1	750
Bly	17	24	50	1700
Arsen	<5,0	<5,0	20	60
Kvikksølv	0,19	0,46	1	600
Tot 7 PCB	<0,7	<0,7	0,02	10
Tot 16 PAH)	<1,6	<1,6	5	100
Tot Min.olje C10-C40	<50	<50	120	Ingen norm

15.3 Risikovurdering

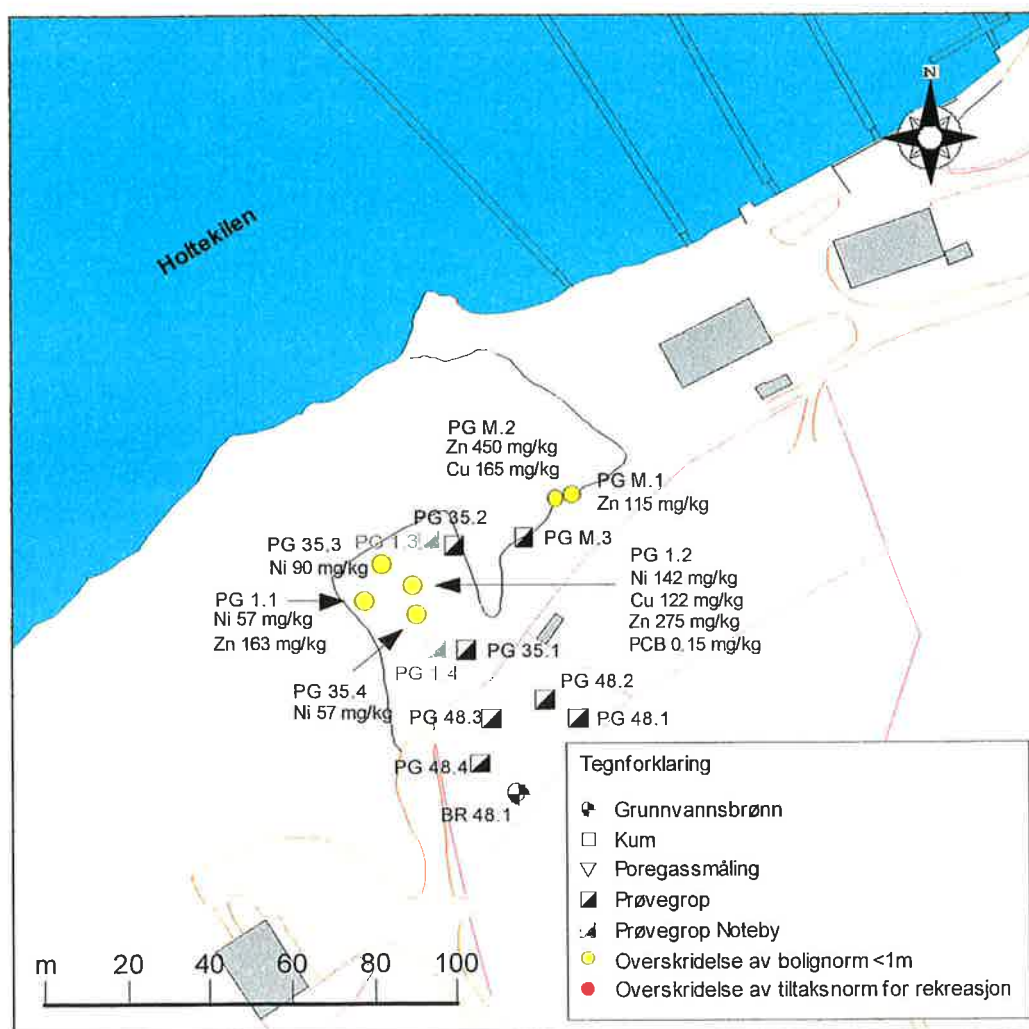
15.3.1 Identifisering av uønskede hendelser

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Utlekking av forurensede komponenter til grunnvannet og avrenning til Holtekilen

15.3.2 Kilde/areal-analyse

Analyseresultatene viser beskjedne funn av sink og kobber som overskrider bolignormen. Tiltaksnormen for rekreasjon overskrides ikke for noen av de analyserte stoffene.



Figur Mar-Tek 1 Detaljkart over lokaliteten med plassering av prøvetakingspunkter.

De punkter der det er påvist stoffer som overstiger tiltaksnormen for boliger er merket med fargekode.

15.3.3 Spredning og transportanalyse

Spredning via porevann til planter

Ingen forurensning er funnet i jordens topplag. Området er regulert til rekreasjon, og beplantning er derfor ikke aktuelt. Denne spredningsveien vil derfor ikke bli vurdert videre.

Spredning til luft/luktproblemer

Det er ikke påvist flyktige forurensninger som kan forårsake luktproblemer. Denne spredningsveien er derfor ikke aktuell for denne lokaliteten.

Spredning til inntilliggende areal via grunnvann eller overflateerosjon

Fyllingsmassene er grove, og fare for spredning av kobber og sink via overflateerosjon er liten. Kobber- og sink-konsentrasjonene i jorden overskrider bolignormen (som er et utgangspunkt for spredningsfare), og det er derfor utført spredningsberegning for disse to stoffene. Beregningsresultatet er gitt i tabell Mar-Tek 2.

Tabell Mar-Tek 2 Oversikt over parametre og resultater fra spredningsberegningen for komponenter med konsentrasjon > bolignormen i jordprøvene

Lokalitet	Mar-Tek			
<i>Basisparametre</i>				
Lengde av forur. Omr., Lgw	20	m	Gradient, i	0,14
Avstand til brønn, X	0	m	Akvifertykkelse, da	3 m
Infiltrasjonshastighet, I	0,35	m/år	Blandingssone,dmix	3,00 m
Hydraulisk konduktivitet, k	0,0001	m/år	Fortynningsfaktor, DFgw	0,005
<i>Stoffspesifikke parametre</i>				
Stoff	Kobber		Sink	
Kd (l/kg)	500		100	
Høyeste kons i jord (mg/kg)	165		450	
Kons i porevann (mg/l)	0,3300		4,5000	
Kons i grunnvann (mg/l)	0,0017		0,0207	
Drikkevannsnorm (mg/l)	0,3		0,3	

Spredningsberegningene viser at konsentrasjonene av sink og kobber i grunnvannet som drenerer mot Holtekilen er lave. Det er derfor liten fare for uheldig spredning av kobber og sink fra denne fyllingen.

Spredning til sjø

15.4 Konsekvenser og konklusjoner for fylling ved Mar-Tek Marina

Det foreligger verken helse- eller miljørisiko i forbindelse med fyllingen ved Mar-Tek Marina, og det er derfor ikke behov for tiltak.

Synlig skrot i overflaten, som bildekk og jernskrap, kan fjernes.

16 OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER

De 14 undersøkte lokalitetene er gruppert i følgende grupper avhenging av geografisk beliggenhet eller forurensingsproblematikk:

- Lokaliteter på Lilleøya (8 stk.)
- Lokaliteter ved Koksabukta (3 stk.)
- Lokaliteter knyttet til avisningaktivitet på Fornebu (2 stk.)
- Øvrige lokaliteter (1 stk., lok. 066, ved postterminalen)

En oppsummeringstabell over data for alle lokalitetene, påvist forurensning, risikovurdering og behov for tiltak eller videre undersøkelser er gitt til slutt i dette kapitlet, tabell 16.1.

16.1 Lokaliteter på Lilleøya

Lokaliteter, problemstillinger og planlagt arealutnyttelse

Av totalt 14 undersøkte områder er 8 lokalisert på Lilleøya:

- **Lokalitet 035**, inv. nr. 134. Skraphandlervirksomhet, tidligere undersøkt.
- **Lokalitet 036**, inv. nr. 141. Skraphandlervirksomhet, tidligere undersøkt.
- **Lokalitet 040**, inv. nr. 147. Treindustri, tidligere undersøkt.
- **Lokalitet 047**, sørvest for inv. nr. 133. Tydelig bearbeidet område, ingen tidligere undersøkelser.
- **Lokalitet 048**, sørøst for inv. nr. 133. Inngjerdet område, ingen tidligere undersøkelser.
- **Lokalitet 053**, sjøflyklubben. Sjøflyaktivitet, ingen tidligere undersøkelser.
- **Lokalitet Mar-Tek**. Liten fylling, ingen tidligere undersøkelser.

Det er en rekke fellestrekk for disse lokalitetene: De er arealmessig små, forurensningsproblematikken er begrenset, og alle områdene er planlagt benyttet til rekreasjon.

Lokalitetene ligger i områder med tynt jordsmonn over fjell, der grunnvannsnivået ligger i fjell og ikke i løsmassene. Avrenning skjer via sprekker i berggrunnen til Holtekilen eller Storøykilen.

Påviste forurensinger og risikovurdering

På 5 av de 8 lokalitetene på Lilleøya overskrides bolignormen for en rekke komponenter:

- Lokalitet 035: Ni, Zn, Cu og PCB i jord
- Lokalitet 036: Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As, PCB og PAH i jord
- Lokalitet 040: Ni, Cu, Zn, Pb, Cd og Hg i jord.
- Lokalitet 047: Zn, Cd, Pb, PAH, PCB og mineralolje i jord
- Lokalitet 053: Ikke identifisert forurensning

Spredningsberegninger viste at det kan foreligge fare for spredning til sjø fra lokalitetene 036, 040, 047 og 053.

Planlagt arealbruk er som nevnt rekreasjon, og tiltaksnormen for rekreasjon legges derfor til grunn for vurdering av mulig helserisiko. Undersøkelsen viste at det kun er registrert helserisiko for arsen på lokalitet 036. For de øvrige lokalitetene er det ikke påvist å foreligge noen helserisiko for den arealbruken som er planlagt.

Behov for tiltak

På lokalitetene 035, 048 og Mar-Tek-fyllingen viser undersøkelsen at det ikke er behov for tiltak, forutsatt at arealbruken blir som planlagt til rekreasjon.

På de øvrige 5 lokalitetene er det behov for tiltak eller supplerende undersøkelser, og følgende kan være aktuelt:

Lokalitet 036:

Fjerning av tungmetallforurenset masse i området der det er påvist arsen. Utgravingen avgrenses i felt, og grensesnittene dokumenteres rene ved avslutning av tiltaket. Omfanget av utgravingen kan være avhengig av videre undersøkelser for å avklare spredningsfaren.

Lokalitet 040:

Ikke behov for tiltak i forhold til helserisiko, men supplerende undersøkelser bør utføres for å avklare spredningssituasjonen til sjø.

Lokalitet 047:

Ikke behov for tiltak i forhold til helserisiko, men supplerende undersøkelser bør utføres for å avklare spredningssituasjonen til sjø.

Lokalitet 053:

Det er påvist en forurensning i felt (sterk lukt – dvs. en flyktig organisk forurensning), som ikke er dokumentert av analyser. Verken spesialanalyser av olje, Pb eller GC/MS-analyse klarte å identifisere forurensningen. Det anbefales derfor at en utvider analyseprogrammet for denne lokaliteten med vekt på lett flyktige organiske forbindelser.

Lokalitet 054:

Det gamle tankanlegget som har vært ute av drift i ca. 30 år bør fjernes, og eventuelle oljeforurensede masser fjernes i forbindelse med sanering av tankanlegget.

16.2 Lokaliteter som grenser ned mot Koksabukta*Lokaliteter, problemstillinger og planlagt arealutnyttelse*

Lokalitene 046, 049 og 055 ligger i området ned mot Koksabukta, og har alle avrenning til denne.

- **Lokalitet 046:** Støyvoll, massene kan være aktuelle å benytte til gjenbruk (matjord).
- **Lokalitet 049:** Fylling
- **Lokalitet 055:** Tidligere dumpeplass for snø, og generell avfallsfylling.

Felles for lokalitetene er at de alle har avrenning mot Koksabukta. To av lokalitetene (046 og 049) ligger i buffersonen mot naturreservat, mens lokalitet 055 grenser opp mot et boligområde med planlagt barnehage. Bolignormen er derfor lagt til grunn for denne lokaliteten.

Påviste forurensninger og risikovurdering

Det foreligger verken helse- eller miljørisiko (spredningsfare) på lokalitetene 046 og 049, mens det på lokalitet 055 er registrert både en helse- og miljørisiko.

På lokalitet 055 overskrides bolignormen for komponenter Ni og PCB i jord, og mineralolje og benzotriazol i sedimentene i bekken. Analyser av grunnvannet og sediment/vann i grøften nedstrøms viser at det skjer en spredning av mineralolje og tilsetningsstoffer fra avisningskemikalier til Koksabukta. I sedimentprøven overskrides bolignormen for innhold av tilsetningsstoffet benzotriazol og mineralolje.

Behov for tiltak

Det er ikke behov for tiltak på lokalitetene 046 og 049. Det antas at masser fra lokalitet 046 vil være dårlig egnet til gjenbruk som matjord, da de inneholdt store mengder asfalt og bygningsavfall.

Det er behov for tiltak på lokalitet 055. Tiltaket rettes mot å hindre direkte kontakt med massen ved å tildekke massene, alternativt skifte ut toppsjiktet. Tildekkingen bør være 0,5–1 m.

Når det gjelder spredning via grunnvann og bekkevann til Koksabukta, anbefales det nærmere kartlegging av våtmarksområdet på lokalitet 055 og området nedstrøms for å avgrense forurensningsutberedelsen.

16.3 Lokaliteter knyttet til avisningsaktivitet på Fornebu

Lokaliteter, problemstillinger og planlagt arealutnyttelse

Lokalitetene 056 og 064 er direkte knyttet til avisningsaktiviteten på Fornebu. Lokalitet 056 er den tidligere avisningsplattformen, og 064 er gjenvinningsanlegget.

Spill og lekkasje av avisningsvæske er hovedproblemstillingen på de to lokalitetene, og begge områder er planlagt utnyttet til boliger.

Påviste forurensinger og risikovurdering

Det påvises ikke glykol i grunnvannet på noen av lokalitetene, men konsentrasjonen av tilsetningsstoffet benzotriazol er høy. Det er også sterk løklukt i massene og av grunnvannet.

På lokalitet 064 er det i tillegg til tilsetningsstoffer og løklukt også påvist en oljeforurensning. Forurensningen ligger som fri fase på grunnvannet, mens innholdet av olje i de grusige løsmassene er lavt.

Det foreligger en helserisiko i form av luktproblemer og fare for spredning av tilsetningsstoffer for begge lokaliteter. På lokalitet 064 er det i tillegg fare for spredning av fri fase olje til Rolvsbukta.

Behov for tiltak

Det er behov for tiltak på begge lokaliteter.

Lokalitet 056:

Det er sannsynlig at lufting (tilførsel av oksygen) til grunnvannet ved avisningsplattformen vil fjerne de registrerte luktproblemene. Det er satt i gang pilotforsøk som skal undersøke hvorvidt dette er en egnet metode. Forsøket vil også vise hvorvidt de påviste tilsetningsstoffene lar seg bryte ned ved denne behandlingen. I og med at kilden til utslippene har opphørt, vil også opp-pumping av forurenset vann i kildeområdet kunne redusere konsentrasjonene av tilsetningsstoffer i grunnvannet over tid.

Lokalitet 064:

Avisningskjemikalier - Utberedelsen av kilden er begrenset, slik at det kan være kostnadseffektivt å grave opp kildeområdet og deretter lufte massene. Dersom utgraving ikke er ønskelig, kan det alternativt utføres in-situ biologisk rensing av massene tilsvarende som for lokalitet 056. Som for denne lokaliteten vil

også opp-pumping av forurensset vann kunne redusere konsentrasjonene av tilsetningsstoffer i grunnvannet over tid.

Mineralolje - Oljeforurensningen vurderes å være vanskelig biologisk nedbrytbar. Den frie fasen skimmes av grunnvannet enten ved pumping av olje/vann i grunnvannsbrønner eller ved bruk av adsorbenter i åpne grøfter.

16.4 Øvrige lokaliteter

Lokalitet 066, postterminalen, ble undersøkt fordi det tidligere var registrert en oljeforurensning i en brønn på området. Forurensning er påvist i undersøkelsen. Oljeforurensningen er svært begrenset, og det foreligger verken helse- eller miljørisiko i tilknytning til lokaliteten.

Det er ikke behov for tiltak på lokalitet 066.

Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

Tabell 16-1 Oppsummeringstabell

Lokalitet	Problemstilling	Planlagt arealbruk	Påvist forurensning over bolignormen *	Påvist forurensning over tiltaksnorm	Forurensningsomfang over tiltaksnorm
035	Skraphandlervirksomhet. Tidligere undersøkelse (-94); påvist Zn, Cu, Ni og PCB over gjeldende normverdi for følsom arealbruk.	Rekreasjon	Ni, Zn, Cu og PCB i jord.	Ingen	Ingen
036	Skraphandlervirksomhet. Tidligere undersøkelse (-94); påvist Ni, Cu, Zn og PCB over normverdi for følsom arealbruk.	Rekreasjon / gravlund	Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As, PCB og PAH i jord.	As	Tot. areal: ca. 3.200m ² Forur. areal: ca 800 m ² Forur. volum: ca 250 m ³
040	Mulig forurensning pga. treindustri. Tidligere undersøkelse (-94); påvist Ni og Zn over normverdi for følsom arealbruk.	Rekreasjon	Ni, Cu, Zn., Hg, Pb og Cd.	Ingen	Ingen
046 (Støyvoll v/ Koksabukta)	Massene i støyvollen vurderes til gjenbruk – behov for kartlegging av miljøgifter.	Rekreasjon (ligger i buffersoner mot naturreservat)	Ni, Zn, min.olje og PCB	Ingen	Ingen
047	Ikke tidligere undersøkt – behov for kartlegging av utfyllt/bearbeidet område.	Rekreasjon	PCB, min.olje, Zn, Cd, Pb og PAH	Ingen	Ingen
048	Ikke tidligere undersøkt – behov for kartlegging av inngjerdet område.	Rekreasjon	Ingen	Ingen	Ingen
049	Ikke tidligere undersøkt – behov for kartlegging av fyllingsområdet.	Rekreasjon (ligger i buffersoner mot naturreservat)	Ni	Ingen	Ingen
053 (Sjøflyklubb)	Mulig forurensning pga. sjøflyaktiviteten. Ikke tidligere kartlagt	Rekreasjon	BTX	Ingen	Ingen
054 (Texaco anlegg)	Mulig forurensning i forbindelse med drift av drivstoffanlegg	Rekreasjon			



Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT

Lokalitet	Problemstilling	Planlagt arealbruk	Påvist forurensning over bolignormen *	Påvist forurensning over tiltaksnorm	Forurensningsomfang over tiltaksnorm
055 (dumpeplass for snø)	Mulig forurensning som følge av avrenning fra dumpet snø – vurdering av fyllmassene.	Boliger	Se tiltaksnorm	Jord: Ni, PCB Sediment: min.olje og benzotriazol. Gr.vann: benzotriazol, tolyltriazol, mineralolje. Bekkevann: min.olje, benzotriazol, tolyltriazol	Tot. areal: ca. 5.600m ² Forur. areal: ca 2500 m ² Forur. volum: ca 500 m ³ Dersom ny tiltaksnorm for nikkel innføres (DNV, 1999) kan omfanget reduseres noe.
056 (aviseringsplattform)	Spill og lekkasje etter aviseringsaktivitetet	Boliger	Se tiltaksnorm	Benzotriazol, tolyltriazol og mineralolje i grunnvann.	Tot. areal: ca. 15.000m ² ca 10.000 m ² påvirket av avising
064 (Gjenvinningsanlegg)	Glykol-lekkasje fra gjenvinningsanlegget. Fri fase mineralolje på grunnvannet	Boliger	Se tiltaksnorm	Benzo-, tolyltriazol og fri-fase mineralolje i/på grunnvannet. Ni og mineralolje i jord	Tot. areal: ca. 8.100m ² Avisning ca 800 m ² Mineralolje ca 1500 m ²
066 (Postterminal)	Tidligere registrert olje i grunnvannet	Næring	Mineralolje i grunnvannet	Ingen	
Mar-Tek, fylling	Mulig forurensning som følge av fyllingen	Rekreasjon	Sink og kobber	Ingen	

* Grunnlag ved spredningsberegning





Tabell 16-1 Oppsummeringstabell (forts.)

Lokalitet	Helse- og miljørisiko	Behov for tiltak	Datakvalitet/behov for videre undersøkelser
035	Helserisiko: Ingen Miljørisiko: Ingen	Ikke behov for tiltak.	Tilfredsstillende datagrunnlag
036	Helserisiko: Arsen Miljørisiko: Mulig spredning til sjø av Cu, Zn, As og PAH	Utgraving eventuelt tildekking av forurenset jord.	Mangler avklaring kring sprednings-situasjonen. Videre undersøkelse av grunnvanns-kvaliteten anbefales.
040	Helserisiko: Ingen Miljørisiko: Mulig spredning til sjø av Cu, Zn og Hg	Ikke behov for tiltak i forhold til bruken av området.	Mangler avklaring kring sprednings-situasjonen. Videre undersøkelse av grunnvanns-kvaliteten anbefales.
046 (Støyvoll v/ Koksabukta)	Helserisiko: Ingen Miljørisiko: Mulig spredning til sjø av Zn og PAH	Ikke behov for tiltak. Deponert mye asfalt og bygningsavfall, egner seg ikke til gjenbruk som matjord.	Tilfredsstillende datagrunnlag
047	Helserisiko: Ingen Miljørisiko: Zn, PAH	Ikke behov for tiltak i forhold til bruken av området.	Mangler avklaring kring sprednings-situasjonen. Videre undersøkelse av grunnvanns-kvaliteten anbefales
048	Helserisiko: Ingen Miljørisiko: Ingen	Ikke behov for tiltak.	Tilfredsstillende datagrunnlag
049	Helserisiko: Ingen Miljørisiko: Ingen	Ikke behov for tiltak.	Tilfredsstillende datagrunnlag
053 (Sjøflyklubb)	Observert flyktig organisk forurensning i felt, utførte analyser har ikke identifisert forurensningen.		Ny prøvetaking og analyse av GCMS-flyktige forbindelser anbefales.
054 (Texaco anlegg)	Anlegget nedlagt for 30 år siden, tankene tømt den gang.	Tankene bør fjernes. Eventuell forurenset masse fjernes ved sanering av tankanlegget.	Tilfredsstillende datagrunnlag
055 (dumpe-plass for snø)	Helserisiko: Ni, min.olje, PCB og benzotriazol. Miljørisiko: Spredning av tilsetningsstoffer og mineralolje til Koksabukta	Behov for tiltak: Tildekking eller oppgraving med behandling/deponering av jord-massen.	Supplerende undersøkelse for avklaring av forurensningsutbredelse fra våtmarksområdene anbefales. Dette gjelder fremst tilsetningsstoffer i avisningsvæske og mineralolje.
056 (avis-ningsplattform)	Helserisiko: Lukt Miljørisiko: Spredning av benzotriazol, tolyltriazol og mineralolje til grunnvann	Behov for tiltak: Fjerning av lukt- og tilsetnings-stoffer. In-situ biologisk rensing utprøves. Alternativt, fjerning av tilsetningsstoffer ved pumping av grunnvann.	Resultater fra utprøving med in-situ biologisk rensning avventes. Avklaring kring rensemetoder for tilsetningsstoffer i grunnvann.
06 (gjen-vinningsanlegg)	Helserisiko: Lukt Miljørisiko: Spredning av benzotriazol, tolyltriazol, mineralolje til sjø (Rolvsbukta).	Behov for tiltak: <u>Avisningskjemikalier</u> Oppgraving og lufting av masser alternativt in-situ biologisk rensing. Fjerning av tilsetnings-stoffer ved pumping av grunnvann. <u>Mineralolje</u> Skimming av frifase olje fra grunnvannet.	Resultater fra utprøving med in-situ biologisk rensing avventes. Avklaring kring rensemetoder for tilsetningsstoffer i grunnvann.
066 (Post-terminal)	Helserisiko: Ingen Miljørisiko: Ingen	Ikke behov for tiltak	Tilfredsstillende datagrunnlag
Mar-Tek, fylling	Helserisiko: Ingen Miljørisiko: Ingen	Ikke behov for tiltak	Tilfredsstillende datagrunnlag

17 REFERANSER

Aquateam, 1999

Brukerveiledning for gjennomføring av stedsspesifikk risikovurdering av forurensset grunn på Fornebu.

Berdal Strømme, 1996 a

Luftfartsverket, Region Fornebu. Miljøtekniske grunnundersøkelser av glykol og løklukt på Oslo lufthavn, Fornebu.

Berdal Strømme, 1996 b

Luftfartsverket, Region Fornebu. Miljøtekniske grunnundersøkelser Fornebu syd. Vedlegg.

Bærum kommune, 1998

Kommunedelplan 2 for Fornebu-området.

DNV, 1994

Rapp. Nr. 96-3205: Luftfartsverket – Miljøundersøkelse av Holtekilen og Storøykilen.

DNV, 1996

Rapp.nr. 96-3205: Luftfartsverket – Supplerende analyser av sedimentprøver fra Holtekilen.

DNV, 1999

Utredning vedrørende høyt nikkelinnhold i jord, Fornebu

Notat fra Det Norske Veritas, 21.03.99, Oslo

Nansen, O., 1975

Oslo Lufthavn – Fornebu. Registrering av bebyggelse i NØ-sektor. Oslo: 15. september –75. Registreringsnummer 1-67. Arkitekt MNAL Eigil Nansen.

Noteby, 1994 a

Fornebu – Etterbruk Miljøkartlegging. Rapport fra miljøtekniske undersøkelser på land – fase 2, Rapport 1: Vurderingsrapport 43626-1.

Noteby, 1994 b

Fornebu – Etterbruk Miljøkartlegging. Rapport fra miljøtekniske grunnundersøkelser på land – fase 2. Rapport 2: Datarapport.

SFT, 1994

Skjema over lokaliteter med spesialavfall, lokalitet nr. 0219054. Utfylt av Vidar Ellefsen, ENCO a.s., 07.03.1994.

SFT, 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjord og kystvann. SFT-veiledning 97:03.

SFT, 1999

Risikovurdering av forurensset grunn. SFT veiledning 99:01

Sosial- og helsedepartementet, 1995

Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Nr. 68. 1-9/95.

Personlig meddelelse:

Fossen, Odd. Mar-Tek marina. Tlf. 67 53 34 24

Gunnestad, Hans Jørgen. Oslo sjøflyklubb. Tlf. 92 63 36 73

Nuland, Steinar. Statoil. Tlf. 22 96 27 92

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Oppdragsgiver/Client Statsbygg		Dokument nr/Document No. 994014-1
Kontraksreferanse/ Projekt 99001 – kontrakt H101 Contract reference		Dato/Date 25 juni 1999
Dokumenttittel/Document title Fornebu – Miljøteknisk grunnundersøkelse av 14 lokaliteter Rapport 1 - VURDERINGSRAPPORT Prosjektleder/Project Manager Hege Jonassen Utarbeidet av/Prepared by Hege Jonassen		Distribusjon/Distribution <input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None
Emneord/Keywords Environmental geotechnology, airport, pollution, remediation		
Land, fylke/Country, County Akershus Kommune/Municipality Bærum Sted/Location Fornebu Kartblad/Map 1814 I UTM-koordinater/UTM-coordinates		Havområde/Offshore area Feltnavn/Field name Sted/Location Felt, blokknr./Field, Block No.

Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001							
Kon- trollert av/ Reviewed by	Kontrolltype/ Type of review	Dokument/Document		Revisjon 1/Revision 1		Revisjon 2/Revision 2	
		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed	
		Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.
GBr	Helhetsvurdering/ General Evaluation *	28/6/99	[Signature]				
	Språk/Style						
GBr	Teknisk/Technical - Skjønn/Intelligence - Total/Extensive - Tverrfaglig/ Interdisciplinary	28/6/99	[Signature]				
WUT	Utforming/Layout	28.6.99	[Signature]				
HJ	Slutt/Final	28/6-99	H				
JGS	Kopiering/Copy quality	28/6-99	JS				
* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform/ On the basis of an overall evaluation of the report, its technical content and form of presentation							
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 28/6-99		Sign. H. Jonassen			