

Christianiaområdet

Orienterende forureningsundersøgelse
på dele af Christiania

Marts 2008



**Rådgivende ingeniører
og planlæggere A/S**

NIRAS
Sortemosevej 2
DK-3450 Allerød

Telefon 4810 4200
Telefax 4810 4300
E-mail niras@niras.dk
Web www.niras.dk

CVR-nr. 37295728
Tilsluttet F.R.I

Udgave nr.:

Rapport 1

Dato:

12. marts 2008

Forfatter:

Trine Bjerre Jensen/TBJ

Kvalitetskontrol:

Hans Bengtsson/HaB

Godkendt af:

Hans Bengtsson/HaB

Sag nr. og filnavn:

\\alkfs01\data\sag\06\981.02\Project documentation\Rapport\Rapport.doc

Indhold

RESUMÉ

1	INDLEDNING OG FORMÅL	7
2	HISTORIK	9
2.1	Forsvarets periode (1836 - 1971)	9
2.2	Christianias periode (1971 - i dag)	10
3	TIDLIGERE FORURENINGSUNDERSØGELSER	13
3.1	Tre daginstitutioner	13
3.2	Mælkebøtten / Omeletten	14
3.3	Forurenet overskudsjord ved Carl Madsens plads	14
3.4	Voldanlægget mv.	14
3.5	Orienterende undersøgelse i januar 2008	15
4	UNDERSØGELSESPROGRAM	17
4.1	Strategi	17
4.1.1	Blandede jordprøver af terrænnære jordlag	17
4.1.2	Filtersatte undersøgelsesboringer	18
4.1.3	Poreluftmålinger	19
4.2	Udført feltarbejde	20
5	UNDERSØGELSESRISULTATER	23
5.1	Kvalitetskriterier	23
5.1.1	Jord	23
5.1.2	Grundvand	23
5.1.3	Poreluft	24
5.2	Geologi	24
5.3	Område A	24
5.3.1	Terrænnære jordprøver	24
5.3.2	Boringer	25
5.4	Område B	26
5.4.1	Terrænnære jordprøver	26
5.4.2	Boringer	27
5.5	Område C	28
5.5.1	Terrænnære jordprøver	28
5.5.2	Boringer	30
5.6	Område D	31
5.6.1	Terrænnære jordprøver	31
5.6.2	Boringer	32
5.6.3	Poreluftmålinger	33
5.7	Område E	33
5.7.1	Terrænnære jordprøver	33
5.8	Dyssen	35
5.8.1	Terrænnære jordprøver	35

6	VURDERING	37
6.1	Kontaktrisiko	37
6.2	Inde- og udeklima	39
6.3	Grundvand	40
6.4	Recipienter	40
7	ANBEFALINGER	41
8	REFERENCER	43

BILAG

BILAG 1: Oversigtskort

BILAG 2: Detailkort for delområder

2a. område A

2b. område B

2c. område C

2d. område D

2e. område E

2f. Dyssen

BILAG 3: Borejournaler

BILAG 4: Analyseresultater

4a. jord

4b. vand

4c. poreluft

BILAG 5: Terrænnære jordforureninger

BILAG 6: Analyserapporter

6a. jord

6b. vand

6c. poreluft

BILAG 7: Dataskemaer for prøvetagning

BILAG 8: JAGG-beregninger

Resumé

NIRAS har i samarbejde med Christianias Byggekontoer udført en orienterende forureningsundersøgelse på Christianiaområdet.

Undersøgelsen havde til formål at opnå et bedre datagrundlag, således:

1. at der kan opnås et forbedret kendskab til risikoen ved nuværende anvendelse og
2. at konsekvenserne ved eventuelle fremtidige arealmæssige dispositioner kan belyses

Ved nærværende undersøgelse er der foretaget undersøgelser af terrænnære jordlag, potentielle forureningskilder (som ikke tidligere er undersøgt) og områder, hvor der eventuelt påtænkes, at udføre bygge- og anlægsarbejde.

Ved undersøgelsen er der konstateret følgende:

- Der er overalt i de undersøgte områder konstateret terrænnære jordforureninger med metaller (primært bly) samt tjærestoffer (herunder benz(a)pyren). Der er flere steder tale om kraftige forureninger, hvor al kontakt med jorden bør undgås. Der er også konstateret lettere jordforureninger, hvor der navnlig for børn bør følges en række råd i forbindelse med kontakt med jorden (såsom at vaske hænder og dyrke grøntsager i ren jord).
- De dybereliggende jordlag i form af fyldjord ses også at være forurenede - specielt med metallerne bly og kviksølv. Der er i fyldjorden ligeledes konstateret såvel kraftige som lettere forureninger.
- Der er generelt konstateret kulbrinte-forureninger i det terrænnære grundvand
- Ved et tidligere presseværksted nær "Nissehuset" er der konstateret forurening af det terrænnære grundvand med det klorede opløsningsmiddel triklorethylen (TCE). Det kan ikke udelukkes, at grundvandsforureningen kan give anledning til indeklimaproblemer i "Nissehuset", som benyttes til beboelse. Det

anbefales derfor, at der udføres poreluftmålinger for at afdække risikoen for indeklimaet i beboelsesbygningen.

- Ved et tidligere gløderi er der ligeledes konstateret grundvandsforurening med TCE, som ikke kan udelukkes at give anledning i en overliggende bolig/børneinstitution. De omkringliggende bygninger anvendes imidlertid ikke til bolig eller børneinstitution.
- I Grønnegade har tidligere været forskellige værksteder, og der er her konstateret forurening med klorerede opløsningsmidler og benzen i poreluften. På grund af de relativt lave koncentrationer og bygningernes lette konstruktion forventes poreluftforureningerne ikke at ville give anledning til indeklimaproblemer i bygningerne.
- I Sydområdet er der flere steder konstateret et mindre indhold af benzen i grundvandet, som teoretisk vil kunne give anledning til et uacceptabelt indeklimabidrag i eventuelt kommende boliger. Det anbefales, afhængigt af det endelige design/projekt, at der foretages poreluftmålinger for områder med kommende beboelsesbygninger for at kunne af-/bekræfte denne risiko.

1 Indledning og formål

NIRAS har i samarbejde med Christianias Byggekontor udført en orienterende forureningsundersøgelse på Christianiaområdet.

Undersøgelsen har til formål at opnå et bedre datagrundlag, således:

1. at der kan opnås et forbedret kendskab til risikoen ved nuværende anvendelse og
2. at konsekvenserne ved eventuelle fremtidige arealmæssige dispositioner kan belyses

Ud fra historiske oplysninger er der risiko for, at jorden på Christianiaområdet er forurenede. Dele af området er tidligere vådområde, og der kan således være risiko for, at opfyldningsmaterialerne er forurenede. I perioden, hvor forsvaret anvendte området, er der risiko for forurening fra for eksempel produktion af ammunition og værkstedsaktiviteter. Derudover har der ligeledes i Christianias periode foregået aktiviteter, som kan have medført forurening. For eksempel er der modtaget og afbrændt byggeaffald, afsyret møbler og foregået værkstedsaktiviteter.

Voldområdet for Christiania er i 2006 blevet kortlagt på vidensniveau 2 i henhold til Lov om forurenede jord. Efterfølgende har Region Hovedstaden forvarslet kortlægning af den resterende del af Christiania.

Der er ved tidligere forureningsundersøgelser konstateret forurening af såvel jorden som grundvandet og poreluften (luften mellem jordpartiklerne) /ref. 9-11, 15/. Specielt i de terrænnære jordlag er der flere steder konstateret meget kraftig forurening.

Nærværende undersøgelse omhandler blandt andet undersøgelse af de potentielle forureningskilder på Christianiaområdet, som ikke tidligere er undersøgt. Derudover er der foretaget undersøgelse af områder, hvor der muligvis påtænkes at udføre bygge og anlægsarbejde. Endeligt er der udtaget overfladeprøver af jorden i områder, der i dag fungerer som friarealer ved boliger og rekreative områder.

Sideløbende med nærværende undersøgelse er der udført supplerende undersøgelsestiltag for nogen af de bygninger, der tidligere er undersøgt ved /ref. 15/ og som påtænkes overdraget til en eventuel fremtidig Almen Boligorganisation. Resultaterne af den supplerende undersøgelse afrapporteres særskilt.

2 Historik

Under gennemgang af historikken henvises til bilag 2, hvor de aktiviteter, som forventes at kunne medføre forurening, er vist. Potentielt forurenede aktiviteter fra hærens tid (1836-1971) er vist med rødt mens senere potentielt forurenede aktiviteter (Christianias periode, 1971- i dag) er vist med blå. Desuden henvises til oversigtskortet i bilag 1.

Christianiaområdet er en del af Christianshavns befæstning, og dele af området har i forsvarets periode været vådområder, som med tiden er blevet opfyldte. Det drejer sig om området ved Røde Sols Plads, Mælkevejen og Løvehuset. Sidstnævnte blev opfyldt senest, hvilket foregik omkring 1900 /ref. 2/.

Midt på Vilhems-, Carls- og Frederiks Bastioner har der været krudt- og ammunitionsmagasiner. Disse magasiner har oprindeligt alle været omgivet af voldgrave. På Vilhems Bastion er voldgraven fuldstændig opfyldt, hvilket er sket efter 1923.

2.1 FORSVARETS PERIODE (1836 - 1971)

Den første militære aktivitet i området går tilbage til 1676, hvor der oprettes ammunitionsarsenal, som var i drift frem til 1971. Den tidligste militære aktivitet foregik på bastionerne, imens det nuværende Christiania var et sumpområde, som efterhånden blev opfyldt.

I 1836-1837 opføres Bådsmadsstrædes Kaserne på den syd- og vestlige del af området, som er opfyldt vådområde. Øst og nord for kaseren lå Hærens Laboratorium - Ammunitionsarsenalet - der også omfattede det nordlige område med Ulriks-, Sofie Hedevids-, Vilhems- og Carls Bastioner (Den Grønne Hal, Mælkebøtten, Langgaden, Børneengen og Den Blå Karamel).

I forbindelse med kaseren var der omkring 1950 vaskeplads med benzinudskiller i området ved Røde Sols Plads. Området var brolagt med afløb til sandfang og olieudskiller /ref. 3/.

Af et gammelt kort dateret januar 1871 ses det, at der har været en skydevold i området mellem prinsessegade og Bådsmadsstræde /ref. 4/.

Hærens laboratorium havde til huse i området omkring Ulrik og Sofie Hedevids Bastioner (se bilag 2c og 2d). Hovedformålet med Hærens

Laboratorium var at gøre landet selvforsynende med ammunition, og der var tale om en anselig produktion. Hærens Laboratorium indeholdt blandt andet fænghættefabrik, håndgranatværksted, gasmaskefabrik, trotylstøberi, automatværksted, sprængstofpresseri, presseværksted for artilleriprojektiler, smedie, metalstøberi, blykuglestøberi, malerværksted, sprøjtehus og kemisk laboratorium. Dertil hørte skydehus og skydebane samt olietank(e). Endelig har der været oplag af benzin, som blev anvendt til rensning af patroner og større granater. /ref. 5/ og /ref. 6/.

Børnehaven "Rosinen", beliggende på Fabriksområdet 140 (se bilag 2c), er indrettet i den bygning, der i kaserne-perioden blev anvendt til magasin for projektiler og kobber.

Fritidshjemmet "Sølyst", beliggende på Fabriksområdet 130 og 132 (se bilag 2d), er indrettet i en bygning, hvor der var knalddkviksølvværksted, og hvor der er arbejdet med bl.a. kaliumklorat og svovlantimon /ref. 5/.

Boligområdet "Mælkebøtten", (se bilag 2d), er beliggende i et område, hvor der var flere laboratorier. I laboratorierne blev der fremstillet krudt og granater, i denne produktion anvendtes bl.a. trotyl. Trotylsmelteriet var beliggende på volden overfor, mellem 4. og 5. Redan. Her blev der også opbevaret knalddkviksølv /ref. 5/.

Af /ref. 5/ fremgår det, at der har været en mindre voldgrav omkring krudttårnet midt på Vilhelms Bastion ("Børneengen", se bilag 2e). Voldgraven er senere blevet opfyldt. Det er uvist, hvad der er opfyldt med, men institutionen "Børnehuset", beliggende på Nordområdet 268, er opført på den opfyldte voldgrav.

2.2 CHRISTIANIAS PERIODE (1971 - I DAG)

I det følgende er redegjort for de aktiviteter fra Christianias periode, som forventes at kunne medføre forurening. Informationerne stammer hovedsageligt fra interview med en tidligere beboer i området, /ref. 2/.

Christiania har modtaget byggeaffald indeholdende asbest, kabler, trykimprægneret træ, tagpap m.m. De rene stykker træ blev pillet fra og brændt i beboernes ovne, og asken herfra blev fyldt op på voldene på bastionerne. Resten af byggeaffaldet blev samlet og afbrændt ved "forårsrengøringen" på Arken, Prærien og Røde Sols Plads (se bilag 2a og 2b). Afbrændte materialer er efterfølgende skrabet sammen i bunker, generelt kan det siges, at alle forhøjninger på Christiania udover voldene kan udgøres af affaldsdepoter.

Der er kendskab til et veteranbilsværksted og et bilværksted i den sydvestlige del af Christianiaområdet (nordvest og nord for Prærien).

Nogle boliger er opvarmet med olie. Der er kun kendskab til overjordiske olietanke og ingen nedgravede tanke.

Det er blevet oplyst, at der i den sydvestligste del af Christianiaområdet (ved "Butikken") har der foregået afsyring af møbler (se bilag 2b). Det er dog efterfølgende blevet oplyst, at denne aktivitet muligvis har foregået nordøst for dette (ikke-bekræftede oplysninger).

3 Tidligere forureningsundersøgelser

3.1 TRE DAGINSTITUTIONER

Københavns Kommune ved Miljøkontrollen har i 1995 foretaget en miljøundersøgelse på tre børneinstitutioner:

- Vuggestue og børnehave "Børnehuset" på Børneengen, Nordområdet 268. Her blev der i gennemsnit konstateret bly i koncentrationen 200 mg/kg TS jord, dvs. fem gange jordkvalitetskriteriet /ref. 7/.
- Børnehaven "Rosinen" beliggende Fabrikområdet 140. Her blev fundet op til 667 mg bly per kg TS jord.
- Fritidshjemmet "Sølyst" beliggende Fabrikområdet 130 og 131. Her blev konstateret 25 gange forhøjet blyindhold. Dette svarer til 1000 mg bly/kg TS. Derudover er der i /ref. 7/ angivet, at der er konstateret kviksølv på 12 mg/kg TS jord.

I 1997 blev der udtaget yderligere jordprøver ved de tre børneinstitutioner. Prøverne viste forhøjede indhold af tungmetaller og tjærestoffer. Ved alle tre institutioner blev der konstateret fyld i jorden i såvel 0-20 og 45-55 cm under terræn. Ved Nordområdet 268 ("Børnehuset") blev der desuden konstateret tegl og brokker i jorden, mens der ved Fabrikområdet 130 og 131 ("Sølyst") blev konstateret brokker.

Der er i efteråret 1998 foretaget afværgeforanstaltninger på de tre institutioner i form af udskiftning af de øvre jordlag (se bilag 2c, 2d og 2e). Generelt blev der fjernet overfladejord ned til 0,5 m. Ifølge /ref. 8/ er der dog i den nordlige del af Nordområdet 268 ("Børnehuset") fjernet jord til 1 meter under terræn i et område på ca. 60 m². I forbindelse med afværgeprojektet på Nordområdet 268 ("Børnehuset") stødte man på et affaldsdepot fra militærets tid bestående af metalrester/ slagger samt delvist afbrændt affald. Af en brevveksling mellem Christianias byggekantor, Fæstnings- og Natursekretariatet samt Københavns Kommune fremgår det, at der blev efterladt en restforurening under en skurvogn.

3.2 MÆLKEBØTTEN / OMELETTEN

Der er i forbindelse med udgravning til kloak ved Mælkebøtten 162D ("Kaspers Have") på Sofie Hedevids Bastion konstateret kraftig forurening med tungmetaller, herunder kviksølv og bly. /ref. 9-10/.

En del af den kraftigt forurenede jord fra Mælkebøtten 162D ("Kaspers Have") har christianitterne selv gravet op (ca. 35 m³), og jorden blev lagt i depot (tildækket) i Langgaden, Mælkebøtten. Miljøkontrollen har efterfølgende bedt Christiania stå for bortskaffelse af jorden til godkendt modtager.

Efter konstatering af høje indhold af bly og zink er arealet "Omeletten" samt et areal syd for porten i Mælkebøtten oprenset i 1999 /ref. 17,18/. Oprensningen er sket ved afgravning af jord til 0,5 meter under terræn og genindfyldning med ren jord.

3.3 FORURENET OVERSKUDSJORD VED CARL MADSENS PLADS

Ved Carl Madsens Plads har der været et depot af opgravet overskudsjord fra forskellige steder på Christiania. Der var i 2001 tale om ca. 400 m³. Jorden er forurenet med tungmetallerne bly, kobber, kviksølv og tjærestoffet benz(a)pyren. /ref. 12/. Det er sandsynligt, at en del af dette jorddepot er blevet benyttet i forbindelse med opførelse af et amfiteater på "Prærien".

3.4 VOLDANLÆGGET MV.

Ved en orienterende forureningsundersøgelse på voldanlægget blev der i 2006 konstateret generelt tungmetalforurening af overfladejorden /ref. 11/. Den kraftigste forurening blev konstateret i bredzonen vest for "Sølyst" og mellem Ulriks Bastion og Sofie Hedevids Bastion. Ved en senere og mere detaljeret undersøgelse af overfladejorden mellem de to bastioner, blev der ligeledes konstateret kraftig tungmetalforurening /ref. 15/

Ved undersøgelsen i 2006 blev der ligeledes overalt på Dyssen øst for Stadsgraven konstateret forurening af overfladejorden med tungmetaller og tjærestoffer.

Miljøkontrollen har, på baggrund af undersøgelsesresultaterne, kortlagt hele voldområdet på vidensniveau 2 i henhold til jordforureningsloven.

I forbindelse med forureningsundersøgelsen på voldanlægget blev der ved Nordområdet 228-232 konstateret meget kraftig forurening med kviksølv /ref. 11/. Ved den senere forureningsundersøgelse i 2008 blev der yderligere udtaget jordprøver i naboernes haver, som ligeledes viste kraftig forurening med kviksølv /ref. 15/

3.5 ORIENTERENDE UNDERSØGELSE I JANUAR 2008

Ud over ovennævnte forureninger vest for Sølyst og ved Nordområde 228-232 blev der ved undersøgelsen i 2008 /ref. 15/ konstateret følgende:

- Ved "Butikken" (område B) indeholdte overfladejorden lettere forurening med bly og kviksølv samt tjærestoffet benz(a)pyren.
- Under gulvet i "Grønsagen/Glashuset", som er beliggende i området for et tidligere maskinværksted, blev der konstateret poreluftforurening med det klorerede opløsningsmiddel triklorethylen (TCE).
- Omkring det tidligere metalstøberi "Fabrikken/Byens Lys" blev der konstateret forurening med triklorethylen (TCE) i det terrænnære grundvand. Endvidere blev der konstateret en jordforurening med tungmetaller og tjærestoffer.
- "Lotushuset" har tidligere været anvendt til smedie. I det terrænnære grundvand blev der konstateret en mindre forurening med benzen. Der blev desuden konstateret lettere jordforurening med bly.
- Ved bygningerne for de tidligere laboratorier og blykuglestøberi vest for "Mælkebøtten/Omeletten" blev der (ligesom ved tidligere undersøgelser) konstateret kraftig forurening med bly og kviksølv i de terrænnære jordlag. Der blev endvidere konstateret poreluftforurening med triklorethylen.
- Omkring "Krudthuset" blev der i jorden konstateret overskridelser af afskæringskriteriet for benz(a)pyren og nikkel, samt konstateret lettere forurening med bl.a. bly og kviksølv. Forureningen forventes at stamme fra opfyldningen af voldgraven omkring det tidligere krudtmagasin.

Som nævnt i afsnit 1 er der efterfølgende udført supplerende undersøgelsestiltag for nogle af de bygninger, som tidligere er undersøgt ved /ref. 15/. Formålet med de supplerende undersøgelser er, at belyse risikoen for indeklimaet i "Fabrikken/Byens Lys", "Lotushuset" og "Glashuset". Resultaterne heraf afrapporteres særskilt.

4 Undersøgellesprogram

4.1 STRATEGI

Den centrale del af Christianiaområdet er indledningsvis blevet inddelt i 5 delområder, benævnt område A-E. Inddelingen i undersøgelsesområderne fremgår af oversigtskortet i bilag 1, og i bilag 2a-2e er vedlagt detailkort for de enkelte delområder. Derudover er der undersøgt for forurening tre steder på Dyssen. Placeringen af disse steder fremgår af bilag 2f.

I afsnit 4.2 er der for hvert af de undersøgte delområder givet en kort opsummering af de kendte potentielle forureningskilder i det pågældende delområde.

Undersøgelsen skal, jf. formålet i afsnit 1, give et bedre datagrundlag, således:

1. at der kan opnås et forbedret kendskab til risikoen ved nuværende anvendelse og
2. at konsekvenserne ved eventuelle fremtidige arealmæssige dispositioner kan belyses

For at belyse disse formål er der foretaget undersøgelse af følgende 3 hovedpunkter:

- Fladedækkende undersøgelser, som belyses ved blandede jordprøver af terrænnære jordlag
- Potentielle punktkilder, som belyses ved dels boringer (jord- og vandprøver) og dels poreluftmålinger
- Områder, hvor der eventuelt påtænkes, at udføre bygge- og anlægsarbejde. Disse belyses ved boringer (jord- og evt. vandprøver)

I afsnittene 4.1.1 til 4.1.3 er de fysiske undersøgelsesmetoder nærmere beskrevet, og i afsnit 4.1 er oplistet en oversigt over de konkrete undersøgelsesaktiviteter.

4.1.1 Blandede jordprøver af terrænnære jordlag

For afdækning af forureningsniveauet i de terrænnære jordlag er der udtaget blandede prøver fra de terrænnære jordlag. Disse prøver, som benævnes "BL(nr.)", er udtaget i områder, der i dag fungerer som friarealer ved boliger og rekreative områder.

Derudover er der udtaget blandede jordprøver fra tre jordbunker/volde (JV1-JV3), som muligvis kan stamme fra overskudsjord fra forskellige byggeprojekter. Fælles for disse jordbunker er, at jorden i bunkerne/voldene sandsynligvis er forskellig fra den omkringliggende jord mht. forureningsniveauer.

Yderligere er der udtaget blandede jordprøver på tre legeområder: legeplads ved "Indkøberen" (LP1), legeområde (LP2) og en strand (LP3) på Norddyssen. Endelig er der udtaget en blandet jordprøve i haven ved "Autogena" på Midtdyssen.

De blandede jordprøver er sammenblandet af 5 nedstik udtaget fra de øverste ca. 20 cm af jordlagene. Der er i alt udtaget 65 terrænnære jordprøver, som er analyseret for oliekomponenter (kulbrinter), tjærestoffer (PAH'er) og tungmetallerne bly, kobber, nikkel, zink, chrom, cadmium og kviksølv¹ på laboratoriet Højvang.

Analysearbejde på jordprøver udføres på akkrediteret laboratorium i henhold til Miljøstyrelsens vejledning nr. 13, 1998: "Prøvetagning og analyse af jord".

4.1.2 Filtersatte undersøgelsesboringer

For at kunne bestemme forureningsniveauet i jorden og grundvandet er der udført undersøgelsesboringer. Der er udført boringer i område A, B, C og D. Placering af boringerne fremgår af bilagene 2a, 2b, 2c og 2d, hvor boringerne er benævnt "B(nr.)".

Boringerne er dels placeret, hvor der kan forventes at være forurenede som følge af aktiviteter, som ofte ses at medføre forurening (f.eks. værksteder). I afsnit 4.2 er de potentielle forureningskilder i de pågældende områder kort opsummeret. Derudover er boringerne placeret i områder, hvor der muligvis er planer om at foretage bygge- og anlægsarbejde.

Boringerne er udført som enten 4" eller 6" uforede snegleboringer og er alle filtersatte, hvorved det er muligt at udtage vandprøver.

Ved borearbejdet har NIRAS foretaget syns- og lugtvurdering samt jordartsbeskrivelse af det opborede materiale. I hver boring er udtaget jordprøver af materiale fra de øvre 0,2 m, samt for hver ca. 0,5 meter. Der udtages dog som minimum jordprøver for hvert gennemboret

¹ På Christianiaområdet (tidl. Bådsmadsstrædets Kaserne) er det skønnet nødvendigt at medtage kviksølv i den generelle screening af jordlagene. Der har i Danmark været diskuteret forekomst af kviksølv på militære øvelsesterræner. Kviksølvet formodes ikke at have fundet i selve krudtet men i tændsatsen, hvor det har optrådt som initialsprængstof (knaldkviksølv-merkurifulminat/HgC₂N₂O₂). Brugen af knaldkviksølv har op til 2. verdenskrig været det vigtigste initialsprængstof. /ref. 14/

jordlag. For hver dybde er der udtaget tre jordprøver i henholdsvis Redcap-glas, tørstofpose og rilsanpose.

Efter henstand ca. et døgn ved stuetemperatur udførte NIRAS måling for flygtige organiske stoffer (PID-måling) for jordprøverne i rilsanposerne. På baggrund af PID-resultaterne, geologiske observationer samt oplysninger om udtagelsesstedet er et antal jordprøver sendt til kemisk analyse.

Boringerne er udført af S.E.G. Miljø i perioden 11-21/2-2008, og der er i alt udført 23 boringer. Fra boringerne er der udvalgt 32 jordprøver, som er analyseret for oliekomponenter, metaller og tjærestoffer (PAH'er) og 6 jordprøver, som er analyseret for oliekomponenter og BTEX'er (benzen, toluen, ethylbenzen og xylener).

Boringerne er blevet pejlet og efter renpumpning er der udtaget vandprøver til analyse i 18 af de 23 boringer. Vandprøverne er analyseret for BTEX'er, oliekomponenter og klorerede opløsningsmidler. Alle analyser er udført af laboratoriet Højvang.

4.1.3 Poreluftmålinger

Poreluften er betegnelsen for den luft, der findes mellem jordpartiklerne. Ved at måle forureningsindholdet i poreluften er det muligt at vurdere, hvorvidt afdampning af forurening fra poreluften gennem gulve til overliggende bygninger vil kunne udgøre en risiko for indeklimaet i bygningen. Tilsvarende kan poreluftmålinger anvendes til at vurdere, om afdampningen i uacceptabel grad vil kunne påvirke udeluften.

Der kan på Christianiaområdet være risiko for poreluftforurening ved tidligere værksteder, fabrikker, kemiske produktioner og olie-/benzinoplæg, hvor der er risiko for forurening med let fordampelige stoffer såsom BTEX'er (benzen, toluen, ethylbenzen og xylener) og klorerede opløsningsmidler.

Poreluftmålinger kan bl.a. foretages på følgende to måder:

- Indendørs (under gulv): Der bores et hul i gulvet. I hullet sættes en gummiprop hvori der tilsluttes en gummislange. Luften udtages i de kapillarbrydende lag umiddelbart under gulvet eller direkte fra jordlag under gulve.
- Udendørs: Der nedrammes et metalrør med løs spids i bunden til 1-1,5 m's dybde. Nedramningen foretages manuelt eller ved hjælp af elektrisk borehammer.

Målingerne er udført ved at tilsluttes en poreluftpumpe, og i hvert poreluftpunkt er foretaget måling af poreluftens indhold af flygtige

organiske komponenter ved PID (photoioniseringsdetektion). Luften er herefter suget igennem et kulrør, hvor eventuelle forureningskomponenter adsorberes. Kulrørene er sendt til akkrediteret analyse.

Der er foretaget poreluftmålinger i område D. Placering af målepunkterne for poreluft fremgår af bilag 2d, hvor målepunkterne er benævnt PL11-PL15.

Poreluftmålingerne er udført af NIRAS den 14/2, og der i alt udtaget poreluft 5 steder. Poreluften er analyseret for BTEX'er og klorerede opløsningsmidler på laboratoriet Højvang.

4.2 UDFØRT FELTARBEJDE

Undersøgelserne er udført i samarbejde med Christianias Byggekantor og omfatter som udgangspunkt følgende tre forhold:

- Til bestemmelse af forureningsniveauerne af den jord, der er risiko for direkte kontakt med, er der udtaget blandede jordprøver af de terrænnære jordlag.
- Derudover er der foretaget undersøgelser ved de potentielle forureningskilder, som ikke tidligere er undersøgt. Dette er foregået ved at udføre boringer, hvorfra der er udtaget jord- og vandprøver samt ved at udføre poreluftmålinger.
- Endelig er der i områder, hvor der er planer om muligvis at foretage bygge- og anlægsarbejde, udført boringer, hvorfra der er udtaget jordprøver og enkelte steder også vandprøver.

I nedenstående tabel 4.1 er oplyst en oversigt over det udførte feltarbejde. Tabellen er opdelt i delområder, og for hver undersøgt bygning/område er angivet de potentielle forureningskilder samt de forureningskomponenter, som kan forventes at være tilstede ved den pågældende kilde/aktivitet.

Udover nedenstående feltaktiviteter har det også været hensigten at udføre yderligere 8 boringer i område A (heraf 5 i området omkring Røde Sols Plads), 2 boringer mellem "Sundhedshuset" og "Løvehuset" i område C og 2 boringer ved køkkenhaverne i område E. Det har dog ikke været muligt at opnå Christianiternes tilladelse til udførelse af disse 12 boringer.

Som tidligere nævnt er der parallelt med nærværende undersøgelse udført to poreluftmålinger i "Fabrikken/Byens Lys" og én i "Lotushuset" samt én passiv indeklimamåling i "Glashuset" - alle i område C. Disse målinger er udført som supplement til den tidligere undersøgelse /ref. 15/ for at afdække risikoen for indeklimaet i disse bygninger. Resultaterne er disse målinger afreporteres særskilt.

Tabel 4.1: Oversigt over udførte undersøgelser

Placering	Potentielle forureningskilder	Forureningskomponenter	Feltaktivitet (prøvenr.)
Område A Flere steder Ifm. evt. kommende bygge- og anlægsarbejder	Generel belastning af overfladejorden Evt. opfyldning af tidligere vådområder samt deponering af forurennet jord	Tungmetaller og PAH'er Tungmetaller, olie og PAH'er	13 blandede jordprøver af terrænnære jordlag (BL16-BL27+BL30) 2 boringer filtersættes i grundvand for udtagning af vand- og jordprøver (B19 og B20)
Område B Ved "Loppen" Flere steder Jordbunke/vold Ifm. evt. kommende bygge- og anlægsarbejder	Bilværksted og veteranbilværksted: <i>Risiko for spild i og ved værksted samt evt. smøregrav og oplagspladser for olie, skrot og biler. Lækage fra evt. vaskeplads og kloak.</i> Generel belastning af overfladejorden Overskudsjord indeholdende byggeaffald lagt i en vold Evt. opfyldning af tidligere vådområder samt deponering af forurennet jord	Olie, benzin, tungmetaller, blyholdig syre og org. opløsningsmidler Tungmetaller og PAH'er Tungmetaller, olie, PAH'er og asbest Tungmetaller, olie og PAH'er	2 boringer filtersættes i grundvand for udtagning af vand- og jordprøver (B18 og B23) 14 blandede jordprøver af terrænnære jordlag (BL28-29, BL31-34 og BL36-43) 1 blandet jordprøve (JP3) 10 boringer filtersættes i grundvand for udtagning af vand- og jordprøver (B17, B21-22, B24-30)
Område C "Nissehuset" Ml. "Glashuset" og "Månefiskeren" "Glashuset"	Presseværksted: <i>Risiko for spredning af metalstøv fra støbe- og slibeprocesser. Risiko for udsivning af affedtningmidler. Oplag af olieprodukter (smøreolie) og produktionsaffald.</i> Metalstøberi/gløderi: <i>Risiko for spredning af metalstøv fra støbe- og slibeprocesser. Risiko for udsivning af affedtningmidler. Oplag af olieprodukter (smøreolie) og produktionsaffald.</i> Olietank: <i>Risiko for spild ifm. påfyldning samt lækage fra tank og rørføringer.</i> <i>Østlig ende af bygning ligger i område for tidl. maskinværksted:</i> Risiko for udsivning af affedtningmidler.	Smøreolie, tungmetaller, opløsningsmidler. Tungmetaller, tungere olier, diverse opløsningsmidler fra affedtning (aromatiske og klorerede). Fyringsolie Diverse opløsningsmidler fra affedtning (aromatiske og klorerede).	1 boring filtersættes i grundvand for udtagning af vand- og jordprøver (B34) 2 boringer filtersættes i grundvand for udtagning af vand- og jordprøver (B32-33) 2 boringer filtersættes i grundvand for udtagning af vand- og jordprøver (B31 og B35)

fortsættes...

Table 4.1 (continued): Overview of conducted investigations

Placering	Potentielle forureningskilder	Forureningskomponenter	Feltaktivitet (prøvenr.)
Område C Flere steder	Generel belastning af overfladejorden	Tungmetaller og PAH'er	11 blandede jordprøver af terrænnære jordlag (BL45-53, BL54A og BL54B)
Jordbunke/vold nord for "Nissehuset"	Overskudsjord lagt i en vold	Tungmetaller, olie og PAH'er	1 blandet jordprøve (JP2)
Legeplads ved "Indkøberen"	Forurennet jord under det ca. 10-20 cm udlagte sandlag	Tungmetaller, olie og PAH'er	1 blandet jordprøve (LP1)
Område D Grønnegade	Værksteder (herunder malerværksteder): <i>Flere af værkstedsaktiviteterne er ikke kendte. Det må formodes at der kan have været foregået fremstilling af diverse sprængstoffer, og at der er risiko for spild af malingsrester og opløsningsmidler</i>	Tungmetaller, tungere olier, diverse opløsningsmidler fra affedtning (aromatiske og klorerede).	5 poreluftprøver mellem bygningerne for måling af kulbrinter og opløsningsmidler (PL11-15) 4 borer filter sættes i grundvand for udtagning af vand- og jordprøver (B38-41)
Flere steder	Generel belastning af overfladejorden	Tungmetaller og PAH'er	6 blandede jordprøver af terrænnære jordlag (BL55-56, BL58-61)
Jordbunke/vold	Overskudsjord indeholdende byggeaffald lagt i en vold	Tungmetaller, olie, PAH'er og asbest	1 blandet jordprøve (JP1)
Område E Flere steder	Generel belastning af overfladejorden	Tungmetaller og PAH'er	14 blandede jordprøver af terrænnære jordlag (BL63-70, BL71A, BL71B og BL72-75)
Dyssen Legeområde	Generel belastning af overfladejorden	Tungmetaller og PAH'er	1 blandet jordprøve (LP2)
Strand	Generel belastning af overfladejorden	Tungmetaller og PAH'er	1 blandet jordprøve (LP3)
Autogena-have	Generel belastning af overfladejorden	Tungmetaller og PAH'er	1 blandet jordprøve ("Autogena-have")

5 Undersøgelsesresultater

I nærværende afsnit foretages indledningsvis en kort beskrivelse af de kriterier, som anvendes i forbindelse med vurdering af analyseresultaterne fra en forureningsundersøgelse.

Dernæst beskrives den i borerne konstaterede geologi, og endeligt vil analyseresultaterne blive behandlet ud fra en opdeling i de respektive delområder.

Resultaterne for de analyserede prøver er angivet i bilag 4, hvor der ligeledes er angivet Miljøstyrelsens kvalitetskriterier /ref.1/. Analyserapporterne er vedlagt i bilag 6. I bilag 7 er vedlagt feltskemaer udarbejdet i forbindelse med udtagning af poreluft- og vandprøver.

5.1 KVALITETSKRITERIER

Miljøstyrelsen opererer med kriterier for henholdsvis jord, grundvand og poreluft /ref.1/. Disse kriterier beskrives i de følgende afsnit.

5.1.1 Jord

Miljøstyrelsen har to kvalitetskriterier for jord (jordkvalitetskriteriet og afskæringskriteriet), som benyttes i forbindelse med risikovurdering i forhold til anvendelse af et forurenet areal til følsom anvendelse (herunder bolig, børneinstitution, legeplads, rekreativt område mv.).

Jordkvalitetskriteriet angiver det niveau, hvorunder jorden frit kan anvendes til den mest følsomme anvendelse såsom private haver, børnehaver og legepladser.

Afskæringskriteriet angiver det niveau, hvorover der skal foretages en fuldstændig afskæring fra jorden, så der ikke kan forekomme direkte kontakt med den forurenede jord. Afskæringskriteriet er kun fastsat for visse immobile og ikke-/svært nedbrydelige stoffer såsom tungmetaller og tjærestoffer.

Intervaller mellem jordkvalitetskriteriet og afskæringskriteriet benævnes *rådgivningsintervallet* og betragtes som ”lettere forurenet” i henhold til /ref. 16/. Forureninger over afskæringskriteriet betragtes derimod som ”kraftig forurenet”.

5.1.2 Grundvand

Grundvandskvalitetskriteriet er udarbejdet for magasiner, som indeholder grundvand, der udnyttes til drikkevandsforsyning, eller som vil kunne anvendes til drikkevandsforsyning. Vandanalyser sammenhol-

des med grundvandskvalitetskriterierne og ses en overskridelse, betragtes grundvandet som forurenet, uanset om det udnyttes til drikkevandsforsyning eller aldrig vil kunne forventes at blive udnyttet til drikkevand (f.eks. terrænnært grundvand).

5.1.3 Poreluft

Resultaterne af poreluftmålinger sammenholdes med Miljøstyrelsens *luftkvalitetskriterier*. Disse udtrykker det bidrag, som afdampningen fra jorden maksimalt må udgøre ved påvirkning af indeklimaet. Luftkvalitetskriterierne bruges alene til at beregne bidraget fra forurenet jord til den samlede forurening af indendørs luft og er således ikke udtryk for et overordnet kvalitetskriterium for indendørs luft.

Luftkvalitetskriterierne anvendes kun, når der er tale om følsom anvendelse såsom bolig og børneinstitution. Ved erhvervsbygninger skal vurderingen af indeklimaet ske i forhold til Arbejdstilsynets kriterier.

5.2 GEOLOGI

Ved de udførte borer er der konstateret 1-3,5 meter fyld bestående af ler, sand og grus/sten flere steder indeholdende tegl, slagge og enkelte potteskår. Fyldet underlejres flere steder i område B af tørv og organisk materialer (herunder planterester). Et enkelt sted (B28) er tørvelaget mere end 3,5 meter tykt.

Fyldet (og tørvelaget) underlejres flere steder af sand, som træffes i tykkelser på op til mere end 2,5 meter. Andre steder træffes moræneler umiddelbart under fyldlaget eller tørvelaget, og endelig træffes også flere steder moræneler under sandlaget.

Der er truffet vand i alle udførte borer, og vandstanden er pejlet til 0,3-1,8 m.u.t.

5.3 OMRÅDE A

I forbindelse med nærværende undersøgelse er der i område A udtaget blandede jordprøver af de terrænnære jordlag samt udført dybere borer. Placeringen af prøvetagningsstederne fremgår af bilag 2a.

5.3.1 Terrænnære jordprøver

Der er i område A udtaget 13 blandede jordprøver af de terrænnære jordlag. I bilag 5 er optegnet forureningsniveauerne i de undersøgte felter.

Jordforurening over afskæringskriteriet

I 4 af de 13 jordprøverne fra de terrænnære jordlag (BL17, 19, 21 og 24) blev der konstateret kraftig forurening over afskæringskriteriet. I BL17 blev der konstateret overskridelse af afskæringskriteriet for zink

(1700 mg/kg TS), mens der i BL19, BL21 og BL24 blev konstateret overskridelser af afskæringskriteriet for bly (550-850 mg/kg TS). Derudover blev der i BL24 konstateret overskridelser af afskæringskriteriet for zink (1000 mg/kg TS) og tjærestoffet benz(a)pyren (5,5 mg/kg TS).

Jordforurening i rådgivningsintervallet (lettere forurenede)

I de øvrige terrænnære jordprøver blev der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for bly, og for størstedelen af jordprøverne i område A blev der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for cadmium (op til 1,8 mg/kg TS), benz(a)pyren (op til 1,4 mg/kg TS) og summen af PAH'er (op til 33 mg/kg TS). Derudover blev der i BL20, BL24 og BL27 konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for kviksølv (op til 1,6 mg/kg TS).

Endelig er jordkvalitetskriteriet for totalkulbrinter overskredet i BL19 og BL30, hvor der hhv. er konstateret 140 og 400 mg totalkulbrinter/kg TS. Laboratoriet vurderer, at kulbrinterne svarer til tjære/asfalt/bitumen.

Ifølge gamle kort har der ved BL24 været en skydevold. Hvorvidt forureningen med tungmetaller i område A stammer fra eventuel udjævning af jorden fra skydevolden er uvist, men det er muligt. Der er desuden oplysninger om, at der omkring Røde Sols Plads har foregået afbrænding af affald, hvilket kan være medvirkende til de konstaterede forureninger med tungmetaller og tjærestoffer. Endelig er det sandsynligt, at lang tids påvirkning fra trafik, industri og afbrænding af træ, kul, koks mv. har bidraget til bly-, cadmium- og tjæreforureningerne af de terrænnære jordlag.

5.3.2 Boringer

I boring B19 er der 1,5 meter under terræn (m.u.t.) konstateret kraftig forurening med bly (650 mg/kg TS) og kviksølv (3,2 mg/kg TS) over afskæringskriterierne. Forureningen forventes at stamme fra fyldjorden. I vandprøven fra B19 blev der konstateret et indhold af kulbrinter på 71 µg/l, hvilket er en overskridelse af grundvandskvalitetskriteriet på 8 gange. Det er primært tale om tunge kulbrinter (C₂₅-C₄₀), men der er også konstateret mellemtunge kulbrinter (C₁₀-C₂₅).

Boring B20 er placeret ved et værksted, hvor der tidligere er konstateret en olieforurening. I boringen blev der 1,0-2,5 m.u.t. observeret olielugt i jorden. Derudover blev der i dybden 1,5-3,0 m.u.t. konstateret forhøjet PID-udslag, hvilket indikerer forurening med letfordampelige forureningskomponenter. Jordprøven fra 1,5 m.u.t. viste indhold af totalkulbrinter på 1700 mg/kg TS, hvor jordkvalitetskriteriet er på 100 mg/kg TS. Laboratoriet vurderer, at forureningen stammer fra diesel-/fyringsolie. Olieforureningen synes afgrænset til 2,5 m.u.t.,

hvor koncentrationen er 120 mg/kg TS. Dette bekræftes af PID-niveauerne, som reduceres betydeligt fra 3,0 til 3,5 m.u.t. Forureningen er ikke blevet horisontalt afgrænset i forbindelse med nærværende undersøgelse.

Der er i boring B20 ligeledes konstateret forurening med diesel-/fyringsolie i en vandprøve udtaget 1-3 m.u.t. Der er målt 540 µg/l totalkulbrinter, hvilket er en væsentlig overskridelse af grundvandskvalitetskriteriet, som er på 9 µg/l.

5.4 OMRÅDE B

I forbindelse med nærværende undersøgelse er der i område B udtaget blandede jordprøver af de terrænnære jordlag samt udført en række dybere boringer. Placeringen af prøvetagningsstederne fremgår af bilag 2b.

5.4.1 Terrænnære jordprøver

I område B er der udtaget 14 blandede jordprøver af de terrænnære jordlag. I bilag 5 er optegnet forureningsniveauerne i de undersøgte felter.

Jordforurening over afskæringskriteriet

Som den eneste blandede terrænnære jordprøve i område B blev der i BL32 konstateret kraftig forurening over afskæringskriteriet, idet der blev målt benz(a)pyren i koncentrationen 6,0 mg/kg TS. Prøven er udtaget på ”Prærien”, hvor der visuelt blev konstateret byggeaffald, og det er sandsynligt, at forurening stammer fra fyldjorden. Jordprøven blev analyseret for asbest pga. byggeaffaldet, men indeholdt ikke asbest.

Jordforurening i rådgivningsintervallet (lettere forurennet)

I de øvrige terrænnære jordprøver i område B blev der (med undtagelse af BL33) konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for bly (op til 320 mg/kg TS), og for størstedelen af de blandede jordprøver i område B blev der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for benz(a)pyren (op til 2,4 mg/kg TS). Desuden blev der i 6 jordprøver konstateret overskridelser af kriteriet for cadmium (op til 1,3 mg/kg TS) og sum PAH (op til 33 mg/kg TS).

Derudover i BL29, BL32, BL39 og BL43 konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for kviksølv (op til 1,8 mg/kg TS).

Det skal bemærkes, at BL34 er udtaget på en legeplads. Jordprøven er udtaget under sandlaget, som var ca. 10 cm tykt. Der blev her udelukkende konstateret lettere forurening med bly (110 mg/kg TS) og cadmium i størrelsesordenen af jordkvalitetskriteriet.

Kun i BL33, blev der ikke konstateret forurening. Denne blandprøve er udtaget på amfiteateret (i bunden såvel som siderne). Jorden var her mere leret end i de øvrige blandede jordprøver, og der blev ikke konstateret tegn på affald. Jordprøverne er imidlertid udtaget i de øverste 10 cm jord, hvorfor det ikke kan udelukkes, at der under den rene jord findes forurenede jord. Christianitter har oplyst, at amfiteateret er opført af overskudsjord opgravet forskellige (ikke nærmere definerede) steder på Christianiaområdet. Det har ikke været muligt at få af/bekræftet, om en del af jorden i amfiteateret stammer fra et tidligere jorddepot med forurenede jord på Carl Madsens Plads. Ifølge Christianias byggekantor er opbygningen af amfiteateret afsluttet med at udlægge ren jord, hvilket bekræftes af analyse af blandprøve BL33.

Jordbunke/vold

Nordvest for "Prærien" blev der observeret en ca. 1,5 meter høj vold af jord, som visuelt indeholdt byggeaffald. Jordprøven (JV3) viste lettere forurening med bly (180 mg/kg TS), kviksølv (1,0 mg/kg TS) og benz(a)pyren (0,59 mg/kg TS). Jordprøven blev analyseret for asbest pga. byggeaffaldet, men indeholdt ikke asbest.

5.4.2 Boringer

I område B er der i jordprøverne udtaget fra borerne generelt konstateret jordforurening med bly og kviksølv. Dog er der i boring B28 ikke konstateret kviksølv over jordkvalitetskriteriet. Med undtagelse af B17 og B28 er der konstateret overskridelse af afskæringskriteriet for bly og/eller kviksølv, som er målt i koncentrationer på op til henholdsvis 960 og 14 mg/kg TS.

Langt de fleste steder er bly og kviksølv også de eneste konstaterede forureningskomponenter. Disse forureninger kan eventuelt forventes at stamme fra opfyldningen af vådområderne i området samt opfyldning i forbindelse med eventuel terrænregulering.

Ved "Loppen" er der to steder oplysninger om bilværksteder. Boring B18 er udført ved et bilværksted, mens B23 er udført ved et veteranbilsværksted. Der er i disse borer ikke konstateret tegn på forurening i form af olie i jorden. I en vandprøve fra B18 er der derimod konstateret benzen i størrelsesordenen af grundvandskvalitetskriteriet, mens der i B23 er konstateret en kulbrinte-forurening i størrelsesordenen af grundvandskvalitetskriteriet. Hvorvidt disse forureninger stammer fra olie- eller benzinspild i forbindelse med værkstederne er uvist.

I de borer, som ikke er placeret ved nogle egentlige potentielle kilder til forurening, er der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for totalkulbrinter i borerne B24 (4,0 m.u.t.), B29 (0,5 m.u.t.) og B30 (1,5 m.u.t.). Der blev målt op til 2,4 gange kriteriet for

totalkulbrinter, og der er således tale om mindre forureninger. Laboratoriet vurderer, at kulbrinterne svarer til tjære/asfalt.

Der er jævnt fordelt over delområde B konstateret overskridelser af grundvandskvalitetskriteriet for totalkulbrinter, som er på 9 µg/l. Det drejer sig om B24 (110 µg/l), B26 (23 µg/l), B28 (34 µg/l) samt B29 (390 µg/l). Derudover er der i B26 og B29 konstateret overskridelser af grundvandskvalitetskriteriet for benzen på op til to gange kriteriet. Disse forureninger med totalkulbrinter og benzen kan ikke umiddelbart tilskrives nogle kendte kilder, som kan forventes at have medført forurening.

5.5 OMRÅDE C

I forbindelse med nærværende undersøgelse er der i område C udtaget blandede jordprøver af de terrænnære jordlag samt udført en række dybere borer. Placeringen af prøvetagningsstederne fremgår af bilag 2c.

5.5.1 Terrænnære jordprøver

I område C er der udtaget 11 blandede jordprøver af de terrænnære jordlag. I bilag 5 er optegnet forureningsniveauerne i de undersøgte felter.

Jordforurening over afskæringskriteriet

I 4 af jordprøverne fra de terrænnære jordlag (BL50, 51, 53 og 54A) blev der konstateret kraftig forurening over afskæringskriteriet. I BL50 blev der konstateret overskridelse af afskæringskriteriet for benz(a)pyren (4,3 mg/kg TS), mens der i BL53 blev konstateret overskridelser af afskæringskriteriet for bly (650 mg/kg TS). Derudover blev der i BL51 og BL54A konstateret overskridelser af afskæringskriteriet for nikkel (32-41 mg/kg TS), og i BL51 blev der ligeledes konstateret overskridelser af afskæringskriteriet for zink (1300 mg/kg TS).

BL51 er udtaget på et ubefæstet areal (dvs. ikke belagt med fliser, asfalt mv.) bag ved "Fabrikken/Byens Lys". Denne bygning blev tidligere benyttet til metalstøberi, og det er sandsynligt, at den kraftige forurening med zink og nikkel kan stamme herfra.

I området ved BL50 har der tidligere været et gløderi og et mindre metalstøberi. I den forbindelse må der forventes at have foregået afbrænding af kul, koks eller træ, og forureningen med tjærestoffet benz(a)pyren i BL50 kan muligvis stamme fra deponering af afbrændt brændsel.

De kraftige forureninger ved BL53 og BL54A kan ikke umiddelbart forklares, men i forbindelse med prøvetagningen blev det konstateret,

at jorden i BL54A synede forurenet (mørk og indeholdte evt. slagger). Til sammenligning blev der ikke visuelt konstateret tegn på forurening eller affald i BL54B, umiddelbart nord for BL54A.

Jordforurening i rådgivningsintervallet (lettere forurenet)

I de øvrige terrænnære jordprøver i område C blev der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for bly (op til 350 mg/kg TS). For størstedelen af de blandede jordprøver i område C blev der desuden konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for cadmium (op til 1,4 mg/kg TS) og benz(a)pyren (op til 1,9 mg/kg TS).

Derudover blev der i BL45-46, BL52-53 samt BL54B konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for kviksølv (op til 2,7 mg/kg TS). Yderligere sås også overskridelser af jordkvalitetskriteriet for zink og sum PAH'er i enkelte boringer.

Ved en tidligere undersøgelse blev der i prøverne BL9-13 (se kortet i bilag 2c) konstateret kraftig forurening med kviksølv (over afskæringskriteriet) i de terrænnære jordlag. De blandede jordprøver i område C, hvor der ved nærværende undersøgelse konstateres kviksølvsforurening, ligger alle tættere på området, hvor der tidligere blev konstateret kviksølv i jorden, end de jordprøver, hvor der ikke konstateres kviksølv. Det synes derfor sandsynligt, at kviksølvsforureningerne er relaterede. Hvordan kviksølvet er spredt er uvist, men det kan for eksempel være sket ved flytning af forurenet jord fra den tidligere skydebane ved BL9-13 eller det kan være spredt med jordpartikler/støv via luften (jordpartikler/støv).

Det er sandsynligt at de terrænnære forureninger med metaller og tjærestoffer stammer fra de tidligere aktiviteter på Christianiaområdet (f.eks. metalstøberi, maskinværksted, gløderi, presseværksted og smedie), hvor metalstøv, brændselsaffald (aske) og produktionsaffald kan være spredt i området. Endelig er det sandsynligt, at lang tids påvirkning fra trafik, industri og afbrænding af træ, kul, koks mv. har bidraget til bly-, cadmium- og tjæreforureningerne af de terrænnære jordlag.

I område C blev der ved nærværende undersøgelse konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for totalkulbrinter i BL47, BL49 og BL51. Den kraftigste forurening er målt i BL47 (560 mg/kg TS). Forureningssammensætningen vurderes af laboratoriet at svare til asfalt/bitumen. Denne jordprøve er udtaget i en ½-1 meter høj jordbunke med jord, som er blevet tilovers i forbindelse med byggearbejder i området.

Legeplads

På en legeplads overfor ”Indkøberen” blev der udtaget en blandet jordprøve under sandlaget, som var ca. 20 cm tykt. Jordprøven (LP1) viste lettere forurening med bly (330 mg/kg TS), kviksølv (2,1 mg/kg TS), benz(a)pyren (1,1 mg/kg TS) og sum PAH (6,6 mg/kg TS). Derudover blev der konstateret 310 mg/kg totalkulbrinter med en sammensætning svarende til tjære/asfalt.

Jordbunke/vold

Nord for ”Nissehuset” blev der observeret en mindre vold af jord, som er oplyst at stamme fra området. Jordprøven (JV2) viste lettere forurening med bly (200 mg/kg TS), cadmium (0,93 mg/kg TS), zink (970 mg/kg TS) og benz(a)pyren (0,45 mg/kg TS). Jorden i volden adskiller sig således tydeligt fra den nærliggende BL48, hvor der kun blev konstateret forurening med bly og benz(a)pyren i størrelsesordenen af jordkvalitetskriteriet.

5.5.2 Boringer

I boring B31 og B32 er der konstateret kraftig forurening over afskæringskriteriet for bly (op til 540 mg/kg TS) og zink (op til 4300 mg/kg TS). Derudover er der konstateret kviksølv over afskæringskriteriet i B31 og B35 (begge 3,9 mg/kg TS) samt benz(a)pyren og PAH'er (tjærestoffer) over afskæringskriteriet i B32. Forureningerne med metaller og tjærestoffer forventes at være knyttet til fyldjorden, som igen forventes at være forurennet fra de tidligere aktiviteter i området (f.eks. metalstøberi, presseværksted), hvor metalstøv, brændselsaffald (aske) og produktionsaffald kan være spredt i området.

Ved det tidligere maskinværksted er der i B31 konstateret en mindre overskridelse af kvalitetskriteriet for totalkulbrinter (240 mg/kg TS). Laboratoriet vurderer, at kulbrinteindholdet svarer til tjære/asfalt. Der er dog ikke konstateret indhold af totalkulbrinter i vandprøven fra B31.

Der er derimod konstateret overskridelse af grundvandskvalitetskriteriet for totalkulbrinter i boringerne B32-B35. Højeste indhold er konstateret i B32, hvor der blev målt 130 µg/l. Der er primært tale om tunge (C₂₅-C₃₅) og mellem tunge (C₁₀-C₂₅) kulbrinter, som laboratoriet oplyser ikke kan identificeres i forhold til et kendt produkt. Der kan måske være tale om smøreolie, som kan være anvendt i forbindelse med de tidligere værkstedsaktiviteter.

I boringerne B33 og B34 er der konstateret indhold af klorerede opløsningsmidler på henholdsvis 2,9 og 10 µg/l triklorethylen (TCE). Dette er en overskridelse af grundvandskvalitetskriteriet, som er på 1 µg/l for det samlede indhold af klorerede opløsningsmidler. Derud-

over er der i området tidligere konstateret TCE i boring AB-B2, hvor der blev målt 16 µg TCE/l /ref. 15/.

Klorerede opløsningsmidler har ofte været anvendt som affedtningsmidler, og de konstaterede TCE-forureninger kan således forventes at stamme værkstedsaktiviteterne, hvor der kan formodes at have foregået affedning.

5.6 OMRÅDE D

Ved nærværende undersøgelse er der i område D udtaget blandede jordprøver af de terrænnære jordlag samt udført dybere boringer og poreluftmålinger. Placeringen af prøvetagningsstederne fremgår af bilag 2d.

5.6.1 Terrænnære jordprøver

I område D er der udtaget 6 blandede jordprøver af de terrænnære jordlag. I bilag 5 er optegnet forureningsniveauerne i de undersøgte felter.

Jordforurening over afskæringskriteriet

I 4 af jordprøverne fra de terrænnære jordlag (BL56 og BL59-61) blev der konstateret kraftig forurening over afskæringskriteriet for bly. Den kraftigste blyforurening blev konstateret i BL59 (4100 mg/kg TS). I BL59 blev der desuden konstateret forurening over afskæringskriteriet for cadmium (5,8 mg/kg TS), nikkel (97 mg/kg TS) og zink (5700 mg/kg TS). BL59 er udtaget i en have umiddelbart øst for "Rådhuset".

Jordforurening i rådgivningsintervallet (lettere forurennet)

I de øvrige terrænnære jordprøver blev der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for bly, cadmium og tjærestoffet benz(a)pyren. Med undtagelse af BL61 blev der ligeledes konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for zink. I tre jordprøver, blev der konstateret overskridelser for sum PAH, og i BL56 blev der konstateret kviksølv i et niveau på grænsen til afskæringskriteriet (2,9 mg/kg TS).

Endelig blev der i BL55-56, BL59 og BL61 konstateret overskridelse af jordkvalitetskriteriet for totalkulbrinter (op til 340 mg/kg TS). Laboratoriet vurderer, at de konstaterede kulbrinteforureninger svarer til tjære/asfalt.

Ifølge gamle kort har der i Forsvarets tid været et blykuglestøberi vest for "Omeletten/Mælkebøtten", og det er meget sandsynligt at de kraftige blyforureninger stammer herfra (f.eks. kan der være udlagt produktionsaffald i området eller der kan være sket en spredning af bly-

støv). Endelig er det sandsynligt, at lang tids påvirkning fra trafik, industri og afbrænding af træ, kul, koks mv. har bidraget til bly-, cadmium- og tjæreforureningerne af de terrænnære jordlag.

5.6.2 Boringer

Der er i område D udført fire boringer ved de tidligere værksteder/malerværkstedbygninger i Grønnegade. I overfladeprøverne (0,2 meter under terræn) blev der generelt konstateret lettere forurening med metallerne bly, cadmium, zink og kviksølv. Dog blev der i B41 konstateret overskridelser af afskæringskriteriet for bly (målt 710 mg/kg TS) og zink (målt 2100 mg/kg TS).

Det er sandsynligt, at det tidligere blykuglestøberi vest for ”Omeletten/Mælkebøtten”, har bidraget til blyforureningerne i Grønnegade, hvor forureningen kan være spredt til i form af støv, eller der kan være udlagt produktionsaffald i området.

Af gamle kort fra 1923 og 1956 er der omkring Grønnegade angivet ”Fænghættværksteder”, og ved boring B41 er der angivet ”Tromlekamre”. Desuden er der på volden umiddelbart ud for B40 og B41 angivet ”Knaldkviksølvsmagasiner”. Det er uvist, hvad disse aktiviteter har indebåret. Det er dog sandsynligt, at zink-forureningen kan relateres til fænghættværkstederne, og at kviksølv-forureningerne kan relateres til kviksølvsmagasinerne.

Ud over metaller er der i boringerne konstateret tjærestoffer i form af benz(a)pyren og sum PAH over jordkvalitetskriteriet. I B39, B40 og B41 blev der ligeledes konstateret indhold af totalkulbrinter på op til 540 mg/kg TS, og laboratoriet vurderer, at disse kulbrinter svarer til tjære/asfalt. I det terrænnære grundvand er der ligeledes konstateret forurening med kulbrinter på op til 46 µg/l. I B39 og B40 vurderer laboratoriet, at kulbrinterne svarer til tjære/asfalt, idet der på chromatogrammerne er tydelig angivelse af tjærekomponenterne pyren, fluoranthen og benz(a)pyren. Det er sjældent, at der konstateres tjære/asfalt i vandprøver, da disse anses for at være svært vandopløselige.

Det er uvist om tjæreforureningerne kan stamme fra de tidligere aktiviteter i området (f.eks. tromlekamrene), men det er sandsynligt, at lang tids påvirkning fra trafik, industri og afbrænding af træ, kul, koks mv. har bidraget til tjæreforureningerne af de terrænnære jordlag, ligesom påvirkningen må forventes at have bidraget til forureningen med bly og cadmium.

I det terrænnære grundvand er der desuden konstateret spor af klorede opløsningsmidler i form af triklorethylen (TCE) og tetraklorethylen (PCE) samt benzen. Disse stoffer kan stamme fra affedtning i forbindelse med værkstedsaktiviteterne (se nedenfor).

5.6.3 Poreluftmålinger

Der er i område D udført fem poreluftmålinger i Grønnegade ved de tidligere værksteder/-malerværkstedbygninger.

De fem udførte poreluftmålinger er benævnt PL11-PL15. Der er i PL11 konstateret overskridelse af luftkvalitetskriteriet for klorerede opløsningsmidler. Målepunkterne indeholder triklorethylen (TCE) på henholdsvis 4 og 31 gange kriteriet, mens der i PL12 er målt indhold af tetraklorethylen (PCE) på 7 gange kriteriet.

Derudover er der i PL11, PL12, PL14 og PL15 konstateret overskridelse af luftkvalitetskriteriet for benzen på op til 13 gange.

Det er i forbindelse med værkstedsaktiviteter og malerværksteder risiko for forurening med klorerede opløsningsmidler og benzen, der ofte har været anvendt som affedtningsmidler. Det er således mulighed for, at de konstaterede forureninger kan stamme værkstedsaktiviteterne. Værkstedsaktiviteterne har imidlertid ikke foregået i mange år (der foreligger ikke oplysninger om, at de har foregået i Christianias periode).

Der er tidligere konstateret forurening med triklorethylen i området ved det tidligere blykuglestøberi (80-100 meter mod vest-sydvest), hvor der blev målt op til 22 µg TCE/m³ /ref. 15/ (dvs. 22 gange kriteriet).

5.7 OMRÅDE E

Nærværende undersøgelse har i område E udelukkende omfattet udtagning af blandede jordprøver fra de terrænnære jordlag. Placeringen af prøvetagningsstederne fremgår af bilag 2e.

5.7.1 Terrænnære jordprøver

I område E er der udtaget 14 blandede jordprøver af de terrænnære jordlag. I bilag 5 er optegnet forureningsniveauerne i de undersøgte felter. Det skal imidlertid bemærkes, at BL71A og BL71B begge er udtaget på ridebanen henholdsvis i øvre (mudrede) lag, dvs. ca. øverste 10 cm, og i det mere faste lag ca. 25 cm under terræn. I det faste lag blev der konstateret byggeaffald.

Jordforurening over afskæringskriteriet

I 6 af jordprøverne fra de terrænnære jordlag blev der konstateret kraftig forurening over afskæringskriteriet for enten bly, nikkel, zink eller kviksølv. Der ses imidlertid ingen geografisk sammenhæng mellem de konstaterede forureninger, og der er stor forskel på, hvilke forureningskomponenter, der findes i de forskellige jordprøver

Jordforurening i rådgivningsintervallet (lettere forurennet)

I samtlige terrænnære jordprøver i område E blev der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for bly (i BL63 og BL75 dog også overskridelse af afskæringskriteriet).

Med undtagelse af prøverne udtaget i området omkring ridebanen og på voldene er der konstateret lettere forurening med cadmium, og der er flere steder også konstateret lettere forurening med zink og kviksølv. Med undtagelse af BL70 og BL71 er der overalt konstateret lettere forening med tjærestoffer (benz(a)pyren og/eller PAH'er).

Ved en tidligere undersøgelse /ref. 15/ blev der ved "Krudthuset" udtaget to blandede jordprøver (BL1 og BL2), som viste at de terrænnære jordlag begge steder var lettere forurennet med bly, cadmium og kviksølv, mens BL2 ligeledes var kraftig forurennet med nikkel og benz(a)pyren. Den pågældende forurening forventes at stamme fra opfyldningen af voldgraven omkring det tidligere krudtmagasin. Det skal bemærkes, at der i 1998 er foretaget en udskiftning af de terrænnære jordlag nord for "Krudthuset" på den del af opfyldningen, som udgøres af legearealet for børneinstitutionen Børneengen (se afsnit 3.1.). Christianias byggekantor har endvidere oplyst, at der er ligeledes er udskiftet jord i et område mellem ridebanen og "Kommandørhuset".

Ved tidligere undersøgelser i område E er der også konstateret kraftig kviksølvsforurening (op til 110 mg/kg TS) i haverne til Nordområdet 228-232 og deres naboer (BL3-BL7) /ref. 11,15/.

Det er uvist, hvorfra kviksølvsforureningen samt størstedelen af de øvrige konstaterede forureninger stammer, men en del af forureningen stammer sandsynligvis fra Forsvarets aktiviteter i området, hvor metalstøv, ammunitionsdele, brændselsaffald (aske) og produktionsaffald kan være spredt i området.

Omkring "Krudthuset" fandtes tidligere en voldgrav, som på et tidspunkt er blevet opfyldt. Den store variation i forureningsbilledet stemmer godt overens med, at opfyldningen kan være sket med jord af forskellig oprindelse og dermed forskellig forurenings sammensætning.

Endelig er det sandsynligt, at lang tids påvirkning fra trafik, industri og afbrænding af træ, kul, koks mv. har bidraget til bly-, cadmium- og tjæreforureningerne af de terrænnære jordlag.

5.8 DYSSSEN

5.8.1 Terrænnære jordprøver

På Midtdyssen er der i haven ved "Autogena" konstateret lettere forurening med bly, cadmium, zink, benz(a)pyren og sum PAH i en blandet jordprøve. Med undtagelse af bly (290 mg/kg TS) og benz(a)pyren (0,67 mg/kg TS) ligger forureningsniveauerne i størrelsesordenen af jordkvalitetskriteriet. Ved en tidligere forureningsundersøgelse på Voldanlægget blev der ved "Autogena" konstateret kraftig forurening med zink (2100 mg/kg TS) samt lettere forurening med bly, cadmium og tjærestoffer (benz(a)pyren og sum PAH) /ref. 11/

På Norddyssen er der på en nyetableret legeplads udtaget en blandet jordprøve (LP2). Prøven viser lettere forurening med bly (84 mg/kg TS), cadmium (1,4 mg/kg TS) og zink (630 mg/kg TS).

På Norddyssen er der ligeledes ved et strandområde udtaget en enkelt blandprøve (LP3). Der blev ikke konstateret forurening i denne jordprøve, hvilket stemmer godt overens med, at der hvert år tilføres nyt sand til stranden, idet sandet skrider ud i Stadsgraven. En eventuel jordforurening kan dog findes under det tilførte sand.

Ved den tidligere forureningsundersøgelse på Voldanlægget /ref. 11/ blev der i området, hvor LP2 og LP3 er udtaget, konstateret lettere forurening med bly, cadmium, benz(a)pyren og sum PAH i koncentrationer på op til 3,5 gange jordkvalitetskriteriet.

Det er uvist, hvorfra de konstaterede forureninger på Dyssen stammer.

6 Vurdering

6.1 KONTAKTRISIKO

Kontakt med forurennet jord er forbundet med en vis sundhedsmæssig risiko. Den type jordforurening, som er konstateret i nærværende undersøgelse, giver ikke anledning til akut risiko, men ved længere tids påvirkning kan kontakt med jorden udgøre et sundhedsmæssigt problem.

Nedenfor er angivet de risici, som kontakt med en række stoffer, kan medføre.

Bly skader især hjerne- og nervesystemet, og børn er særligt følsomme for blys skadespåvirkninger. Indtagelse af selv små mængder bly har vist sig at påvirke børns indlæringsevne, hørelse og adfærd.

Cadmium ophobes især i leveren og nyrerne, og det kan i særlige tilfælde føre til nyresvigt, knogleskørhed, lungeforandringer og kræft.

Kviksølv kan ophobes i kroppen og påvirke nervesystemet.

Kobber-forbindelser er giftige for organismer i vand. Drikkevand forurennet med kobber fra vandrør kan især give diarré hos nyfødte og småbørn. Kobber kan endvidere udgøre en risiko ved graviditet. Dette skyldes, at kobber kan passere moderkagen og påvirke udviklingen af centralnervesystemet hos fosteret negativt.

Tjærestoffer kan give hudirritation, udslæt og overfølsomhed. Desuden er visse tjærestoffer kræftfremkaldende.

Der er i nærværende undersøgelse konstateret jordforurening med alle disse stoffer med undtagelse af chrom, og flere steder er der konstateret niveauer over afskæringskriteriet.

Kraftige forureninger over afskæringskriteriet

Der er flere steder i de terrænnære jordlag konstateret kraftig forurening over afskæringskriteriet, hvilket betyder, at al direkte kontakt med jorden bør undgås de pågældende steder. De pågældende områder fremgår af bilag 5, hvor de er markeret med orange farve. I borerne er der enkelte steder også foretaget analyse af de terrænnære jordlag repræsenteret ved prøven 0,2 meter under terræn (m.u.t.). I B41 er der i denne dybde også konstateret jordforurening over afskæringskriteriet.

Udover de terrænnære forureninger er der også konstateret en dybere liggende og kraftig forureninger over afskæringskriteriet - specielt i område B. Disse forureninger er generelt ikke afgrænset opadtil, og det kan derfor ikke udelukkes, at tilsvarende niveauer kan træffes i overfladejorden. Det er imidlertid risiko for kontakt med kraftig forurenede jord, hvis der graves i jorden.

Ved meget forurenede jord (dvs. over afskæringskriteriet) vil miljømyndigheden fjerne forureningen eller sikre, at der ikke er kontakt til bar jord. Der kan imidlertid være mange år, før Region Hovedstaden når at oprense alle forureninger på forurenede boligområder herunder Christianiaområdet. I den mellemliggende periode kan det anbefales, at følge de råd, som er angivet nedenfor under "*lettere jordforurening*".

Hvis der skal ske bygge- og anlægsaktiviteter eller ændring til mere følsom arealanvendelse (boliger, børneinstitution m.m.) kan en eventuel bygherre blive pålagt vilkår om oprensning.

Lettere jordforurening

Udover de kraftige forureninger, som er omtalt ovenfor, er der overalt i de terrænnære jordlag indenfor de undersøgte delområder konstateret lettere forurening. Dette betyder, at forureningen ligger i intervallet mellem jordkvalitetskriteriet og afskæringskriteriet. Nogle steder er forureningen konstateret i overfladjorden, og nogle steder er den konstateret lidt dybere.

Der er ikke udtaget overfladeprøver overalt. Det anbefales derfor, at al overfladejord, hvor der ikke tidligere er konstateret kraftig forurening, eller hvor jorden vides at være udskiftet med ren jord, betragtes som lettere forurenede.

Sammen med embedslægerne og de kommunale børnelæger har Miljøkontrollen fastlagt fire råd for børns udendørs leg i daginstitutioner med lettere forurenede jord:

1. Vask hænderne hver gang, du har været ude at lege. Vask altid hænder inden måltiderne. Er du på tur, så brug gerne en våd engangsklud eller en vådserviet til at få hænderne fri for snavs.
2. Tør skoene af for jord og sand, før du går ind.
3. Skift sko, når du går indenfor.
4. Dyrk grøntsager i ren jord, hvis børnene skal være med til at så, luge og høste.

Vi anbefaler, at voksne også følger reglerne, og at beboerne på Christianiaområdet navnlig er opmærksomme på disse regler ved børns leg på ikke flise-/asfaltbelagte udenomsarealer.

6.2 INDE- OG UDEKLIMA

Der er i nærværende undersøgelse udelukkende udført poreluftmålinger i område D ved tidligere værksted og malerværksted langs Grønnegade. I det pågældende område findes en række mindre bygninger, hvor nogle af dem er fra Forsvarets periode, mens andre er opført i Christianias periode. Bygningerne anvendes i dag til beboelse (følsom anvendelse) ligesom bygningerne på den anden side af Grønnegade.

I poreluften er der konstateret klorerede opløsningsmidler i form af triklorethylen (TCE) og tetraklorethylen (PCE) i koncentrationer på op til 31 gange luftkvalitetskriteriet (PL12). Derudover er der konstateret benzen på op til 13 gange kriteriet (PL15). Disse forureningskomponenter kan dampe op i overliggende bygninger.

Der sker imidlertid en reduktion i forbindelse med, at forureningen transporteres gennem bygningens gulv. Som tommelfingerregel vurderes poreluftkoncentrationer på under 100 gange luftkvalitetskriteriet ikke at udgøre en risiko for indeklimaet ved relativt tætte og moderne gulvkonstruktioner /ref. 13/. Det skal imidlertid bemærkes, at de aktuelle bygninger, hvor poreluftforureningerne er konstaterede, er lettere og baraklignende bygninger, hvor nogle endda er opført på pæle. Gulvkonstruktionerne forventes ikke at kunne betragtes som tætte og moderne. Til gengæld forventes luftskiftet i og under bygningerne at være forholdsvist højt, og da forureningsniveauerne er relativt lave, vurderes de konstaterede poreluftkoncentrationer ikke at give anledning til indeklimaproblemer i de pågældende bygninger.

Ved "Nissehuset" i område C er der i en vandprøve fra boring B34 konstateret indhold af TCE. Da TCE betragtes som let fordampelig kan der være risiko for, at det kan dampe ind i overliggende bygninger. Til vurdering af dette er der foretaget beregninger i Miljøstyrelsens JAGG-program på baggrund af den konstaterede koncentration af TCE i vandet (se bilag 8).

Af boreprofilen for B34 fremgår det, at der over filteret er truffet ler, sand og grus med betydelige betonstykker. Beregningerne er derfor foretaget ud fra et scenarie for sand og et scenarie for ler. Beregningerne viser, at der i tilfældet, hvor jorden antages at være ler, ikke vil være risiko for indeklimaproblemer som følge af afdampning af TCE fra grundvandet. Derimod viser beregninger, hvor jorden antages at bestå af sand, at luftkvalitetskriteriet overskrides 6 gange en overliggende bygning. Der kan således på baggrund af nærværende undersø-

gelse ikke afvises at være et indeklimaproblem i ”Nissehuset”, som benyttes til beboelse.

I boring B33 (vest for ”Månefiskeren”) er der ligesom i B34 konstateret TCE i grundvandet. Ved JAGG-beregninger fås en mindre overskridelse på 2 gange luftkvalitetskriteriet, hvilket indikerer, at der i en bygning ovenpå denne forurening, er en risiko for indeklimaproblemer som følge af afdampning fra jorden. De omkringliggende bygninger benyttes imidlertid ikke til følsom anvendelse, såsom bolig eller børneinstitution, men derimod til erhverv. For erhverv gælder Arbejdstilsynets grænseværdier, som er væsentlig højere end luftkvalitetskriteriet, hvorfor den pågældende forurening ikke vurderes at udgøre en risiko for anvendelse af de omkringliggende bygninger til erhverv.

Der er i nogle af vandprøverne konstateret benzen. Ifølge JAGG vil der kunne opstå et indeklimaproblem som følge af afdampning, såfremt der i vandet konstateres mere end 0,5 µg/l benzen (der regnes i den forbindelse konservativt med, at afdampningen foregår gennem 2 meter sand). Der vil således være en teoretisk risiko for bygninger i nærheden af B18, B24, B26 og B28.

6.3 GRUNDVAND

De konstaterede grundvandsforureninger med trikllorethylen, totalkulbrinter og vurderes at udgøre en risiko for grundvandet i området. Da der er tale om et område med begrænsede drikkevandsinteresser vurderes den konstaterede forurening dog ikke at udgøre et problem for drikkevandsforsyningen i området.

6.4 RECIPIENTER

Der er ikke udtaget prøver af vandet i magasindammene eller i Stadsgraven. Det kan ikke udelukkes, at disse recipienter kan være påvirkede af de kraftige jordforureninger.

7 anbefalinger

Der er konstateret et indhold af det klorerede opløsningsmiddel triklorethylen i grundvandet i en boring umiddelbart nordøst for "Nissehuset". Det konstaterede indhold vurderes at kunne medføre en poreluftkoncentration, der kan give et uacceptabelt bidrag til indeklimaet i beboelsesbygningen. For at afdække risikoen for eventuelle indeklimaproblemer ved "Nissehuset" anbefales det, at der udføres 2 poreluftmålinger ud for "Nissehuset" i retning af det tidligere presseværksted. Disse udføres ved nedramning af poreluftspyd.

I flere boringer på Sydområdet er der konstateret et mindre indhold af benzen i grundvandet, som teoretisk vil kunne give anledning til et uacceptabelt indeklimabidrag for eventuelle boliger. Det anbefales, afhængigt af det endelige design/projekt, at der foretages poreluftmålinger for områder med kommende beboelsesbygninger for at kunne af-/bekræfte denne risiko. Disse målinger skønnes først at kunne udføres, når et endeligt projekt (placering af eventuelle nye bygninger) kendes.

8 Referencer

- /ref. 1/ Miljøstyrelsen. Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord. Opdateret december 2005. www.mst.dk
- /ref. 2/ Interview med Jakob Reddersen, tidligere beboer på Christiania (1976-1993).
- /ref. 3/ Kort dateret 6. oktober 1950: *Indretning af vaskeplads*, fra Forsvarets Bygningstjeneste
- /ref. 4/ Kort dateret januar 1871: *Nye bygninger*, fra Forsvarets Bygningstjeneste
- /ref. 5/ Notat fra Miljøkontrollen: ”Christiania - Forureningsundersøgelser samt historisk redegørelse for Christiania – tidligere Bådsmadsstrædes Kaserne og Hærens Laboratorium” 17. januar 2005.
- /ref. 6/ Kort dateret 2. maj 1923: Laboratorieetablissementet, Forslag til Maskinværksted, Situationsplan, fra Forsvarets Bygningstjeneste
- /ref. 7/ Notat til Miljøkontrollen af 3. september 1997 fra Stig Claesson (Christiania).
- /ref. 8/ Brev af 30. august 1999 fra Fristaden Christianias Byggekonto til Fæstning og Natursekretariatet.
- /ref. 9/ Københavns Kommune, Miljøkontrollen. Christiania/Mælkebøtten, Forureningsundersøgelse, Afrapportering. NIRAS (NNR). December 1997.
- /ref. 10/ Københavns Kommune, Miljøkontrollen. Christiania, Mælkebøtten, Supplerende undersøgelse. NIRAS (NNR). December 1998.
- /ref. 11/ Slots- og Ejendomsstyrelsen, Christianiaområdet, Orienterende forureningsundersøgelse på voldanlægget. NIRAS, juni 2006.
- /ref. 12/ Brev af 8. oktober 2001 fra Fristaden Christianias Byggekonto til Miljøkontrollen.
- /ref. 13/ Miljøstyrelsen, Vejledning nr. 6 fra 1998, Oprydning på forurenede lokaliteter. Hovedbind.
- /ref. 14/ Kopi af mail fra Poul Pedersen (Miljøkontrollen) til amternes kortlægningsgruppe, 3/10 2002.
- /ref. 15/ Christianiaområdet, Orienterende forureningsundersøgelse ved bygninger for evt. kommende Almene Boligorganisation og tidligere konstaterede jordforureninger. NIRAS, januar 2008.

- /ref. 16/ Miljøministeriet. Bekendtgørelse om definition af lettere forurenede jord. Bek. nr. 1519 af 14/12-2006.
- /ref. 17/ Københavns Kommune. Miljøkontrollen. Supplerende forureningskortlægning af arealer ved Mælkebøtten, Christiania. Carl Bro as, aug. 1999.
- /ref. 18/ Københavns Kommune. Miljøkontrollen. Oprensning af arealer ved Mælkebøtten, Christiania. Carl Bro as, dec. 1999.