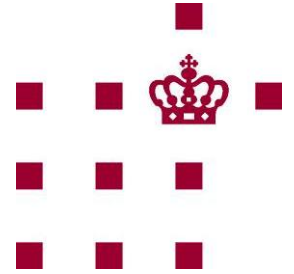




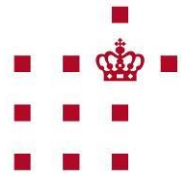
Forsvarets Bygnings- & Etablissementstjeneste



# 9117 Mestersvig

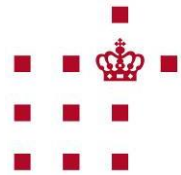
Forureningsundersøgelser 2008





# INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>RESUMÉ .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INDLEDNING .....</b>	<b>4</b>
1.1 Baggrund for undersøgelsen.....	4
1.2 Formål.....	5
1.3 Aktører .....	5
<b>2. KARAKTERISTIK AF LOKALITETEN .....</b>	<b>6</b>
2.1 Historik og aktører.....	6
2.2 Geologi .....	6
2.3 Klima .....	7
2.4 Recipienter.....	7
<b>3. UNDERSØGELSENS OMFANG .....</b>	<b>11</b>
3.1 Undersøgelsesområder .....	11
3.2 Undersøgelsesmetoder – oversigt .....	11
3.3 Jord.....	12
3.4 Poreluft .....	14
3.5 Vand .....	15
3.6 Behandling, opbevaring og transport af jord- og vandprøver .....	16
3.7 Analyser.....	17
3.8 Indmåling .....	19
<b>4. RESULTATER OG FORURENINGSTILSTAND.....</b>	<b>21</b>
4.1 Læsevejledning.....	21
4.2 Overordnet beskrivelse .....	21
4.3 Stationsområdet.....	23
4.4 Apron og terminal.....	30
4.5 Miljøplads og skurby .....	35
4.6 Hangar .....	37
4.7 Landingsbane .....	39
4.8 Dumpområdet .....	41
4.9 Nyhavn.....	51
<b>5. RISIKOVURDERING .....</b>	<b>55</b>
5.1 Grundlag for udarbejdelse af risikovurderingen .....	55
5.2 Stationsområdet.....	60
5.3 Apron og terminal.....	66
5.4 Miljøplads og skurby .....	67
5.5 Hangar .....	68



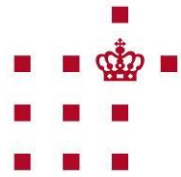
5.6	Landingsbane .....	68
5.7	Dump .....	69
5.8	Nyhavn.....	72
5.9	Drikkevand .....	73
5.10	Erosion .....	74
<b>6.</b>	<b>REFERENCER.....</b>	<b>77</b>

## APPENDIKSFORTEGNELSE

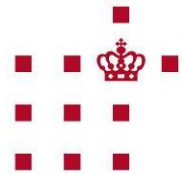
- 1 Detaljeret beskrivelse af resultater og forureningstilstand

## BILAGSFORTEGNELSE

- 1 Oversigtskort
- 2 Oversigt over delområder
  - 3.1 Stationsområde, oversigt over bygninger
  - 3.2 Stationsområde, oversigt over feltarbejde
  - 3.3 Stationsområde, frostspejl og strømningsretning
  - 3.4 Stationsområde, Totalkulbrinter, jord, 0-0,5 m u.t.
  - 3.5 Stationsområde, Totalkulbrinter, jord, >0,5-1,0 m u.t.
  - 3.6 Stationsområde, Totalkulbrinter, jord, >1,0-1,5 m u.t.
  - 3.7 Stationsområde, Totalkulbrinter, jord, >1,5-2,0 m u.t.
  - 3.8 Stationsområde, Totalkulbrinter, jord og vand
- 4.1 Apron, Oversigt
- 4.2 Apron, Totalkulbrinter, jord og vand
5. Miljøplads og Skurby, Oversigt
6. Hangar, Oversigt
7. Landingsbanen, Oversigt
  - 8.1 Dumpområde, Feltaktiviteter 2008
  - 8.2 Dumpområde, Opland og strømningsretning
  - 8.3 Dumpområde, Tværsnit af dump
- 9.1 Nyhavn, Oversigt,
- 9.2 Nyhavn, Forureningsudbredelse
- 10.1 Fotodokumentation – boringer
- 10.2 Fotodokumentation – overfladeprøver
- 10.3 Fotodokumentation – poreluft
- 11 Borejournaler
- 12 Prøvegravningsskemaer
- 13 Feltskemaer, overfladeprøver, vand og poreluft
- 14 Fikspunkts beskrivelse
- 15.1 Analyserapporter, jord, overfladeprøver
- 15.2 Analyserapporter, jord, boringer



- 15.3 Analyserapporter, jord, prøvegravninger
- 15.4 Analyserapporter, jord, TerrAttesT
- 15.5 Analyserapporter, vand
- 15.6 Analyserapporter, vand, TerrAttesT
- 15.7 Analyserapporter, luft
- 16 Metodebeskrivelse, analyser + TerrAttesT



## Resumé

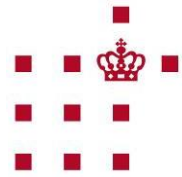
Denne rapport er udarbejdet på baggrund af forureningsundersøgelser af jord, poreluft og grundvand foretaget ved Mestersvig flyveplads og Nyhavn i august 2008. Rapporten skal belyse forureningsforholdene i forbindelse med forsvarets aktiviteter i området. Undersøgelsen er udført af NIRAS for FBE.

Mestersvig er beliggende i den sydøstlige del af Nationalparken i Østgrønland ved Kong Oscars Fjord. Som led i forberedelserne til miljøundersøgelserne blev der i efteråret 2007 udarbejdet en miljøhistorisk redegørelse for flyvepladsen, Nyhavn og Minebyen. Den miljøhistoriske redegørelse udpegede lokaliteter og aktiviteter, som kunne udgøre potentielle kilder til jord- og vandforurening. Aktiviteterne i området er opstartet ved Lauge Kochs ekspeditioner i 1949 til 1951, hvor der blev konstateret forekomst af bly- og zinkmalm. En række aktører har været aktive i området gennem tiden. Forsvarets Vagt Mestersvig (FVM) blev etableret i 1988 med en fast bemanning på 2 mand og er fortsat aktiv.

På baggrund af den miljøhistoriske redegørelse blev der i foråret 2008 udarbejdet et undersøgelsesprogram, der omfatter forsvarets aktiviteter. Det vil sige området omkring flyvepladsen og ved tankanlægget i Nyhavn. Forureningsundersøgelser udført i august 2008 og nærværende rapport omhandler derfor ikke Minebyen eller aktiviteter i Nyhavn, der ikke kan relateres til forsvaret.

Formålet med forureningsundersøgelsen har derfor været at afklare, om de mulige forureningskilder i forbindelse med forsvarets aktiviteter har forårsaget en forurening af jord eller vand, samt hvilken risiko en eventuel forurening vil udgøre, hvis Mestersvig forlades.

Undersøgelserne blev udført i perioden 14. – 28. august 2008. Der blev udført 144 boringer, 18 prøvegravninger og 75 overfladeprøver. Hertil kommer 8 poreluftssonder og 26 vandprøver. Der er analyseret 199 jordprøver, 26 vandprøver og 8 kulrør. Prøverne blev analyseret for stoffer som olie (totalkulbrinter), tjærestoffer (polycykliske aromatiske hydrocarboner - PAH'er), tilsætningsstoffer til olie og maling (bl.a. polychlorerede biphenyler - PCB'er) samt udvalgte tungmetaller. Analyserne blev udført som akkrediterede analyser af Eurofins A/S.

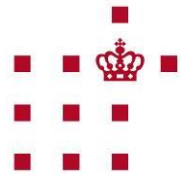


Undersøgelsesområdet er inddelt i 7 underområder: "Stationsområdet", "Apron og terminal", "Miljøplads og skurby", "Hangar", "Landingsbane", "Dump" og "Nyhavn". I 6 ud af 7 områder er der påvist jordforurening over jordkvalitetskriterierne med olieprodukter og i 7 ud af 7 områder påvist tungmetaller i form af bly og cadmium. For tungmetaller og naphthalen er de påviste forureninger stort set alle under afskæringskriterierne.

Den samlede vurdering er, at de konstaterede jordforureninger ikke udgør en risiko i forhold til arealanvendelsen. For Arctic Grade C, der er det mest anvendte olieprodukt på stedet, er det vurderet, at indhold over 7.000 mg/kg TS kan indikere tilstedeværelse af fri fase olie i jorden. Der er i stationsområdet, ved apron og i Nyhavn enten påvist oliekoncentrationer højere end 7000 mg/kg TS eller gjort feltobservationer, der indikerer fri fase olie i jorden. Fri fase olie i jorden udgør en risiko for forsat forureningsspredning. Hvis Mestersvig forlades vil den påviste forurening med olieprodukter i overfladeprøver i nogle områder kunne hæmme en naturlig genvegetation.

Der er i poreluften under indkvarteringsbygningerne målt høje koncentrationer af totalkulbrinter, C<sub>9</sub>- og C<sub>10</sub>-aromater, benzen og i visse tilfælde også toluen og xylen. Bygningerne anvendes fortrinsvis om sommeren til beboelse for gæster og midlertidigt personel og er således ikke permanent beboede. Hvis der var permanent beboelse i de 4 indkvarteringsbygninger, vurderes det sandsynligt, at der sker en uacceptabel afdampning til indeklimaet. Ved tårnet, der udgør bolig og arbejdsplads for det faste personel er det vurderet, at de påviste niveauer ikke udgør et problem for indeklimaet – årstidsvariationer i koncentrationerne under gulv kan dog ikke udelukkes. Afdampning til udeluft vurderes ikke at udgøre et problem.

Der er udtaget vandprøver i stationsområdet, ved apron, ved miljøpladsen, ved dumpen og ved Nyhavn. Der er påvist grundvandsforurening med olieprodukter over grundvandskvalitetskriteriet i alle områderne. Ved dumpen er der tillige påvist bl.a. chlorerede opløsningsmidler over grundvandskvalitetskriteriet. Kraftig regn over flere dage og deraf følgende stor stigning i grundvandsspejlet har givet usikkerhed, om vandprøverne afspejler normalindholdet af forureningskomponenter. Det vides derfor ikke, om der er sket en fortynding eller om regnen har givet anledning til en kraftig forureningspuls som følge af udvaskning. Det

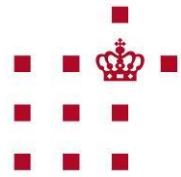


er derfor vurderet, at de indsamlede vanddata i 2008 ikke alene kan anvendes til en endelig risikovurdering af de påviste grundvandsforureninger.

I stationsområdet er der påvist en kraftig grundvandsforurening med olieprodukter umiddelbart op til Hundesø mod syd. Grundvandsforureningen i stationsområdet mod nord mod elven er generelt ikke afgrænset. Ved dumpen er der umiddelbart ud for affaldsfronten påvist olieprodukter, chlorerede forbindelser og phenoler over grundvandskvalitetskriteriet. Prøver udtaget nedstrøms dumpen viser dog her en kraftig reduktion i indholdet af miljøfremmede stoffer i stigende afstand fra det overdækkede affald. I Nyhavn er der påvist en uafgrænset grundvandsforurening med olieprodukter og metallerne bly, cadmium og zink ud til Kong Oscars Fjord. Ved apron og ved miljøpladsen er der påvist en begrænset grundvandsforurening med olieprodukter.

På dumpen blev det nedgravede affald afgrænset ved hjælp af prøvegravninger. Arealet vurderes at udgøre ca. 5.600 m<sup>2</sup>. Den gennemsnitlige affaldstykkelser vurderes at være 2,5 m, og der vurderes at være ca. 10.000-13.000 m<sup>3</sup> affald i dumpen. Under gravearbejdet på dumpen blev der fundet intakte tromler med indhold af olieprodukter.

Hvis Mestersvig forlades vurderes der, at være risiko for erosion af den påviste olieforurening i Stationsområdet og af affaldet i dumpen. Erosion i affaldsdumpen kan medføre en uacceptabel æstetisk forurening. Risikoen afhænger af Tunnellelvs forløb, der i dag er reguleret. Hvis Tunnellelv hovedsagelig løber mod nordvest som i dag vurderes risikoen minimal. Hvis hovedløbet ændres som følge af manglende vedligehold af dæmninger kan der opstå risiko for erosion af affaldet i dumpen. Det vurderes dog at en erosion af dumpen har et langt tidsperspektiv.



# 1. Indledning

I denne rapport behandles resultaterne af forureningsundersøgelserne udført i august 2008 på Mestersvig Flyveplads samt på den tilstødende lokalitet Nyhavn. Mestersvig er beliggende i Nationalparken i Østgrønland, som vist på oversigtskort i bilag 1.

Rapporten er udarbejdet af NIRAS for Forsvarets Bygnings- og Etablisementstjeneste (FBE).

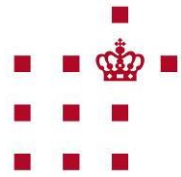
## 1.1 Baggrund for undersøgelsen

I efteråret 2007 er der udarbejdet en miljøhistorisk redegørelse for området ved Mestersvig /1/. Den miljøhistoriske redegørelse udpeger en række mulige forureningskilder samt kendte forureninger.

I den miljøhistoriske redegørelse er det vurderet, at samtlige mulige forureningskilder på Mestersvig Flyveplads kan relateres til forsvaret. Flere af disse kilder har dog haft deres primære driftsperiode før 1988, hvor forsvaret overtog stedet. Det vurderes, at det ikke umiddelbart er muligt at skelne evt. nyere forureninger fra ældre, og der er eksempler på, at kendte forureninger fra forsvarets tid har bredt sig til områder, hvor der tidligere har foregået aktiviteter, der ikke kan henføres til forsvarets tid. Det har derfor været nødvendigt at foretage en komplet undersøgelse af området for at kunne foretage en risikovurdering af forsvarets aktiviteter.

Det vurderes tillige, at forsvaret har andel i tankanlægget ved Nyhavn, da eneste aktør på anlægget siden 1988 har været forsvaret. I tiden 1970'erne til 1985 har anlægget forsynet flyvepladsen, der delvist var finansieret af Forsvarsministeriet.

På baggrund af den miljøhistoriske redegørelse er der udarbejdet et undersøgelsesprogram /2/ for de forureningskilder, der kan relateres til forsvarets drift. Aktiviteterne i Minebyen og store dele af Nyhavn kan ikke relateres til forsvaret og er derfor ikke undersøgt under feltarbejdet i 2008.



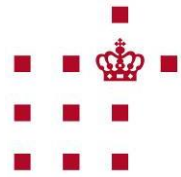
## 1.2 Formål

Formålet med forureningsundersøgelsen er at afklare den miljørelaterede risiko fra de mulige forureningskilder, der direkte kan relateres til forsvarrets aktiviteter /1/, hvis forsvaret forlader Mestersvigs Flyveplads,

## 1.3 Aktører

I forbindelse med forureningsundersøgelserne på Mestersvig i perioden 14.-28. august 2008 deltog repræsentanter fra FBE og NIRAS, samt borefirmaet Kristian Schmidt, Geo- og Miljøboringer Aps.

FBE deltog ved Birgitte Weber Blicher (civilingeniør i miljøteknik). NIRAS var repræsenteret ved Uffe Storm Boe (geolog) og Michael Bach Andersen (miljøtekniker) i perioden 14.-28. august samt Peter Henriksen (geolog) i perioden 14.-19. august og endvidere Henrik Søgaard Larsen (biolog) i perioden 19.-28. august. Fra Kristian Schmidt, Geo- og Miljøboringer Aps deltog boreformand Kristian Schmidt og boreassistent Hans Peter Husmann Jørgensen.



## 2. Karakteristik af lokaliteten

Mestersvig Flyveplads og tilstødende områder (Minebyen og Nyhavn) er beliggende på østkysten af Grønland. Lokaliteten er beliggende i den sydøstlige del af Nationalparken.

Nærmeste by er Illoqqortoormiut (Scoresbysund) beliggende ca. 200 km syd for området. Befolkningen i Illoqqortoormiut udgjorde den 1. januar 2008 513 mennesker /3/.

Ca. 175 km syd for Mestersvig Flyveplads ligger Nerlerit Inaat Lufthavn (Constable Pynt), en mindre lufthavn, der servicerer Illoqqortoormiut. Mod nord er nærmeste station med fast bemanning Daneborg i en afstand af ca. 270 km fra Mestersvig. Daneborg er hovedkvarter for Slædepatruljen Sirius og har en bemanning på omkring 12 personer.

### 2.1 Historik og aktører

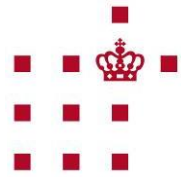
Aktiviteterne i området omkring Mestersvig er opstartet ved Lauge Kochs ekspeditioner i 1949 til 1951, hvor der blev konstateret forekomst af bly- og zinkmalm. Nordisk Mineselskab var aktiv i perioden fra 1952 til 1985. Statens Luftfartsvæsen (SLV) var aktiv i området fra 1952 til 1984. Råstofforvaltningen under Grønlandsdepartementet havde tilsyn med området fra 1985 og frem til 1988.

Forsvarets Vagt Mestersvig (FVM) blev etableret i 1988 og er fortsat aktiv /1/.

### 2.2 Geologi

Området ved Mestersvig Flyveplads er overordnet opbygget af sedimentære aflejringer fra øvre karbon og nedre perm /4/. Aflejringerne består primært af sandsten, med indslag af kalksten og skifer /5/. De sedimentære bjergarter er gennemskåret af vulkanske intrusio-  
ner.

Mestersvig Flyveplads er beliggende i et større delta, der er under udvikling. I gravninger udført på stedet er der primært konstateret sandaflejringer med skrålejringer. Permafrosten er konstateret i de sandede aflejringer ca. 2,0 m u.t.



Nyhavn, der ikke er beliggende i selve deltaområdet, har en mere varieret geologi. Her blev der konstateret aflejringer spændende fra grus til sand med skalfragmenter samt ler- og siltlag.

## 2.3 Klima

Der foreligger ikke umiddelbart vejrdata for området ved Mestersvig efter 1985. Vejrdata fra perioden 1961 til 1985 er refereret i /4/. Af data fremgår det, at klimaet er arktisk med en middelmånedes temperatur for den varmeste måned under 10 °C. Månederne juni til august har middeltemperaturer over frysepunktet.

Området har en årlig middeltemperatur på -10,5 °C med den højeste månedlige middeltemperatur i juli på ca. 5,0 °C og laveste månedlige middeltemperatur på ca. -24 °C i februar. Der falder årligt ca. 300 mm nedbør med april til juni som de tørreste måneder. Ca. to tredjedele af nedbøren falder som sne. Sneen er blivende i perioden fra midt/sidst september og frem til juli. I perioden 1982 til 1985 er snedybden målt og den maksimale snedybde er målt mellem marts og maj med op til 1,5 m sne.

Den dominerende vindretning ved Flyvepladsen er styret af Kong Oscar Fjord og har et forløb ØSØ – VNV. De kraftigste vinde kommer fra iskappen (VNV). Nyhavn må forventes at være præget af et tilsvarende vindmønster.

Områdets sammensætning af planter karakteriserer området som kontinentalt mellem arktisk klima. Området forventes at have kontinuerlig permafrost /6/.

## 2.4 Recipienter

Som det fremgår af bilag 1, er nærmeste marine recipient Kong Oscar Fjord, der danner kystlinjen med et forløb nordvest sydøst. Selve området omkring Mestersvig Flyveplads og Nyhavn ligger på et delta, der er bygget ud i Kong Oscar Fjord. Nyhavn er beliggende i en mindre vig nord for Mestersvig Flyveplads direkte ud til Kong Oscar Fjord. Sydøst for flyvepladsen ligger Noret, der er en næsten afsnøret vig i forbindelse med fjorden.

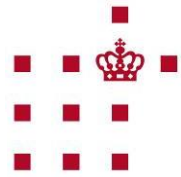
Ved miljøundersøgelser i 1986 udført af Grønlands Tekniske Organisation (GTO) er sedimentationsraten i bugten ved Nyhavn vurderet til ca. 4 mm over 22 år på baggrund af mængden af sediment på sække og spild i fjorden /7/.

Afvandingen af baglandet, bl.a. området ved Minebyen og den tidligere blymine, sker via Tunnelelv til deltaet, hvor elven umiddelbart vest for flyvepladsen deler sig i tre hovedløb. Et løb mod nordvest til Kong Oscar Fjord, et løb mod nordøst til Nyhavn (vurderes inaktivt siden 1952) og et løb mod sydøst til Noret. Se billede 2.1. Elven mod sydøst til Noret er delt i flere mindre løb. Hovedløbet passerer ca. 700 m syd for stationsområdet, mens et mindre løb passerer mellem landingsbanen og stationsområdet.



Billede 2.1 viser Tunnelelvs 3 hovedløb. Det mod sydøst deler sig og løber på hver sin side af stationsområdet.

Tunnelelv er reguleret med dæmninger for at beskytte landingsbane og anden infrastruktur omkring flyvepladsen. Dæmningerne er etableret i 1950'erne, men har været udformet forskelligt gennem tiden. Jf. skitser fra SLV fra 1959 ledes vandet således primært til Noret



via det sydligste løb. Der har i foråret 1959 dog været dæmningsbrud, hvor vandet også løb gennem flyvepladsområdet, samt mod nord. I 1970'erne løb vandet primært ud af det nordvestligste løb, og vejen mellem Minebyen og Nyhavn/Lufthavnen var anlagt med underføring af elven /8/.

I forbindelse med GTO-miljøundersøgelsen i 1986 /7/ er det beskrevet, at det primære løb er det sydligste elvleje til Noret. I flomsituationer løber vandet tillige gennem flyvepladsområdet og mod nordvest.

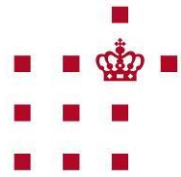
I forsvarets tid har elven frem til sidst i 1990'erne løbet både ud til Noret samt ud af det nordvestlige løb til Kong Oscars Fjord. Sidst i 1990'erne etableres dog dæmninger, således at vandet primært ledes mod nord, og kun en begrænset del løber til Noret /9/.

Dæmningerne er under konstant udbedring, og der er ligeledes foretaget sprængninger i elvlejet i 2008 for at forbedre afstrømningen mod nord ved tømning. Uden for tømningstiden strømmer vandet primært mod Nordvest.

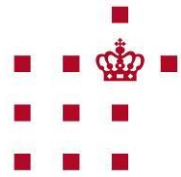
I de beskrivelser, der foreligger om elvens forløb fra 1950'erne til nu, er det tydeligt, at elven gennem tiderne har haft skiftende løb. I DMU's rapport vedr. undersøgelser i området i 2001 /10/ er det beskrevet, at Tunnelelvs udløb i starten af 1990'erne blev flyttet til Noret. Dette er ikke i overensstemmelse med oplysningerne fra besigtigelsen /9/, hvor det blev beskrevet, at elven siden 1990'erne primært ledes mod nordvest, og kun en begrænset del løber til Noret.

I området er der ud over elvene flere ferske recipienter. Ved flyvepladsen er der ca. 50 m sydvest for stationsområdet en mindre sø "Hundesøen", samt en lidt større sø 350 m mod syd, "Rypesø". Rypesø anvendes som drikkevandssø for Mestersvig Flyveplads. Der er ikke umiddelbart tilløb til de to søer, mens begge har afløb til Noret /8/.

Under borearbejdet i 2008 er dybden under terræn til det mættede permafrostspejl registreret, og borerne er efterfølgende kotesat. Det vurderes, at dybden af den mættede permafrost er den styrende faktor for grundvandsafstrømningen i området. På baggrund af topografi og den registrerede dybde til permafrosten er der givet en vurdering af grund-



vandets afstrømning i stations- og dumpområdet samt ved apron. Disse vurderinger fremgår af bilag 3.3, 4.1 og 8.2.



## 3. Undersøgelsens omfang

### 3.1 Undersøgelsesområder

Undersøgelsen er udført omkring flyvepladsen og ved olietankene i Nyhavn, hvor forsvaret har haft aktiviteter. Det er fundet hensigtsmæssigt at opdele gennemgangen af de udførte forureningsundersøgelser i 7 delområder. Delområderne og de mulige undersøgte forureningskilder er som følger:

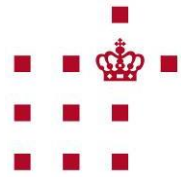
- Stationsområdet (olieoplag/håndtering, oliespild, værksteder, elværker)
- Apron og terminal (olieoplag/håndtering)
- Miljøplads og skurby (olieoplag, oplag af problemaffald)
- Hangar (olieoplag/håndtering)
- Landingsbanen (anvendelse af olieprodukter til støvdæmpning)
- Dumpområdet (overdækket affald, oplag af skrot)
- Nyhavn (olieoplag/håndtering)

En oversigt over delområdernes placering fremgår af bilag 2.1.

### 3.2 Undersøgelsesmetoder – oversigt

Der er i forbindelse med feltarbejdet på Mestersvig anvendt følgende undersøgelsesmetoder: 6" uforede/forede boringer med og uden filtersætning, prøvegravninger med redegrevner samt indsamling af overfladeprøver. Herudover er der etableret poreluftssonder og målepunkter under gulv. Der er desuden udtaget vandprøver fra filtersatte boringer.

I nedenstående tabel 3.1 ses en samlet oversigt over det udførte feltarbejde i 2008 med angivelse af boringsnumre m.m. for de enkelte delområder. I de efterfølgende afsnit beskrives de enkelte undersøgelsesmetoder.



Metode Område	Boringer	Filter- sætninger	Overflade- prøver <sup>2</sup>	Prøve- gravninger <sup>1</sup>	Porelufts- sonder	Målepunkter under gulv	Vandprøver
Stationsområde	95 stk. B1-B47, B72-B107 B109-B116, B118, B119, B124, B144	11 stk B6, B17, B91-B94, B96, B98, B110-B112	22 stk JP1-JP20 JP86-JP87		4 stk PL1-PL4	5 stk MP1-MP5	10 stk
Apron og ter- minal	14 stk B54-B66 B108	3 stk B59, B63, B65	11 stk JP21-JP31				3 stk
Miljøplads og skurby	3 stk B52-B53 B117	2 stk B52, B53	10 stk JP32-JP41				2 stk
Hangar	4 stk B125-B128		3 stk JP73-JP75				
Landingsbane			10 stk JP76-JP85				
Dumpområdet	13 stk B48-B51 B67-B71 B120-B123	8 stk B48-B51 B67-B68 B70-B71	21 stk JP42-JP62	9 stk PG10- PG18			8 stk
Nyhavn	15 stk B129-B143	3 stk B135-B137		9 stk PG19-PG27			3 stk
I alt	144	27	75	18	4	5	26

Tabel 3.1. Oversigt over udført feltarbejde, august 2008.

<sup>1</sup>) PG1-PG8 er udført under besigtigelse i 2007 og afrapporteret i miljøhistorisk redegørelse /1/. I 2008 startes med PG10

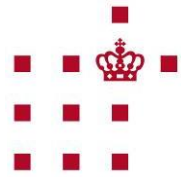
<sup>2</sup>) Under feltarbejdet blev etiketterne JP63-JP72 beskadiget, før de kunne anvendes. Der er derfor ikke udtaget jordprøver med de pågældende numre.

### 3.3 Jord

#### 3.3.1 Boringer

I perioden fra den 15. august til 27. august 2008 blev der udført 144 boringer i 6 af de 7 undersøgelsesområder (placeringer af boringer fremgår af bilag 3.2, 4.1, 5, 6, 8.1 og 9.1). Der blev af sikkerhedshensyn ikke etableret boringer i landingsbanen.

Boringerne blev primært udført som 6" tommer uforede snegleboringer. Boringerne blev udført i overensstemmelse med det planlagte undersøgelsesprogram /2/ ved kendte forureningskilder og forureninger. I dumpområdet og i Nyhavn blev en del af de planlagte prøvegravninger endvidere erstattet med boringer af praktiske årsager. Undersøgelsesprogrammet blev desuden suppleret med en række afgrænsende boringer, placeret på bag-



grund af PID-målinger og feltobservationer af forureningsudbredelse og grundvandsafstrømning. Alle boringsplaceringer er fotograferet og fremgår af bilag 10.1.

Hovedparten af borerne blev udført til toppen af den vandmættede permafrost, der dels blev bestemt på baggrund af borekronens modstand i sedimentet under boringen, dels på baggrund af, om de opborede sedimenter på sneglen virkede frosne. Enkelte borer blev udført et stykke ned i permafrosten (ned til 10 m u.t.). B124 og B144 blev udført foret i de ikke frosne sedimenter og uforet derunder. 27 af borerne blev filtersat med Ø63 PE-filtre. Filtersatte borer fremgår af tabel 3.1.

Der blev udarbejdet geologisk beskrivelse af borerne. Borejournaler fremgår af bilag 11. Der blev udtaget sedimentprøver for minimum hver ½ boremeter. Sedimentprøverne blev udtaget i diffusionshæmmende rilsanposer. For hver boring blev 1-2 prøver desuden udtaget i 1-2 engangsglas til analyse udleveret af laboratoriet. Antallet af glas blev bestemt af antallet af analyseparametre. Prøver til glas blev som hovedregel udvalgt som den mest forurenede prøve i boringen baseret på en lugt- og synsvurdering. Analyseresultater fremgår af kapitel 4 og bilag 15.1-bilag 15.4.

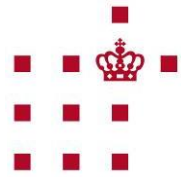
### 3.3.2 Overfladeprøver

Der blev i perioden 16. – 27. august udtaget 75 overfladeprøver til belysning af diffus forurening ved nuværende og tidligere elværker, oplag, værksteder eller lignende. Overfladeprøverne blev udtaget som blandeprov af 5 delprøver inden for et kvadrat på 5 m med en centrumprøve og 4 hjørneprøver. Undtaget herfor er JP86, der er udtaget som en kildeprøve indenfor 1 m under udluftningen ved det tidligere elværk. JP87 er desuden udtaget langs tankene ved det nuværende elværk. I bilag 10.2 er der foto af samtlige prøvetagningssteder.

Delprøverne blev udtaget fra terræn til 0,1 m under terræn. Prøverne blev udtaget i diffusionshæmmende rilsanposer og i engangsglas til analyse udleveret af laboratoriet.

### 3.3.3 Prøvegravninger

Prøvegravningerne blev udført med stationens rendegraver monteret med en ca. 40 cm skovl. På dumpen og i Nyhavn blev en del af de planlagte prøvegravninger i undersøgelse-



sesprogrammet /2/ erstattet med boringer, bl.a. for at reducere terrænskader. Dette skete kun i områder, hvor der ikke var forventninger om at finde nedgravet affald.

Der blev i dumpområdet etableret 9 prøvegravninger (PG10-PG18) i perioden 22. - 23. august 2008. I dumpområdet blev prøvegravningerne anvendt til at screene indholdet af overdækket affald og til at afgrænse dumpens udbredelse. I flere af gravningerne blev der konstateret tromler og andet affald. Placeringen af gravningerne fremgår af bilag 8.1. Gravningerne blev søgt udført til permafrost, og der blev løbende udtaget jordprøver i diffusionshæmmende rilsanposer og glas – som regel som blandeprøver fra siderne i udgravningen. Af sikkerhedshensyn er flere af jordprøverne udtaget fra skovlen eller med håndbor i siderne på udgravningen

I Nyhavn blev der i perioden 23. - 24. august 2008 etableret 9 gravninger (PG19-PG27) for at undersøge for evt. olieforurening. Placeringen af gravningerne fremgår af bilag 9.1. Kun enkelte gravninger er ført til permafrost. Der er løbende udtaget jordprøver i diffusionshæmmende poser og glas.

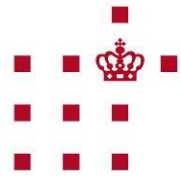
Gravejournaler med billeder af de enkelte gravninger og eventuelle affaldsindhold fremgår af bilag 12.

### **3.4 Poreluft**

#### **3.4.1 Poreluftssonder**

Den 25. august 2008 blev der i stationsområdet etableret 3 poreluftssonder (PL1, PL2 og PL4). Sondedybden var mellem 0,6 og 0,8 m u. t. Som det fremgår af feltskemaerne (bilag 13), blev der søgt etableret 8 poreluftssonder. På grund af vejrforholdene (3 dages intensiv dagsregn, op til 7 mm i timen) blev der konstateret indtrængen af vand i 5 af sonderne, der således ikke kunne anvendes. I PL4 skete der indtrængning af vand, efter at der var suget 8 l, hvorfor pumpen blev afbrudt. I PL4 er der således analyseret på en begrænset mængde luft.

For de gennemførte poreluftsmålinger blev sonden først renpumpet med vakuumpumpe, og der blev målt modtryk. Efter renpumpning blev der målt indhold af O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> ved hjælp af en gasmåler og efterfølgende udtaget prøver på kulrør med SKC-pumper med et flow



på 1,0 l/min. Prøverne blev analyseret for C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub> aromater, totalkulbrinter og BTEX'er. Feltdata for målingerne fremgår af bilag 13, mens analyseresultater fremgår af kap. 4 samt bilag 15.7. Foto af sonder kan ses på bilag 10.3.

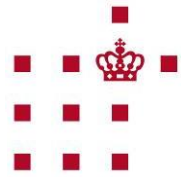
### 3.4.2 Målepunkter under gulv

I perioden 25.-26. august 2008 blev der etableret 5 poreluftmålinger (MP1-MP5) under gulv i bygninger, der anvendes lejlighedsvis eller permanent til beboelse. Målepunkterne under gulv blev søgt placeret nær de under feltarbejdet konstaterede forureninger. Placeringerne af de enkelte målepunkter fremgår af bilag 3.2. MP1 er placeret i bygning 263 (Millionæren), MP2 i bygning 261 (Olympos), MP3 i bygning 264 (Blåtårn), MP4 i bygning 265 (Rødull) og MP5 i bygning 205 (Tårnet). Da gulvene i Bygning 261, 263, 264 og 265 (MP1-MP4) alle bestod af flere lag (træ - hulrum med isolering - træ eller beton), blev der anvendt samme teknik som ved poreluftsonderne, hvor en sonde blev slået i den underliggende jord, efter at gulvet var gennemboret. I Tårnet blev der konstateret en gulvtykkelse på 0,3 m beton og 0,6 m hård isolering. Her blev gulvet gennemboret, forsynet med gummi-prop med prøvetagningsstuds og luft suget direkte fra under gulvet. Feltdata for målingerne fremgår af bilag 13, mens analyseresultater fremgår af tabel 4.12 samt bilag 15.7. Foto af målepunkter kan ses i bilag 10.3.

## 3.5 Vand

### 3.5.1 Udtagning af vandprøver

I perioden 25.-26. august 2008 blev der udtaget vandprøver fra 26 af de 27 filtersatte boringer til vurdering af grundvandsforureningen. Den sidste filtersatte boring (B110) stod under vand på grund af kraftige regnskyl i prøveudtagningsperioden og blev derfor ikke udtaget. Det vurderes, at den ekstreme vejr-situation under prøvetagningen og i dagene op til (vurderet til mellem 200 og 300 mm regn på 4 dage) kan have påvirket indholdet af forureningsstoffer i grundvandet i både positiv og negativ retning. Dels kan der være sket en øget udvaskning, dels en fortynding. Pejleresultater fra den 23. august (regnvejret startede 22. august) og 26. august viser væsentlige stigninger i grundvandsspejlet i flere boringer. I B52 stiger grundvandsspejlet således 1,4 m i perioden. På den baggrund vurderes det, at analyseresultaterne for vandprøverne ikke med sikkerhed giver et retvisende billede af forureningssituationen for grundvandet. Denne usikkerhed vil derfor indgå i risikovurderin-



gen, men ellers ikke påvirke gennemgangen af analyseresultater for vandprøver i kapitel 4 (Resultater og forureningsomfang).

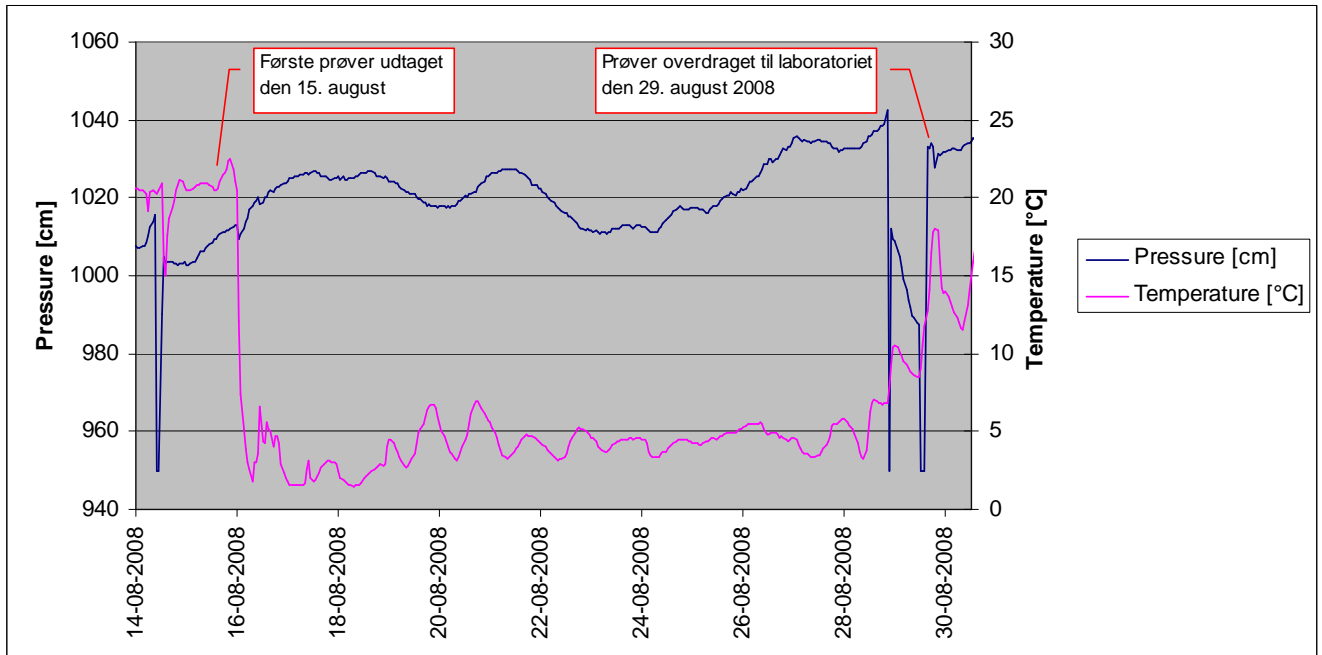
Vandprøverne blev udtaget med nye 12V dykpumper (Comet Eco Plus) og nye PE-slang. I forbindelse med vandprøvetagningen blev der udført feltmålinger af pH, temperatur, ledningsevne samt redoxpotentialer. Observationerne er påført vandprøvetagnings-skemaerne i bilag 13.

### **3.6 Behandling, opbevaring og transport af jord- og vandprøver**

Alle jordprøver fra borer, overfladeprøver og prøvegravninger udtaget i rilsanposer blev opbevaret i et tempereret rum (ca. 20° C) i 20-24 timer, og evt. tegn på flygtige organiske forureninger blev herefter målt ved hjælp af en PID-måler (Photo Ionisation Detektor). Alle målte PID-udslag for borer fremgår af borejournalerne i bilag 11. For overfladeprøver fremgår PID-udslag af bilag 13, og for prøvegravninger fremgår PID-målinger af bilag 12. Efterfølgende blev relevante poseprøver tømt for luft og pakket til transport med henblik på tørstofanalyse.

Prøver i glas blev opbevaret i køletasker med køleelementer, fra de blev udtaget til ankomsten i laboratoriekølerum. En datalogger blev vedlagt de første jordprøver, der blev udtaget i glas for registrering af temperatur- og trykforhold i forbindelse med opbevaring og transport. Transporten af prøverne fra Mestersvig til Danmark skete i fly i trykrejst kabine via Island til Flyvestation Ålborg. Prøverne blev hentet af laboratoriet umiddelbart efter landingen den 29. august 2008. Loggerdata viser, at prøverne overvejende har været opbevaret ved en temperatur omkring 5 grader celsius eller derunder og har været udsat for 2 mindre trykfald under transporten hjem over Island. Loggerdata fremgår af figur 3.1.

Vandprøver er opbevaret i køletasker med køleelementer samme sted som jordglassene og vurderes derfor at have været opbevaret under samme temperaturforhold som vist i figur. 3.1.

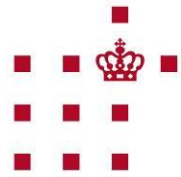


Figur 3-1: Figuren viser lufttryk og temperatur i forbindelse med opbevaring af jordprøver, fra de første blev udtaget, til alle prøverne blev afhentet ved ankomsten til Flyvestation Ålborg og bragt til laboratoriet den 29. august 2008. Venstre akse viser lufttryk, højre akse temperatur og x-aksen viser tiden. Der er markeret, hvornår de første prøver bliver udtaget, og hvornår de bliver overdraget til Eurofins Miljø A/S.

Normalt tages jord- og vandprøver i arbejde i laboratoriet indenfor 24 timer efter prøveudtagningen. Den længere opbevaringstid på Mestersvig og det lavere lufttryk under transporten af prøverne til Danmark kan medføre, at der sker et tab af flygtige komponenter undervejs. Konsekvensen kan således være et mindre analyseresultat for kulbrinter eller BTEX'er i forhold til prøvens oprindelige indhold. Indholdet af tungmetaller, PAH'er og PCB'er vurderes umiddelbart ikke at kunne blive påvirket.

### 3.7 Analyser

Der er udført akkrediterede analyser på 26 vandprøver og 199 jordprøver. Heraf er 8 vandprøver og 10 jordprøver fra dumpområdet analyseret ved hjælp af TerrAttesT, hvor der er analyseret for 220 organiske og uorganiske komponenter (se bilag 16 for nærmere information om TerrAttesT). Analyserne blev udført af Eurofins Miljø A/S. Prøverne blev analyseret for en række komponenter jf. tabel 3.2. De enkelte stoffer beskrives i de efterfølgende afsnit.



	Total kulbrinter	BTEX'er	PAH'er (6 stk.)	PCB (7 stk.)	Tungmetaller (3 stk)	Tungmetaller (6 stk)	TerrAttesT
Vand	18	18	18	3	6	-	8
Jord	189	189	189	14	-	189	10

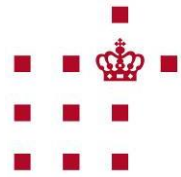
Tabel 3.2: Analyseparametre og antal analyser for vand- og jordprøver.

Analyserne for de miljøfremmede stoffer er anvendt til en vurdering af forurenings-situationen i området.

Analyse for totalkulbrinter i jord og vand angiver indholdet af naturlige og raffinerede kulbrinter (herunder olieprodukter). BTEX'erne er en let flygtig stofgruppe bestående af benzen, toluen, ethylbenzen og xylener. Stofferne forekommer primært i olieprodukter, men kan tillige forekomme som enkeltstoffer i form af opløsningsmidler. Der anvendes primært arktisk diesel på flyvepladsen i dag /1/. Arktisk diesel har et lavere flammepunkt og et højere indhold af de lettere kulbrinter end standard diesel. Arktisk diesel indeholder kulbrinter i intervallet C9- C16. Arktisk diesel vil derfor i analysesammenhæng ligne et petroleumsprodukt. Det vurderes, at der tidligere kan have været anvendt andre olieprodukter som f.eks. benzin og gasolie på stedet. Analyserne for olieprodukter i jord blev udført på prøver udtaget i glas.

Tungmetallerne er en gruppe metaller, der alle kan forekomme naturligt på lokaliteten. Metallerne findes endvidere ofte i metal- og elektronikdele. Ved Mestersvig har der desuden været minedrift, hvor der er blevet udvundet bly- og zinkholdig malm /1/. Analyserne for tungmetaller i jord blev udført på prøver udtaget i rilsanposer.

PAH'er (Polycykliske Aromatiske Hydrocarboner) dannes dels naturligt og dels menneskeskabt /11/. PAH'erne findes i fossilt brændstof (kul og olie) og frigives ved ufuldstændig forbrænding af brændstoffer eller en lang række affaldsprodukter. Tjæreprodukter (f.eks. tagpap) indeholder tillige PAH'er. I forbindelse med forureningsundersøgelser i Nordøstgrønland /12/ er der tidligere konstateret væsentlige indhold af naphthalen i jord- og vandprøver i forbindelse med olieforureninger. Indholdet af naphthalen vurderes bl.a. at skyldes en meget lille nedbrydningsrate under arktiske forhold, hvilket er grunden til, at den indgår



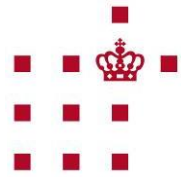
som analyseparameter. Der er ikke danske jordkvalitetskriterier for naphthalen, hvorfor det er valgt at bruge et canadisk kriterium for beboelse i stedet /13/. Desuden er det valgt at analysere for fluoranthen, benzo(b+j+k)fluoranthen, benzo(a)pyren, indino(1,2,3-cd)pyren samt dibenz(a,h)anthracen), der anvendes i forbindelse med danske jord- og grundvandskvalitetskriterier for PAH'er. Analyserne for PAH'er i jord blev udført på prøver udtaget i glas.

PCB er en stofgruppe, der består af 209 congeners (enkeltstoffer tilhørende en gruppe af stoffer med samme grundstrukturformel) med forskelligt indhold og placering af kloratomer. Stofgruppen er beskrevet i /14/. Brugen af PCB ophørte først i 1980'erne. PCB forekom bl.a. som tilsætningsmiddel til transformervæske og olieprodukter. Det kunne ligeledes findes i maling og fugemasse, samt i papirisolering anvendt i blydækkede kabler. PCB blev typisk solgt i bestemte congeners-blandinger under navne som Aroclor 1248, Aroclor 1254 m.fl. Der er foretaget akkrediterede analyser for PCB congeners nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180 i jord og vand. Valget af ovenstående congeners blev begrundet i, at summen af 6 eller 7 af disse congeners udgør det svenske, henholdsvis det hollandske jordkvalitetskriterium. Af /14/ fremgår det, at ved den valgte analyse opnås en detektion af 20-35 % af de congeners, som var indeholdt i de typiske solgte Aroclor blandinger (Aroclor 1016, 1242, 1248, 1254 og 1260). Analyserne for PCB i jord blev udført på prøver udtaget i glas.

Analyserapporterne er vedlagt i bilag 15.1 - 15.7.

### 3.8 Indmåling

Indmåling af boringer, overfladeprøver, prøvegravninger m.m. blev udført med totalstation (Leica TCA 1800). Som udgangspunkt for indmålingen er anvendt Kort - og Matrikelstyrelsens (KMS) fikspunkt nr. 41 100. Punktets beliggenhed og koordinater fremgår af bilag 14. Punktets koordinater er opgivet i UTM (zone 27, datum gr\_96). Under feltarbejdet var det kun muligt at lokalisere et kendt fikspunkt. Indmålingen er derfor baseret på et udmålt kvadrat på 100 x 100 m med fikspunkt 41 100 som et af hjørnepunkterne. Kvadratet er orienteret med den ene side parallelt med sigtelinjen langs bygningerne B230, B261, B231 og B232, der alle er beliggende på sydsiden af "Hovedgaden" gennem stationen. Kvadratet er

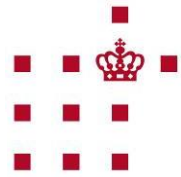


derefter indlagt på et grundkort, der er orienteret i et GIS program, og hjørnepunkternes koordinater er beregnet og aflæst.

Til brug for den løbende opmåling er der etableret en række faste fikspunkter, primært på eksisterende betonfundamenter. De etablerede fikspunkter fremgår af bilag 14. Koordinater og kote på fikspunkterne, og dermed hele opmålingen i 2008, er baseret på UTM (zone 27, datum gr\_96) jf. KSM fikspunkt 41 100. Det vurderes dog, at ovenstående orientering af feltopmålingen ikke giver tilstrækkelig nøjagtighed til, at hele opmålingen kan betegnes som UTM koordinater. Koordinatsystemet på feltopmålingen er således betegnet "Felt 2008".

På baggrund af de indmålte bygninger, boringer samt indmåling af supplerende terrænpunkter er der konstateret god overensstemmelse med bygninger og højdekurverne for det anvendte baggrundskort for området. Baggrundskortet er ikke dateret, men det vurderes, at terrænimålingen er sket omkring stationens opførelse i 1950'erne. Senere terrænreguleringer ved dump og ved apron er derfor påtegnet bilagene efter opmålingen af NIRAS i 2008.

Ved indmålingen med totalstation er der opnået en nøjagtighed i horisontalt plan +/- 2 cm, og i vertikalt plan en nøjagtighed på +/- 3 cm. Denne nøjagtighed er gældende for punkternes indbyrdes beliggenhed, mens punkterne som nævnt ikke umiddelbart kan relateres til UTM. I området dækket af det anvendte baggrundskort er der en god overensstemmelse mellem bygninger og terrænelementer på baggrundskort og opmåling. Opmålingen er tillige overført til Nyhavn, hvor der ikke har været et tilgængeligt baggrundskort. I Nyhavn er der derfor foretaget en opmåling af samtlige bygninger, olieinstallationer, kaj og terrænelementer. Ved plot af denne opmåling på digitale kort over Østgrønland (1:100.000) udarbejdet af GEUS er der umiddelbart en forskydning af koordinaterne i "Felt 2008" i forhold til UTM zone 27 i Nyhavn på 15 m i sydøstlig retning. Punkternes indbyrdes nøjagtighed, i horisontalt plan +/- 2 cm, og i vertikalt plan en nøjagtighed på +/- 3 cm, er dog overholdt.



## 4. Resultater og forureningstilstand

### 4.1 Læsevejledning

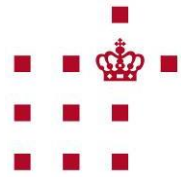
I det følgende opsummeres feltarbejde og analyseresultater fra feltundersøgelserne foretaget i 2008 og eventuelle forureninger af jord, vand eller luft gennemgås. For en detaljeret gennemgang og oversigt over alle analyseresultater i skemaform henvises til appendiks 1.

Resultater fra jordprøver udtaget under besigtigelsen i september 2007 er inddraget i relevant omfang. For en fuldstændig gennemgang af resultaterne fra 2007 henvises til /1/.

### 4.2 Overordnet beskrivelse

I Grønland eksisterer der ikke selvstændige kvalitetskriterier for indhold af miljøfremmede stoffer i jord og vand. Ifølge bemærkninger til den grønlandske miljølovgivning er det dog naturligt at tage udgangspunkt i danske normer og kriterier /15/. I det følgende er det derfor valgt at holde de påviste koncentrationer op mod de danske jord- og grundvandskvalitetskriterier. I de tilfælde, hvor der ikke eksisterer danske kvalitetskriterier, er resultaterne holdt op mod hollandske, amerikanske eller canadiske kvalitetskriterier.

I forbindelse med undersøgelserne er der flere steder påvist høje analyseværdier for totalkulbrinter og enkelte steder er der feltobservationer, der indikerer, at der er fri fase olie til stede i jorden. Jordens evne til at tilbageholde fri fase olie – olieretentionskapaciteten - er afhængig af produkttype, jordtype og vandmætningsgrad. Produkttypen, der er fundet ved undersøgelserne ved Mestersvig, vurderes på baggrund af analyserapporterne overvejende at være arktisk diesel og gasolie. Arktisk diesel er specielt velegnet ved ekstremt lave temperaturer og anvendes derfor hyppigt i arktiske områder. Det er et letolieprodukt, der adskiller sig fra almindelig diesel og gasolie ved at bl.a. at bibeholde en høj flydeevne (lav viskositet) ved lave temperaturer. Arktisk diesel eller Arctic Grade C, der anvendes på Mestersvig /16/ har petroleumslignende egenskaber med hensyn til viskositeten (flydeevnen) og skal derfor sammenlignes med petroleum frem for almindelig let gasolie. Ifølge /17/ kan et jordvolumen bestående af mellem-grov sand tilbageholde ca. 15 l petroleum/m<sup>3</sup>. Der er



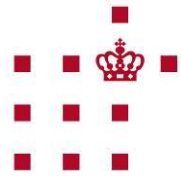
overvejende fundet sandede aflejringer af typen mellem-grov sand under feltarbejdet i 2008.

Arctic Grade C har en lavere viskositet (1,5 cST ved 20° C) end petroleum (ca. 1,8 cST ved 20° C) og olieretentionen er derfor mindre. Dette vurderes dog at blive opvejet af de væsentlig lavere temperaturer ved Mestersvig, der medfører en højere viskositet og dermed øget tilbageholdelse af olie i jorden. En konservativ vurdering er derfor, at Arctic Grade C i mellem-grov sand har en retentionskapacitet for olie på minimum ca. 15 l/m<sup>3</sup> jord. Med en massefylde for Arctic Grade C på 790 g/l (20°C) og en jordvægt på 1.800 kg/m<sup>3</sup> svarer det ved oprunding til en olieretentionskapacitet på ca. 7.000 mg/kg TS. Under gennemgangen regnes der således med, at der kan være fri fase – og dermed mobil olie - ved analyseværdier over 7.000 mg/kg TS.

I forbindelse med de danske kvalitetskriterier for visse immobile og forholdsvis persistente stoffer (tungmetaller og PAH-forbindelser) er der opstillet afskæringskriterier. Hvis disse kriterier er overskredet, skal der foretages fuldstændig afskæring af jorden, så befolkningen ikke udsættes for den forurenede jord. Intervallet mellem jordkvalitetskriteriet og afskæringskriteriet benævnes *rådgivningsintervallet*. Er forureningen inden for rådgivningsintervallet, må jorden kun bruges til den mest følsomme anvendelse som bolig eller institution, såfremt de lokale myndigheder rådgiver offentligheden og jordejerne om forholdsregler, der kan nedsætte belastningen fra forureningen, så det sædvanlige beskyttelsesniveau opretholdes. Rådgivningsintervallet er ikke relevant for Mestersvig, da risikovurderingen i kapitel 5 foretages på baggrund af en ikke følsom anvendelse. Under gennemgang af analyser holdes resultaterne dog stadig op mod både jordkvalitets- og afskæringskriterier.

Nedenstående beskrivelse af resultater og forureningsomfang er inddelt i de 7 delområder: "stationsområdet", "apron og terminal", "miljøplads og skurby", "hangar", "landingsbane", "dump" og "nyhavn". For hvert delområde beskrives/præsenteres opsummeringstabeller over analyseresultaterne ligesom der gennemgås

- Hvad er der udført af undersøgelser?
- Hvad er der påvist af forurening i henholdsvis jord, vand og poreluft?



- En samlet vurdering af forureningen i hvert område

I opsummeringstabellerne fremgår de analyserede stoffer og detektionsgrænsen i venstre side, og de tilhørende jordkvalitets- og afskæringskriterier er listet til højre. I tabellen fremgår laveste og højeste påviste analyseværdi for de enkelte stoffer. Er højeste værdi over jordkvalitetskriteriet er feltet markeret med gråt og analyseværdien er angivet med fede typer. Det fremgår af tabellen hvor mange prøver, der er analyseret, og hvor mange der er over detektionsgrænsen samt jordkvalitetskriteriet. I tabellerne er desuden angivet et gennemsnit. Beregningsmetoden for gennemsnit kan være forskellig mellem de enkelte tabeller. I områder med afgrænset kulbrinte-forurening er det kun analyserede prøver indenfor det forurenede område, der indgår i gennemsnitsberegningerne. Rene afgrænsende prøver er således ikke inkluderet. For metaller er alle analyserede prøver medtaget i gennemsnittet. Antallet af prøver anvendt ved gennemsnitsberegninger fremgår under hver tabel.

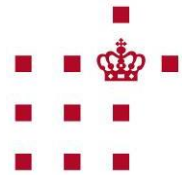
## 4.3 Stationsområdet

### 4.3.1 Udførte undersøgelser

Til belysning af eventuel jordforurening blev der ved undersøgelserne i stationsområdet i august 2008 etableret 95 borer, hvor af 11 blev filtersat. Der blev desuden udtaget 22 overfladeprøver. Alle udtagne jordprøver blev målt for PID-udslag, og resultaterne fremgår af borejournalerne i bilag 11 eller af oversigten over overfladeprøver i bilag 13. I alt 96 jordprøver blev udvalgt til yderligere analyse for kulbrinter, BTEX'er, tungmetaller og PAH'er. 14 prøver er ligeledes blevet analyseret for indhold af PCB'er. En oversigt over stationsområdet fremgår af bilag 3.1. Boringsplaceringer af bilag 3.2.

Til belysning af eventuel grundvandsforurening blev der i 2008 i stationsområdet udtaget og analyseret 10 vandprøver fra filtersatte borer. Vandprøverne blev efterfølgende analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er, og PAH'er. 3 af vandprøverne blev ligeledes analyseret for PCB.

Der blev udført 3 poreluftmålinger under terræn udendørs og 5 poreluftmålinger under gulv indendørs til belysning af evt. afdampningsbidrag til udeluft og indeklima. Prøverne blev analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er samt C<sub>9</sub> og C<sub>10</sub>-aromater. Der blev desuden målt indhold af CO<sub>2</sub> og O<sub>2</sub> med en gasmåler for at vurdere, om der var tegn på nedbrydning af olieprodukter i jorden.



For at belyse grundvandsstrømningen i stationsområdet og de mulige spredningsveje for forurening på fri fase samt i opløst form, blev der foretaget indmåling med kotesætning af alle boringer ved hjælp af totalstation. Desuden blev den omtrentlige dybde på det mættede permafrostspejl registreret på borejournalen. Disse data blev sammenholdt med terrænkoter på baggrundskortet, og efterfølgende blev der udarbejdet en vurdering af grundvandsstrømningen i stationsområdet (se bilag 3.3).

I det følgende beskrives forureningssituationen i stationsområdet overordnet ved hjælp af oversigtstabeller. For en detaljeret gennemgang med alle analyseresultater i tabelform henvises til appendiks 1

### 4.3.2 Forurening i jord

Analyseresultaterne af jordprøver udtaget i stationsområdet fremgår af tabellerne 4.1-4.4. Skemaerne er opdelt i henholdsvis boreprøver udtaget under terræn og overfladeprøver fra terrænniveau, så eventuelle forskelle i den vertikale forureningsudbredelse vil fremgå.

#### 4.3.2.1 Olie, BTEX'er, PAH'er og PCB'er

Som det fremgår af tabel 4.1 er der i boreprøver påvist indhold af totalkulbrinter over jordkvalitetskriteriet i 36 af 75 prøver, hvor af en del dog er afgrænsende boringer. Der er konstateret et maksimalt indhold på 20.000 mg totalkulbrinter/kg TS og et gennemsnitligt indhold inden for forureningsområderne på 4.828 mg totalkulbrinter/kg TS. Der er desuden påvist indhold af benzen over jordkvalitetskriteriet i 5 prøver. Højeste påviste værdi er 2,7 mg/kg TS. Der er påvist en samlet sum af BTEX'er på 200 mg/kg TS. Forureningerne med olieprodukter vurderes afgrænset horisontalt og vertikalt. Den vertikale afgrænsning er foretaget på baggrund af PID-målinger, der viser hurtigt faldende tendens i toppen af permafrosten, samt resultaterne af de dybere boringer (B115, B124 og B144). Den vertikale forureningsudbredelse vurderes afgrænset til den øverste meter af permafrosten

Der er i boreprøverne ikke konstateret indhold af den samlede sum af PAH'er over miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for 7 PAH'er. For naphthalen (del af PAH'erne) er der konstateret overskridelser af det canadiske jordkvalitetskriterium for beboelse i ca. 25 % af de analyserede prøver. Kun i 2 af prøverne er kvalitetskriteriet for erhverv og industri overskredet.

Der er ikke påvist PCB over detektionsgrænsen i boreprøverne.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	3,8	<b>3.600</b>	<b>691</b>	75	38	36	25	
>C10-C15	5	5,0	<b>15.000</b>	<b>3.618</b>	75	45	38	40	
>C15-C20	5	7,0	<b>2.100</b>	<b>410</b>	75	39	33	55	
>C20-C40	25	27	<b>610</b>	114	75	29	11	150	
Totalkulbrinter	2,5	5,1	<b>20.000</b>	<b>4.828</b>	75	46	36	150	
Benzen	0,01	0,1	<b>2,7</b>	0,4	75	17	5	1,5	
Sum BTEX	0,01	0,1	200,0	53,5	75	43		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,005	<b>77</b>	<b>5</b>	75	60	21	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,005	0,098	0,012	75	32	0	4	40
Sum PCB	0,005	i.p.	i.p.	-	5	0	0	0,02	

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for prøver (44 stk) udtaget indenfor i det aktive lag i forureningsområde.

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rqce.ccm.ca/>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rqce.ccm.ca/>)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.1: Boreprøver, stationsområdet, analyseret for kulbrinter BTEX'er, PAH'er, naphthalen og PCB.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	3,3	<b>1.200</b>	<b>114</b>	21	13	7	25	
>C10-C15	5	16	<b>8.700</b>	<b>1.573</b>	21	20	18	40	
>C15-C20	5	6,0	<b>1.100</b>	<b>233</b>	21	21	16	55	
>C20-C40	25	66	<b>6.500</b>	<b>1.184</b>	21	21	18	150	
Totalkulbrinter	2,5	83	<b>12.000</b>	<b>3.107</b>	21	21	20	150	
Benzen	0,01	1,3	<b>2,4</b>	0,2	21	2	1	1,5	
Sum BTEX	0,01	0,1	18,0	2,4	21	11		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,011	<b>9</b>	<b>1,0</b>	21	21	4	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,007	<b>13</b>	0,7	21	20	1	4	40
Sum PCB	0,005	i.p.	i.p.	-	9	0	0	0,02	

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for prøver (20 stk) udtaget indenfor i det aktive lag i forureningsområde.

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rqce.ccm.ca/>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rqce.ccm.ca/>)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.2. Overfladeprøver, stationsområdet, analyseret for kulbrinter, BTEX'er, PAH'er, naphthalen og PCB'er

Det fremgår af tabel 4.2 at stort set alle overfladeprøver er over jordkvalitetskriteriet med hensyn til totalkulbrinter. Højeste påviste indhold er 12.000 mg totalkulbrinter/kg TS og gennemsnittet er 3.107 mg totalkulbrinter/kg TS. Benzen over jordkvalitetskriteriet er påvist i en enkelt prøve med højeste analyseværdi på 2,4 mg/kg TS. Der er påvist en samlet sum af BTEX'er på 18 mg/kg TS.

Der er i overfladeprøverne kun konstateret indhold af PAH'er over miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for 7 PAH'er i en enkelt prøve med en samlet sum på 13 mg PAH'er/kg TS.

For naphthalen er det canadiske jordkvalitetskriterium for følsom anvendelse overskredet i 4 prøver ud af 21 prøver. Alle prøver er dog under det tilsvarende afskæringskriterium.

Der er ikke påvist PCB over detektionsgrænsen.

#### 4.3.2.2 Tungmetaller

Tabel 4.3 viser, at der kun i enkelte analyser af de 75 boreprøver ses overskridelser af det danske jordkvalitetskriterium for bly, cadmium, nikkel og zink. Alle analyseresultater for bly, cadmium og zink er under afskæringskriteriet. Jordkvalitetskriterium og afskæringskriterium er det samme for nikkel, der er overskredet i 3 prøver med op til en faktor 2.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	3,1	<b>140</b>	11	75	74	4	0	40	400
Cadmium	0,05	0,05	<b>4,0</b>	0,18	75	50	4	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	1,3	120	13	75	75	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	3,7	28	8	75	74	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	2,3	<b>59</b>	13	75	75	3	3	30	30
Zink	1,0	3	<b>870</b>	49	75	75	1	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

Fed Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.3. Boreprøver, stationsområdet, analyseret for 6 tungmetaller

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	29,0	<b>330</b>	<b>146</b>	21	21	20	0	40	400
Cadmium	0,05	0,48	<b>2,9</b>	<b>1,61</b>	21	21	20	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	4,9	18	10	21	21	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	8,1	220	33	21	21	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	5,0	16	9	21	21	0	0	30	30
Zink	1,0	120	<b>680</b>	424	21	21	8	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

Fed Overskrider jordkvalitetskriteriet

Overfladeprøver stationsområdet

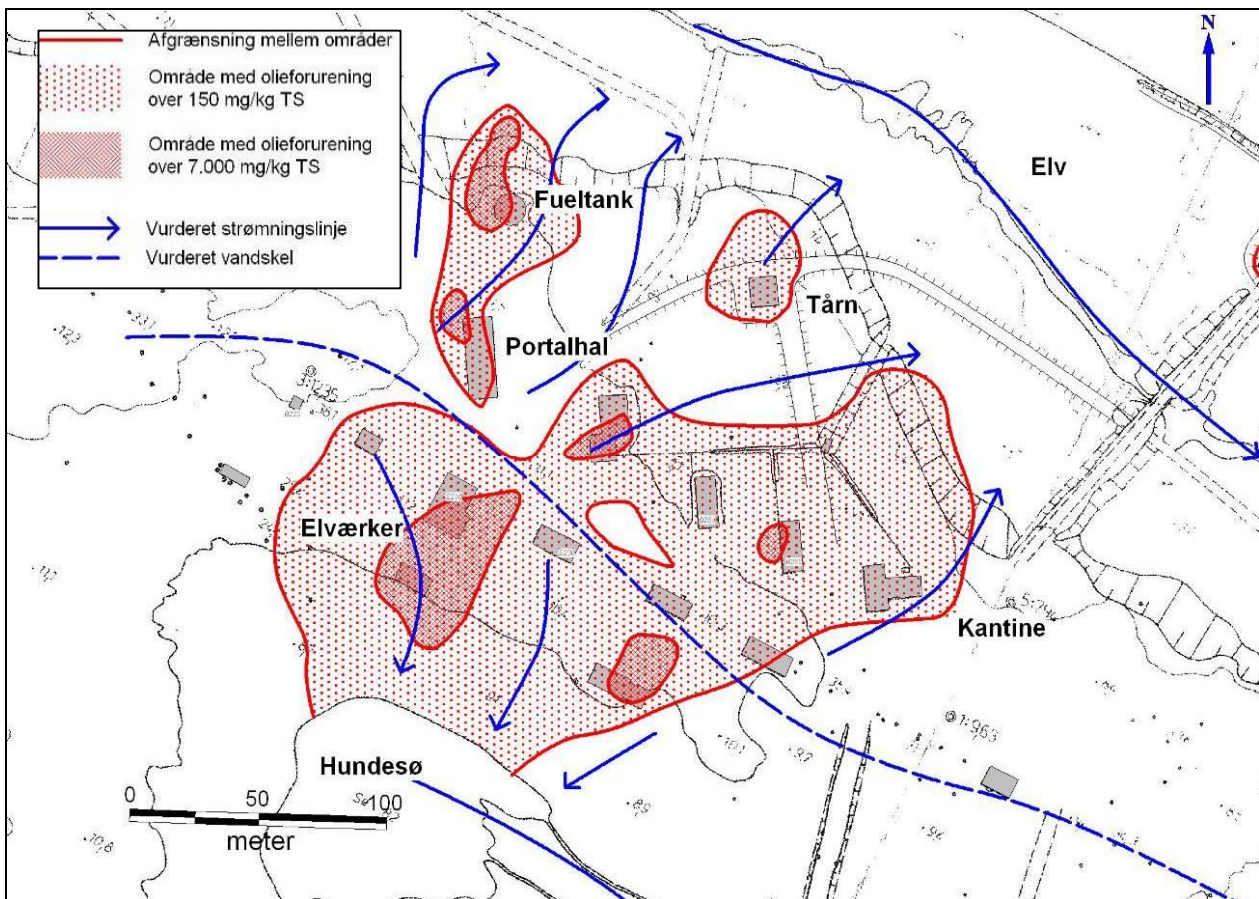
Tabel 4.4. Overfladeprøver, stationsområdet, analyseret for 6 tungmetaller

Tabel 4.4 viser, at der i 20 ud af 21 overfladeprøver er konstateret bly og cadmium over de danske jordkvalitetskriterier og det generelle gennemsnit er også over. Der er desuden konstateret zink over jordkvalitetskriteriet i 8 prøver, men gennemsnittet er under kriteriet. Alle analyseresultater for overfladeprøverne i stationsområdet er under afskæringskriteriet.

#### 4.3.2.3 Samlet vurdering af jordforureningen i stationsområdet

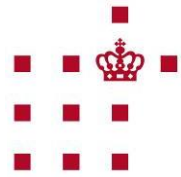
Der er konstateret en omfattende forurening med totalkulbrinter i stationsområdet. For overflade- og boreprøver samlet blev der konstateret 3 større sammenhængende jordforureninger med olieprodukter.

Figur 4.1 viser et oversigtskort over de 3 områder, hvor indholdet af totalkulbrinter over jordkvalitetskriteriet er markeret med et lyst rødt skraveret mønster. De 6 mørkere skraveringer indikerer områder, hvor koncentrationen af totalkulbrinter er over 7.000 mg/kg TS og det vurderes, at der her kan være fri fase olie tilstede. Ved en boring nord for fueltanken blev der observeret tegn på fri fase i form af kraftig oliefilm på vandet.



Figur 4.1. Oversigtskort der viser udbredelsen af olieforurening i stationsområdet. Lys rød skravering indikerer oliekoncentrationen over jordkvalitetskriteriet, mens den mørkere røde skravering indikerer mulighed for fri fase olie. Desuden er strømningssretninger og vandskel påtegnet med blå.

Den påviste jordforurening ved Tårnet (ca. 1.160 m<sup>2</sup>), i den sydlige del af stationsområdet (ca. 27.300 m<sup>2</sup>) samt omkring fueltank og portalhal (ca. 3.300 m<sup>2</sup>) vurderes horisontalt afgrænsede. Det vurderes også at den vertikale udbredelse maksimalt er i den øverste meter af permafrosten.



For PAH'er og benzen er der konstateret enkelte overskridelser, men i meget begrænset omfang. PCB'er er slet ikke påvist over detektionsgrænsen i stationsområdet. For metaller er der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriteriet for bly, cadmium, nikkel og zink. Stort set alle metalanalyser er under afskæringskriteriet.

#### 4.3.3 Forurening af vand

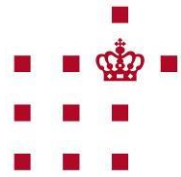
De filtersatte borer i stationsområdet fremgår af bilag 3.2 og er placeret med henholdsvis 3 filtre nedstrøms den store fueltank, 2 filtre i området omkring det nuværende og tidligere elværk, hvor der tidligere er sket et stort oliespild /1/, 5 filtre i nedstrøms retning for det tidligere oliespild ved elværket samt et filter beliggende nedstrøms jordforureningen omkring Bygning 266 (Kantinen). Den vurderede strømningsretning for grundvandet fremgår af figur 4.1 samt af bilag 3.3 og 3.8. Vandprøverne er analyseret for olieprodukter, BTEX'er og PAH'er. Desuden er 3 analyseret for indhold af PCB'er fra de borer, der er placeret ved elværk. Analyseresultater fremgår af tabel 4.9-4.11 samt bilag 15. Desuden er analyseresultater for totalkulbrinter i grundvand vist på bilag 3.8. Der henvises i øvrigt til Appendiks 1 for en detaljeret gennemgang af analyseresultater.

Stof	Detektionsgrænse µg/l	Laveste påvist niveau µg/l	Maks. påvist niveau µg/l	Gennemsnit <sup>1)</sup> µg/l	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over grundvandskvalitetskriterium stk.	Grundvandskvalitetskriterium µg/l
Totalkulbrinter		<b>65</b>	<b>12.000</b>	<b>6.395</b>	10	7	7	9
Benzen	0,040	0,21	<b>25</b>	<b>5</b>	10	6	3	1
Toluen	0,040	0,19	<b>350</b>	<b>88</b>	10	7	5	5
Xylener	0,020	0,112	<b>1.060</b>	<b>571</b>	10	7	6	5
Sum PCB	0,010	<0,010	<0,010	<0,100	3	0	0	0,012
Naphthalen	0,020	0,08	<b>620</b>	<b>238</b>	10	6	6	1
Sum PAH	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	10	0		0,2

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for de 7 vandprøver, hvor der er påvist totalkulbrinter over grundvandskvalitetskriteriet  
**Fed** Overskrider grundvandskvalitetskriteriet

Tabel 4.5. Vandprøver stationsområdet, analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er, PCB, naphthalen og PAH'er

Der er konstateret en grundvandsforurening med kulbrinter i forbindelse med de 3 jordforureninger. Det fremgår af tabel 4.5, at 7 af de 10 vandprøver overskrider grundvandskvalitetskriteriet. Gennemsnittet for de 7 prøver er ca. 6.400 µg totalkulbrinter/l. Højeste indhold af kulbrinter i grundvand er 12.000 µg/l, der er påvist nedstrøms elværket. Indholdet af kulbrinter i vandprøverne ved elværket er identificeret af laboratoriet som værende terpenin/benzin/petroleumslignende samt ikke nedbrudt gasolie. Spildet ved elværket i 2001 på ca. 43.000 l /1/ bestod af Arctic Grade C. Ifølge /18/ har Arctic Grade C petroleumslignende egenskaber med hensyn til opløsning i vand. Jf. /19/ er opløseligheden af petroleum i



vand mellem 10.000 og 20.000 µg/l. Det vurderes derfor at indhold af totalkulbrinter over 10.000 µg/l indikerer fri fase i eller omkring boringen.

Der er konstateret høje indhold af både benzen, toluen og xylen over grundvandskvalitetskriteriet i hovedparten af prøverne.

Der er ikke konstateret PCB over detektionsgrænsen.

Naphthalen er påvist med indhold op til 620 µg/l, og overskrider jordkvalitetskriteriet i 6 prøver. Der er ikke konstateret indhold af PAH'er over detektionsgrænsen for de 6 PAH'er, der indgår i Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterium for den samlede sum af PAH'er.

På baggrund af vurderinger af grundvandsstrømningen er grundvandsforureningen ikke afgrænset mod syd mod Hundesøen og mod nord mod elvejet ved fueltanken og mellem Tårnet og kantinen, hvor afstrømningen også er mod elven. Se figur 4.1 for afstrømningsforhold.

#### 4.3.4 Poreluft

Der blev gennemført 9 poreluftmålinger, heraf 5 indendørs i de bygninger, der anvendes til indkvartering og bolig. Målingerne skulle dels vise, om der kunne konstateres væsentlige forskelle i indholdet af O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> i forurenede og uforurenede områder, dels vise noget om eventuelle afdampningsbidrag til indeklima eller udeluft. Målepunkternes placering fremgår af bilag 3.2.

Målte værdier af O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> fremgår af feltskemaer, bilag 13. Generelt ses der i flere sonder et højt indhold af CO<sub>2</sub> (>5 %) og et lavt indhold af O<sub>2</sub> (<2 %), hvilket kan være et tegn på, at der sker en biologisk nedbrydning. I andre sonder er der højt iltindhold og lavt CO<sub>2</sub>-indhold, hvilket ikke viser tegn på nedbrydning. Målingerne er kun udført som indledende forsøg for at vurdere, om der er tegn på en eventuel naturlig nedbrydning af kulbrinter i området og behandles ikke yderligere i denne rapport.

Som det fremgår af tabel 4.6, er der konstateret høje værdier af totalkulbrinter i hovedparten af poreluftmålingerne (op til 2.500.000 µg/m<sup>3</sup>). Der er også konstateret høje værdier af benzen (op til 10 µg/m<sup>3</sup>) og i samlet sum af C<sub>9</sub> og C<sub>10</sub>-aromater (op til 12.200 µg/m<sup>3</sup>). I 3

målinger er der desuden påvist høje værdier af xylener (op til 3.020  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Målingerne viser, at der kan ske afdampning til indeklimaet i de bygninger, der er placeret over eller tæt på olieforurenede områder.

De konstaterede forureninger af poreluften er ikke søgt afgrænset ved denne undersøgelse.

ID	Dybde m u.t. <sup>1)</sup>	Volumen liter	Benzen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Toluen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ethylbenzen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	o-Xylen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	m+p-Xylen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	C9-aromater $\mu\text{g}/\text{m}^3$	C10-aromater $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalkulbrinter $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PL1	0,6	81	0,86	10	0,3	0,34	0,53	0,48	<0,37	<62
PL2	0,6	120	<0,083	35	12	2.500	520	7.600	620	2.500.000
PL4	0,8	8	<1,3	<6,0	<1,3	2,5	<1,3	<4,0	<4,0	<630
MP1	1,2	80	<0,13	30	11	1.700	330	11.000	1.200	1.000.000
MP2	1,25	84	0,19	1,9	17	22	26	730	170	280.000
MP3	1,25	80	10	7	1,9	5,1	3,4	160	100	1.500
MP4	0,58	80	4,1	18	78	130	87	1.600	270	48.000
MP5	0,9	92	0,18	3,4	4,7	13	9,6	82	10	9.000
Detektionsgrænse*			0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	5

\* Detektionsgrænse angivet i  $\mu\text{g}/\text{rør}$   
1) For målepunkterne MP1-MP5 regnes terræn fra gulvoverfladen

Tabel 4.6 Kulrør i stationsområdet analyseret for BTEX'er, totalkulbrinter og C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>-aromater.

## 4.4 Apron og terminal

### 4.4.1 Udførte undersøgelser

Der blev på apron i området syd for landingsbanen etableret 14 borer, heraf 3 filtersatte og udtaget 11 overfladeprøver til belysning af jordforureningssituationen omkring terminalen og diverse oplag af fueltromler og materialer langs apron. Placeringen af borer og overfladeprøver fremgår af bilag 4.1. Af hensyn til flysikkerheden blev der ikke boret eller udtaget overfladeprøver i området mellem landingsbanen og oplag af fueltromler, hvor fly taxier og parkerer. Flere borer blev konstateret tørre eller uegnede til filtersætning.

Der blev udtaget 20 jordprøver til analyse for totalkulbrinter, BTEX'er, tungmetaller og PAH'er. Resultaterne af de akkrediterede analyser af jordprøver udtaget ved apron fremgår af bilag 15.1 og 15.2. Resultaterne for olieprodukter og PID-målinger er tillige påtegnet i bilag 4.2.

#### 4.4.2 Forurening i jord

Analyseresultaterne af jordprøver udtaget i området omkring apron fremgår af tabellerne 4.7-4.10. Boreprøverne er præsenteret i tabel 4.7 og 4.9, mens overfladeprøverne fremgår af tabel 4.8 og 4.10.

##### 4.4.2.1 Olie, BTEX'er og PAH'er

Som det fremgår af tabel 4.7 er der i boreprøver påvist indhold af kulbrinter over jordkvalitetskriteriet i 4 ud af 9 prøver. Der er konstateret et maksimalt indhold på 2.400 mg totalkulbrinter/kg TS og et gennemsnitligt indhold inden for forureningsområderne på 940 mg totalkulbrinter/kg TS. Der er ikke påvist indhold af benzen over jordkvalitetskriteriet eller BTEX'er af betydning.

Der er i boreprøverne ikke konstateret indhold af PAH'er over miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for 7 PAH'er. For naphthalen er der konstateret overskridelse af det canadiske jordkvalitetskriterium for beboelse i 1 af de 9 analyserede prøver.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	<b>60</b>	<b>940</b>	<b>348</b>	9	4	4	25	
>C10-C15	5	<b>71</b>	<b>1.400</b>	<b>570</b>	9	4	4	40	
>C15-C20	5	8,0	<b>63</b>	18	9	2	1	55	
>C20-C40	25	27	59	7	9	2	0	150	
Totalkulbrinter	2,5	59	<b>2.400</b>	<b>940</b>	9	5	3	150	
Benzen	0,01	0,10	0,49	0,28	9	5	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	0,20	36	17	9	7		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,007	<b>10</b>	<b>2,7</b>	9	9	1	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,005	0,022	0,003	9	4	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for prøver (4 stk) udtaget indenfor i det aktive lag i forureningsområde.

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

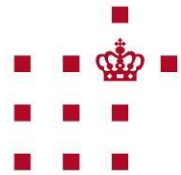
<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.7: Boreprøver, apron og terminal, analyseret for kulbrinter BTEX'er, PAH'er, naphthalen og PCB.

Det fremgår af tabel 4.8 at 7 ud af 11 overfladeprøver er over jordkvalitetskriteriet for totalkulbrinter. Højeste påviste indhold er 2.700 mg totalkulbrinter/kg TS og gennemsnittet er 856 mg totalkulbrinter/kg TS. Der er ikke påvist benzen over detektionsgrænsen eller BTEX'er af betydning.



Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	4,5	<b>260</b>	<b>39</b>	11	3	1	25	
>C10-C15	5	32	<b>2.200</b>	<b>359</b>	11	6	5	40	
>C15-C20	5	9,0	<b>95</b>	<b>33</b>	11	6	2	55	
>C20-C40	25	38	<b>1.100</b>	<b>417</b>	11	10	5	150	
Totalkulbrinter	2,5	38	<b>2.700</b>	<b>856</b>	11	10	7	150	
Benzen	0,01	i.p.	i.p.	-	11	0	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	0,12	16	2,3	11	4		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,005	<b>3</b>	0,5	11	11	1	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,005	0,098	0,018	11	4	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for prøver (7 stk) udtaget indenfor i det aktive lag i forureningsområde.

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rqce.ccme.ca/>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rqce.ccme.ca/>)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.8. Overfladeprøver, apron og terminal, analyseret for kulbrinter, BTEX'er, PAH'er og naphthalen.

Der er i overfladeprøverne ikke konstateret indhold af PAH'er over miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for 7 PAH'er. For naphthalen er det canadiske jordkvalitetskriterium for følsom anvendelse overskredet i en enkelt prøve ud af 11.

#### 4.4.2.2 Tungmetaller

Tabel 4.9 viser, at der i boreprøverne ikke er påvist metaller over jordkvalitetskriterierne.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	5,2	22	11	9	9	0	0	40	400
Cadmium	0,05	0,05	0,23	0,09	9	8	0	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	5,6	19	11	9	9	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	4,4	9	7	9	9	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	6,2	19	11	9	9	0	0	30	30
Zink	1,0	12	58	30	9	9	0	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.9. Boreprøver, apron og terminal, analyseret for 6 tungmetaller

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	11,0	<b>110</b>	37	11	11	4	0	40	400
Cadmium	0,05	0,11	<b>2,0</b>	0,48	11	11	4	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	5,9	11	8	11	11	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	4,9	15	8	11	11	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	6,3	11	8	11	11	0	0	30	30
Zink	1,0	31	500	114	11	11	0	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.10. Overfladeprøver, apron og terminal, analyseret for 6 tungmetaller

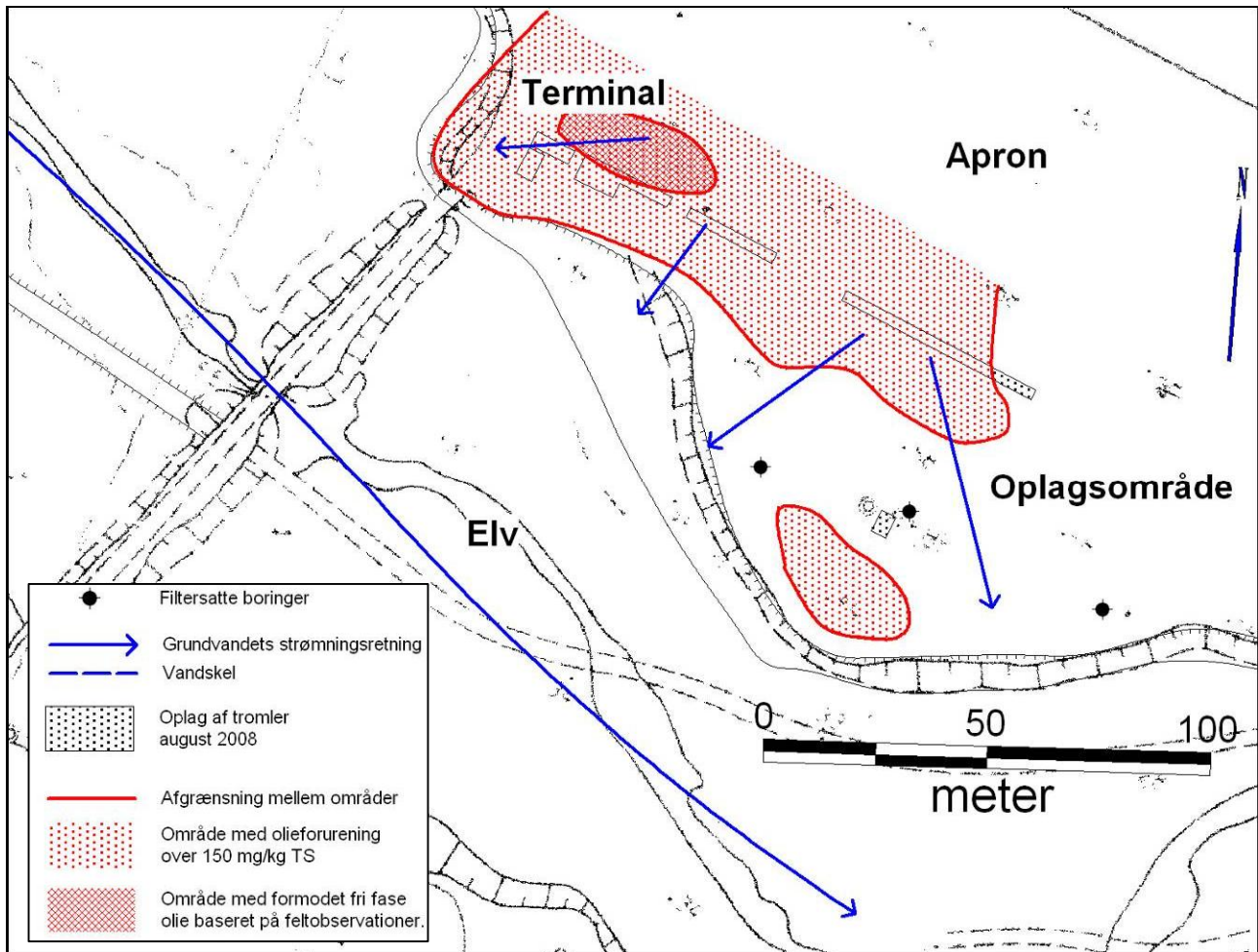
Tabel 4.10 viser, at der i 4 ud af 11 overfladeprøver er konstateret bly og cadmium over de danske jordkvalitetskriterier. Det generelle gennemsnit er under jordkvalitetskriteriet. Alle analyseresultater for bly og cadmium i overfladeprøverne omkring apron er under afskæringskriteriet.

#### 4.4.3 Samlet vurdering af jordforureningen ved apron

Der er kun konstateret forurening af betydning med totalkulbrinter ved apron. For overflade- og boreprøver samlet blev der konstateret 2 sammenhængende jordforureninger med olieprodukter. Kun den ene vurderes afgrænset. Figur 4.2 viser et oversigtskort over de 2 områder, hvor indholdet af totalkulbrinter over jordkvalitetskriteriet er markeret med et rødt skraveret mønster. På trods af begrænsede påviste indhold af kulbrinter i området, blev der i området umiddelbart nord for terminalbygningen ved apron og langs rækken af oplagrede tromler observeret oliefilm på afstrømmende overfladevand og kraftig olielugt. Observationen fandt sted efter flere dages kraftig nedbør i den sidste del af feltperioden. Det vurderes, at de store mængder nedbør har vandmættet jorden og udvasket fri fase olie (se billede 4.1). Der er ikke udtaget boreprøver i det aktuelle område.



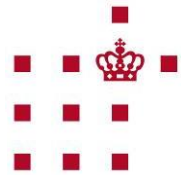
Foto 4.1. Billedet viser overfladeafstrømning af regnvand med oliefilm



Figur 4.2. Oversigtskort over apron påtegnet jordforurening med olieprodukter (rødskraverede områder). Vurderet strømningsretning er markeret med blå pile.

#### 4.4.4 Forurening af vand

Kun få boringer var egnede til filtersætning og de 3 filtersatte boringer blev søgt placeret nedstrøms jordforureningen. Grundvandsstrømningen i området er vurderet på baggrund af terrænkoter og koten til den mættede permafrost i de udførte boringer og er vist på figur 4.2. Der er udtaget 3 vandprøver fra de filtersatte boringer. Vandprøverne er analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er og PAH'er. Analyseresultaterne i oversigtsform fremgår af tabel 4.11.



Stof	Detektionsgrænse µg/l	Laveste påvist niveau µg/l	Maks. påvist niveau µg/l	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over grundvandskvalitetskriterium stk.	Grundvandskvalitetskriterium µg/l
Totalkulbrinter		-	<b>600</b>	3	1	1	9
Benzen	0,040	<0,040	<0,040	3	0	0	1
Toluen	0,040	<0,040	<0,040	3	0	0	5
Xylener	0,020	<0,020	2,64	3	1	0	5
Naphthalen	0,020	<0,020	0,25	3	1	0	1
Sum PAH	0,01	<0,010	<0,010	3	0	0	0,2

**Fed** Overskrider grundvandskvalitetskriteriet

Tabel 4.11: Vandprøver, apron og terminal, analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er, naphthalen og sum af PAH'er..

Som det fremgår af tabel 4.11 er der påvist totalkulbrinter i en enkelt prøve over grundvandskvalitetskriteriet. Indholdet er på 600 µg/l. Herudover er der ikke påvist BTEX'er, sum af PAH'er eller naphthalen over grundvandskvalitetskriteriet.

Der er påvist en mindre forurening over grundvandskvalitetskriteriet med totalkulbrinter. Grundvandsforureningen er ikke afgrænset nedstrøms mod elvlejet.

## 4.5 Miljøplads og skurby

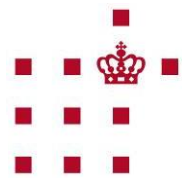
### 4.5.1 Udførte undersøgelser

Til belysning af eventuel forurening omkring miljøpladsen og skurbyen blev der etableret 3 boringer, hvor af 2 blev filtersat. De filtersatte boringer blev placeret nedstrøms tromledepotet på miljøpladsen. Placeringen af boringerne fremgår af bilag 5, borejournaler af bilag 11 og foto af bilag 10.1. Der blev udtaget 1 jordprøve fra boringerne samt 10 overfladeprøver til at belyse eventuel jordforurening samt 2 vandprøver til at belyse evt. grundvandsforurening. Jordprøverne er analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er, tungmetaller og PAH'er. Resultaterne fremgår af tabel 4.12-4.13 og bilag 15.1 og 15.2. Vandprøverne er analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er og PAH'er. Resultaterne fremgår af tabel 4.14

### 4.5.2 Forurening i jord

En opsummering af analyseresultaterne af jordprøver udtaget i området omkring skurbyen fremgår af tabellerne 4.12-4.13. Boreprøver og overfladeprøver er præsenteret i samme tabel.

#### 4.5.2.1 Olie, BTEX'er og PAH'er



Som det fremgår af tabel 4.12 er der i jordprøverne påvist indhold af kulbrinter over jordkvalitetskriteriet i 2 ud af 11 prøver. Der er konstateret et maksimalt indhold på 680 mg totalkulbrinter/kg TS og et gennemsnitligt indhold på 78 mg totalkulbrinter/kg TS. Der er ikke påvist indhold af benzen over jordkvalitetskriteriet eller BTEX'er.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	11	11	1	11	1	0	25	
>C10-C15	5	16	560	57	11	3	2	40	
>C15-C20	5	6,0	31	3	11	2	0	55	
>C20-C40	25	28	82	17	11	3	0	150	
Totalkulbrinter	2,5	16	680	78	11	5	1	150	
Benzen	0,01	i.p.	i.p.	-	11	0	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	i.p.	i.p.	-	11	0		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,005	0,075	0,013	11	10	0	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,005	0,240	0,030	11	5	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for prøver (11 stk) udtaget indenfor i det aktive lag i forureningsområde.

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

Fed Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.12: Boreprøver og overfladeprøver, miljøplads og skurby, analyseret for kulbrinter BTEX'er, PAH'er, naphthalen og PCB.

Der er i jordprøverne ikke konstateret indhold af PAH'er som sum af 7 eller naphthalen over kriteriet.

#### 4.5.2.2 Tungmetaller

Tabel 4.13 viser, at der kun i en enkelt jordprøve er påvist bly over jordkvalitetskriteriet.

Analyseresultatet er under afskæringskriteriet.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	6,7	53	18	11	11	1	0	40	400
Cadmium	0,05	0,06	0,29	0,12	11	10	0	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	6,2	11	9	11	11	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	5,3	13	7	11	11	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	5,7	11	8	11	11	0	0	30	30
Zink	1,0	13	62	31	11	11	0	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

Fed Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.13. Jordprøver, miljøplads og skurby, analyseret for 6 tungmetaller

#### 4.5.3 Samlet vurdering af jordforureningen ved miljøplads og skurby

Der er påvist en yderst begrænset forurening med totalkulbrinter og bly ved miljøplads og skurby.

#### 4.5.4 Forurening af vand

Der er udtaget 2 vandprøver fra de filtersatte boringer. Vandprøverne er analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er og PAH'er. Analyseresultaterne i oversigtsform fremgår af tabel 4.14.

Stof	Detektionsgrænse µg/l	Laveste påvist niveau µg/l	Maks. påvist niveau µg/l	Gennemsnit <sup>1)</sup> µg/l	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over grundvandskvalitetskriterium stk.	Grundvandskvalitetskriterium µg/l
Totalkulbrinter		i.p.	44	44	2	1	1	9
Benzen	0,040	<0,040	<0,040	<0,040	2	0	0	1
Toluen	0,040	<0,040	0,05	0,05	2	1	0	5
Xylener	0,020	<0,020	0,06	0,06	2	1	0	5
Naphthalen	0,020	0,04	0,05	0,05	2	2	0	1
Sum PAH	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	2	0	0	0,2

<sup>1)</sup> Gennemsnit samme som maks værdi, da der kun er påvist værdier i over grundvandskvalitetskriteriet i en prøve

**Fed** Overskrider grundvandskvalitetskriteriet

Tabel 4.14: Vandprøver, Miljøplads, analyseret for totalkulbrinter BTEX'er, naphthalen og sum af PAH'er.

Som det fremgår af tabellen er der påvist totalkulbrinter i en enkelt prøve over grundvandskvalitetskriteriet. Indholdet er på 44 µg/l. Herudover er der ikke påvist BTEX'er, sum af PAH'er eller naphthalen over grundvandskvalitetskriteriet.

Grundvandsforureningen er ikke afgrænset, men vurderes yderst begrænset i udbredelse.

## 4.6 Hangar

### 4.6.1 Udførte undersøgelser

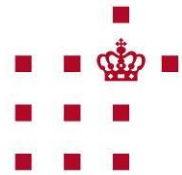
Der er i området omkring de 2 bygninger i hangarområdet udført 4 boringer og udtaget 3 overfladeprøver til at belyse jordforureningssituationen. Prøverne er analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er, tungmetaller og PAH'er. Analyserapporter fremgår af bilag 15.1 og 15.2. Placeringer af overfladeprøver og boringer fremgår af bilag 6.

### 4.6.2 Forurening i jord

Analyseresultaterne af jordprøver udtaget i området omkring hangaren fremgår af tabellerne 4.15-4.18. Boreprøver fremgår af tabel 4.15 og 4.17, mens overfladeprøverne er præsenteret i tabel 4.16 og 4.18.

#### 4.6.2.1 Olie, BTEX'er, PAH'er og PCB'er

Som det fremgår af tabel 4.15 er der i boreprøverne ikke påvist indhold af kulbrinter, benzen, BTEX'er, naphthalen eller PAH'er over jordkvalitetskriteriet



Stof	Detektionsgrænse	Laveste påvist niveau	Maks. påvist niveau	Gennemsnit <sup>1)</sup>	Antal prøver analyseret	Antal prøver over detektionsgrænsen	Antal prøver over jordkvalitetskriterium	Jordkvalitetskriterium	Afskæringskriterium
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	stk.	stk.	stk.	mg/kg TS	mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	i.p.	i.p.	-	3	0	0	25	
>C10-C15	5	7,0	7,0	2,3	3	1	0	40	
>C15-C20	5	i.p.	i.p.	-	3	0	0	55	
>C20-C40	25	i.p.	i.p.	-	3	0	0	150	
Totalkulbrinter	2,5	6,7	6,7	2,2	3	1	0	150	
Benzen	0,01	0,23	0,23	0,077	3	1	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	0,37	0,37	0,12	3	1		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,006	0,006	0,006	3	3	0	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	i.p.	i.p.	-	3	0	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver (3 stk)

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.15: Boreprøver, hangar, analyseret for kulbrinter BTEX'er, PAH'er og naphthalen.

For overfladeprøverne fremgår det af tabel 4.16, at der er påvist kulbrinter over jordkvalitetskriteriet i alle 3 prøver. Der er påvist et maksimalt indhold på 4.400 mg/kg TS og et gennemsnitsindhold for alle 3 prøver på 2.317 mg/kg TS. Der er ikke påvist BTEX'er eller indhold af PAH'er som sum af betydning. Der er påvist naphthalen i en enkelt prøve over det canadiske jordkvalitetskriterium for boliger, men resultatet er under, hvad der svarer til afskæringskriteriet.

#### 4.6.2.2 Tungmetaller

Tabel 4.17 viser, at der ikke er påvist metaller over jordkvalitetskriteriet i de 3 analyserede boreprøver.

Stof	Detektionsgrænse	Laveste påvist niveau	Maks. påvist niveau	Gennemsnit <sup>1)</sup>	Antal prøver analyseret	Antal prøver over detektionsgrænsen	Antal prøver over jordkvalitetskriterium	Jordkvalitetskriterium	Afskæringskriterium
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	stk.	stk.	stk.	mg/kg TS	mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	3	1	1	25	
>C10-C15	5	9	<b>3.600</b>	<b>1.208</b>	3	3	1	40	
>C15-C20	5	<b>57</b>	<b>510</b>	<b>210</b>	3	3	3	55	
>C20-C40	25	<b>200</b>	<b>2.100</b>	<b>857</b>	3	3	3	150	
Totalkulbrinter	2,5	<b>350</b>	<b>4.400</b>	<b>2.317</b>	3	3	3	150	
Benzen	0,01	i.p.	i.p.	-	3	0	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	6,20	6,20	2,07	3	1		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,009	<b>1,20</b>	0,411	3	3	1	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,010	0,120	0,074	3	3	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver (3 stk).

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

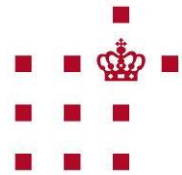
<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.16: Overfladeprøver, hangar, analyseret for kulbrinter BTEX'er, PAH'er og naphthalen.



Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	4,7	7	6	3	3	0	0	40	400
Cadmium	0,05	i.p.	i.p.	-	3	0	0	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	8,7	10	9	3	3	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	6,3	7	7	3	3	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	7,5	10	9	3	3	0	0	30	30
Zink	1,0	17	20	18	3	3	0	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

i.p. Ikke påvist

Fed Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.17. boreprøver, hangar, analyseret for 6 tungmetaller

Det fremgår af tabel 4.18, at der i 2 ud af 3 analyserede prøver er påvist bly og cadmium over jordkvalitetskriteriet. Der er påvist et maksimalt indhold af bly på 210 mg/kg TS og et indhold af cadmium på op til 1,7 mg/kg/TS. De gennemsnitlige værdier er også over jordkvalitetskriteriet. Alle analyseværdier er dog under afskæringskriterierne.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	19,0	<b>210</b>	<b>116</b>	3	3	2	0	40	400
Cadmium	0,05	0,13	<b>1,7</b>	<b>0,88</b>	3	3	2	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	11,0	14	12	3	3	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	11,0	14	12	3	3	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	9,8	12	11	3	3	0	0	30	30
Zink	1,0	39	490	233	3	3	0	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

Fed Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.18. Overfladeprøver, hangar, analyseret for 6 tungmetaller

### 4.6.3 Samlet vurdering af jordforureningen ved hangaren

Der er påvist en overfladeforurening med kulbrinter og tungmetaller over de danske jordkvalitetskriterier for fri og følsom anvendelse samt naphthalen over de canadiske jordkvalitetskriterier for beboelse. For metaller og naphthalen er de påviste værdier under afskæringskriteriet. Forureningen er ikke afgrænset horisontalt. Forureningen vurderes dog at være afgrænset vertikalt og knyttet til overfladesedimenterne.

## 4.7 Landingsbane

### 4.7.1 Udførte undersøgelser

På landingsbanen blev der udtaget 10 overfladeprøver til belysning af, om evt. tidligere udført støvdæmpning med olieprodukter har medført forurening. Af hensyn til flysikkerheden er overfladeprøverne indsamlet i kanten af banen. Placeringen af overfladeprøverne fremgår af bilag 7, mens foto af placeringerne fremgår af bilag 10.2. Ved udtagningen af

jordprøverne blev der i felten ikke konstateret tegn på forurening i materialerne anvendt til banens opbygning. Efterfølgende PID-målinger viste heller ikke udslag. Alle prøver blev udvalgt til analyse for totalkulbrinter, BTEX, tungmetaller og PAH'er. Analyseresultaterne fremgår af tabel 4.19-4.20.

#### 4.7.2 Forurening i jord

Som det fremgår af tabel 4.19, er der ikke påvist kulbrinter, benzen, BTEX'er, naphthalen eller sum af 7 PAH'er over jordkvalitetskriterierne i de 10 analyserede prøver.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	i.p.	i.p.	-	10	0	0	25	
>C10-C15	5	10	10	1,0	10	1	0	40	
>C15-C20	5	11	11	1,1	10	1	0	55	
>C20-C40	25	i.p.	i.p.	-	10	0	0	150	
Totalkulbrinter	2,5	21	21	2,1	10	1	0	150	
Benzen	0,01	i.p.	i.p.	-	10	0	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	0,13	0,16	0,04	10	3		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,007	0,013	0,008	10	9	0	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,005	0,015	0,002	10	2	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver (10 stk).

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.19: Overfladeprøver, landingsbane, analyseret for kulbrinter BTEX'er, PAH'er og naphthalen.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	26,0	<b>67</b>	<b>47</b>	10	10	6	0	40	400
Cadmium	0,05	<b>0,60</b>	<b>1,4</b>	<b>0,90</b>	10	10	10	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	5,8	13	9	10	10	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	6,4	35	12	10	10	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	6,4	14	9	10	10	0	0	30	30
Zink	1,0	170	330	232	10	10	0	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.20: Overfladeprøver, landingsbane, analyseret for 6 metaller.

Som det fremgår af tabel 4.20 er der målt indhold af bly og cadmium over Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier for fri og mest følsom anvendelse i henholdsvis 6 og 10 prøver. Højeste målte værdi for bly er 67 mg/kg TS og 1,4 mg/kg TS for cadmium. Gennemsnittet af de 10 prøver er også over jordkvalitetskriterierne. Ingen af de målte værdier overskrider afskæringskriterierne.

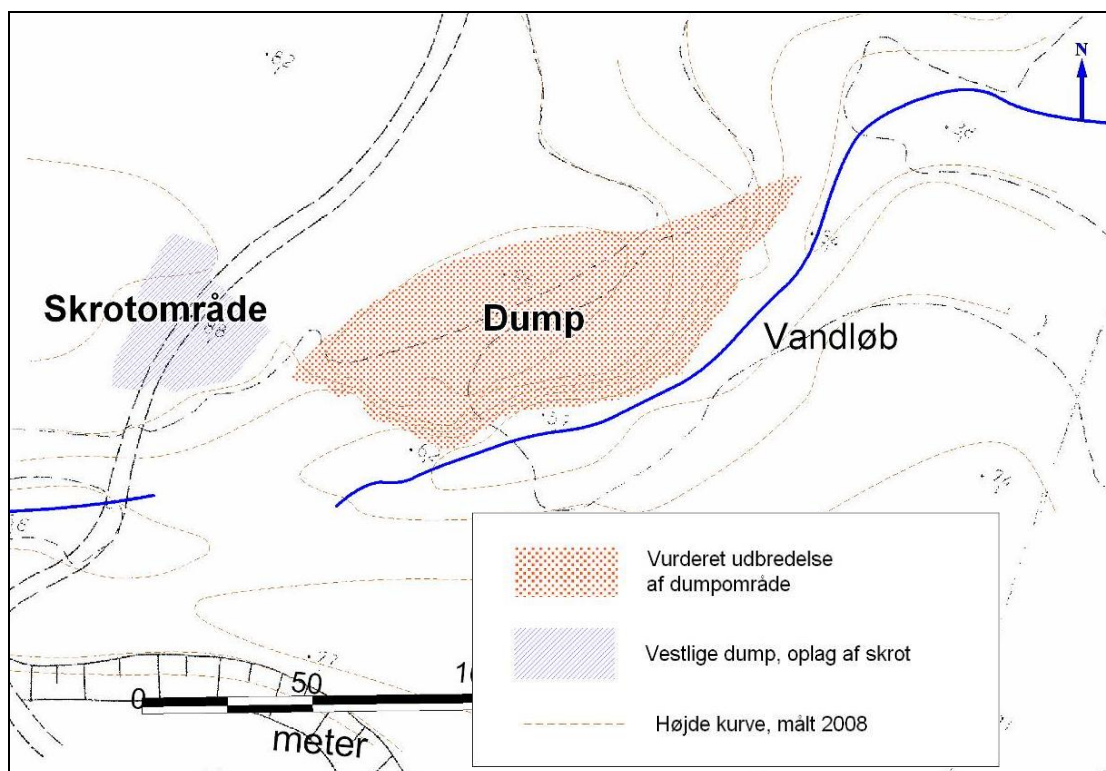
### 4.7.3 Samlet vurdering af jordforureningen ved landingsbanen

Der er påvist en overfladeforurening med tungmetaller over de danske jordkvalitetskriterier for fri og følsom anvendelse. De påviste analyseværdier er under afskæringskriteriet. Forureningen er ikke afgrænset horisontalt og vurderes at være knyttet til overfladesedimenterne.

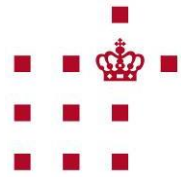
## 4.8 Dumpområdet

### 4.8.1 Udførte undersøgelser

Der blev under besigtigelsen i 2007 foretaget 4 prøvegravninger i dumpområdet. I 2008 blev der udført 9 supplerende prøvegravninger, 13 borer og udtaget 21 overfladeprøver. 8 af borerne blev filtersat. Prøvegravningerne fra 2007 indgår i den samlede vurdering af dumpens udbredelse sammen med indsamlede data fra 2008. Placeringerne af prøvegravninger, borer og overfladeprøver fremgår af bilag 8.1.



Figur 4.3. Oversigtskort over dumpområdet. Udbredelsen af nedgravet affald er markeret med rød skravering. Overfladeskrot med blå skravering.



Dumpområdet er blevet underinddelt i 2 områder i forbindelse med gennemgangen – et vestligt område (skrotområdet), hvor der er påvist skrot over jorden og et østlige område (dumpen), hvor der er påvist nedgravet affald. De 2 områder fremgår af figur 4.3.

#### 4.8.2 Fysisk afgrænsning af dumpen

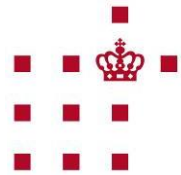
På baggrund af de 13 prøvegravninger udført i 2007 og 2008 blev der foretaget en afgrænsning af dumpen med hensyn til nedgravet affald. Der blev påvist kompakte lag af affald under det overliggende fyldlag i 6 prøvegravninger. Affaldet bestod af tromler, glas, plast, metal og andet affald. Der blev under feltarbejdet opgravet 2 intakte tromler med indhold – dels et ukendt olieprodukt, dels en tromle med hydraulikolie. Begge tromler blev overgivet til stationens personel til videre håndtering. Billeder af prøvegravningerne og affaldsindholdet fremgår af bilag 12. Dumpens udbredelse er vist i figur 4.3 samt på bilag 8.1 og 8.2. Den vurderes at udgøre et areal ca. 5.600 m<sup>2</sup>.

Prøvegravningerne blev udført til permafrost op til 2 m u.t., uden at affaldet blev gennemgravet. På baggrund af terrænkurver fra baggrundskortet, der vurderes indmålt omkring stationens opførelse, før dumpen blev etableret, samt indmåling af terrænkurver, prøvegravninger og dumpfront i 2008, er der udarbejdet 3 tværsnit af dumpen (A-A', B-B' og C-C'). Tværsnittenes placering fremgår af bilag 8.1. Tværsnittene er vist i bilag 8.3. Det vurderes, at den maksimale vertikale udbredelse af affald er ca. 3 m. Tykkelsen af det overliggende dæklag varierer fra 0,2-1,0 m. Det vurderes, at affaldstykkelsen i gennemsnit er 2,5 m, og at den samlede mængde vurderes at udgøre ca. 10.000-13.000 m<sup>3</sup> overdækket affald.

#### 4.8.3 Forurening i jord

Til belysning af forureningssituationen i dumpområdet blev der foruden de 13 borer og 9 prøvegravninger udtaget 21 overfladeprøver. Der blev udvalgt 25 jordprøver til analyse for kulbrinter, BTEX'er, tungmetaller og PAH'er. Herudover blev der udvalgt 10 jordprøver til analyse ved TerrAttesT<sup>1</sup>. Placering af borer og prøvegravninger fremgår af bilag 8.1. Analyseresultater for jordprøver fremgår af tabel 4.21-4.28. Dumpområdet opdeles under gennemgangen i en vestlig del (skrotområde), hvor der er oplag af udrangerede køretøjer,

<sup>1</sup> Ved TerrAttest analyseres prøven for indhold af 220 stoffer jf. bilag 16.



kabler m.m. over jorden, og en østlig del (dumpen), hvor der er konstateret nedgravet affald.

### Vestlig del, skrotområde

I områdets vestlige del, hvor der opbevares skrottede køretøjer, kabler m.m., blev der udtaget 10 jordprøver til analyse, heraf 4 boreprøver og 6 overfladeprøver. Området fremgår af figur 4.3..

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	i.p.	i.p.	-	4	0	0	25	
>C10-C15	5	i.p.	i.p.	-	4	0	0	40	
>C15-C20	5	i.p.	i.p.	-	4	0	0	55	
>C20-C40	25	i.p.	i.p.	-	4	0	0	150	
Totalkulbrinter	2,5	i.p.	i.p.	-	4	0	0	150	
Benzen	0,01	i.p.	i.p.	-	4	0	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	i.p.	i.p.	-	4	0		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,006	0,009	0,004	4	2	0	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,006	0,006	0,002	4	1	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for 4 prøver

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rcqe.ccm.ca>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rcqe.ccm.ca>)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.21. Boreprøver, skrotområde, analyseret for kulbrinter BTEX'er, PAH'er og naphthalen.

Som det fremgår af tabel 4.21, er der i boreprøverne ikke konstateret indhold af olieprodukter, BTEX'er, sum af 7 PAH'er eller naphthalen over jordkvalitetskriterierne.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	i.p.	i.p.	-	6	0	0	25	
>C10-C15	5	7,0	980	183	6	3	2	40	
>C15-C20	5	180	1.600	340	6	3	3	55	
>C20-C40	25	34,0	1.400	633	6	6	3	150	
Totalkulbrinter	2,5	34,0	4.000	1.155	6	6	3	150	
Benzen	0,01	i.p.	i.p.	-	6	0	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	i.p.	i.p.	-	6	0		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,006	0,035	0,013	6	6	0	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,007	0,160	0,036	6	3	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver (6 stk)

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rcqe.ccm.ca>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rcqe.ccm.ca>)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.22. Overfladeprøver, skrotområde, analyseret for kulbrinter BTEX'er, PAH'er og naphthalen.

Som det fremgår af tabel 4.22 er der i 3 ud af 6 overfladeprøver konstateret kulbrinter over jordkvalitetskriteriet. Højeste påviste koncentration af totalkulbrinter er 4.000 mg/kg TS og

gennemsnittet for alle 6 prøver er på 1.155 mg/kg TS. Der er ikke påvist benzen, BTEX'er, sum af 7 PAH'er eller naphthalen over jordkvalitetskriterierne.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	3,5	10	6	4	4	0	0	40	400
Cadmium	0,05	0,07	0,07	0,02	4	1	0	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	8,1	19	13	4	4	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	4,8	10	7	4	4	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	7,9	11	9	4	4	0	0	30	30
Zink	1,0	12	27	18	4	4	0	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

Fed Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.23. Boreprøver, skrotområde, analyseret for 6 tungmetaller.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	7,1	12	10	6	6	0	0	40	400
Cadmium	0,05	0,05	0,06	0,02	6	2	0	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	9,0	19	13	6	6	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	6,6	12	8	6	6	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	8,5	16	12	6	6	0	0	30	30
Zink	1,0	25	44	31	6	6	0	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

Fed Overskrider jordkvalitetskriteriet

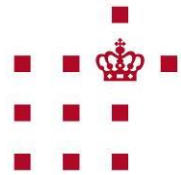
Tabel 4.24. Overfladeprøver, skrotområdet, analyseret for 6 tungmetaller.

Som det fremgår af tabel 4.23 og 4.24 er der ikke påvist indhold af tungmetaller over jordkvalitetskriterierne i de 4 boreprøver eller de 6 overfladeprøver.

#### 4.8.3.1 Østlig del, Dumpen

Den østlige del af området rummer det nedgravede affald. Her blev der udtaget 15 overfladeprøver til supplerung af de 9 prøvegravninger og 9 borer der blev etableret i forbindelse med afgrænsningen af affald. Der blev udvalgt 15 jordprøver til analyse for kulbrinter, BTEX'er, tungmetaller og PAH'er og 10 jordprøver til analyse ved TerrAttesT. For nærmere beskrivelse af TerrAttesT henvises til bilag 16.

Tabel 4.25 viser, at der i den overdækkede dump er påvist totalkulbrinter over jordkvalitetskriteriet i 7 ud af 10 prøver udtaget ved prøvegravning. Højeste påviste analyseværdi er 6.200 mg totalkulbrinter og et gennemsnit af alle 10 prøver er 1.192 mg/kg TS.



Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Totalkulbrinter	10,0	75,0	<b>6.200</b>	<b>1.192</b>	10	8	7	150	
Benzen	0,10	i.p.	i.p.	-	10	0	0	1,5	
Sum BTEX	0,10	i.p.	i.p.	-	10	0		i.f.	

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for prøver (10 stk)

i.p. Ikke påvist

i.f. Ikke fastsat

**Fed**

Tabel 4.25. Prøvegravning, dumpområdet, analyseret v.h.a. TerrAttest

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	2,9	<b>57</b>	<b>4</b>	15	3	1	25	
>C10-C15	5	6,0	<b>1.600</b>	<b>119</b>	15	6	2	40	
>C15-C20	5	8,0	<b>200</b>	<b>15</b>	15	3	1	55	
>C20-C40	25	34,0	<b>1.300</b>	<b>116</b>	15	8	2	150	
Totalkulbrinter	2,5	14,0	<b>3.100</b>	<b>251</b>	15	10	3	150	
Benzen	0,01	0,15	0,15	0,01	15	1	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	2,20	2,20	0,15	15	1		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,006	<b>0,62</b>	<b>0,050</b>	15	15	1	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,006	0,130	0,013	15	5	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet alle for prøver (15 stk)

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rcqe.ccm.ca/>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rcqe.ccm.ca/>)

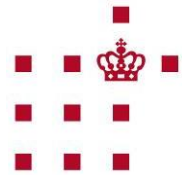
i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.26. Overfladeprøver, dump, analyseret for kulbrinter, benzen, BTEX'er, naphthalen og summen af 7 PAH'er.

I følge tabel 4.26 er der konstateret indhold af kulbrinter over jordkvalitetskriteriet i 3 ud af de 15 udtagne overfladeprøver i fyldlaget. Højeste påviste værdi er 3.100 mg totalkulbrinter/kg TS og gennemsnittet for alle prøver er på 251 mg/kg TS. Der er ikke påvist benzen eller sum af 7 PAH'er over jordkvalitetskriteriet. Der er påvist en begrænset mængde BTEX'er. Der er påvist naphthalen over det canadiske jordkvalitetskriterium for følsom anvendelse i en enkelt prøve. Resultatet for naphthalen er dog under "afskæringskriteriet".

Prøvegravningerne er analyseret ved hjælp af TerrAttest, og der er analyseresultater for 9 metaller i stedet for 6. I forhold til tungmetalanalyser i de øvrige områder fremgår arsen, vanadium og barium af tabel 4.27. Det fremgår af tabellen, at der er påvist bly og cadmium over jordkvalitetskriteriet i henholdsvis 3 og 2 prøver ud af 10. Højeste påviste værdier er 160mg bly/kg TS og 0,9 mg cadmium/kg TS.



Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	9,0	<b>160</b>	39	10	10	3	0	40	400
Cadmium	0,30	0,30	<b>0,90</b>	0,28	10	5	2	0	0,5	5,0
Chrom	3,0	11,0	26	15	10	10	0	0	500	1.000
Kobber	3,0	9,0	94	22	10	10	0	0	500	1.000
Nikkel	2,0	8,0	19	12	10	10	0	0	30	30
Zink	10,0	34	330	118	10	10	0	0	500	1.000
Tin	5,0	7,0	8,0	2,2	10	3	0	0	500	i.f.
Arsen	3,0	3,0	3,0	0,60	10	2	0	0	20	20
Vanadium	2,0	11	28	17	10	10	0	0	130	i.f.
Barium	5,0	<b>130</b>	<b>400</b>	<b>229</b>	10	10	10	0	100	i.f.

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

i.f. Ikke fastsat

Tabel 4.27 Prøvegravninger, dumpen, analyseret ved hjælp af TerrAttesT.

For både bly og cadmium er de påviste værdier under afskæringskriteriet. Der er påvist barium over jordkvalitetskriteriet i alle 10 prøver. Højeste påviste værdi er 400 mg/kg TS og gennemsnittet er på 229. Der er ikke noget dansk afskæringskriterium for barium. Ifølge /10/ er der i elvsedimenter i området fundet indhold af barium mellem 200 og 600 mg/kg TS. På den baggrund vurderes det høje indhold af barium at være naturligt for området.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	6,3	<b>44</b>	16	15	15	2	0	40	400
Cadmium	0,05	0,05	<b>0,59</b>	0,07	15	7	1	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	6,8	21	10	15	15	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	5,3	160	17	15	15	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	6,9	11	9	15	15	0	0	30	30
Zink	1,0	19	240	45	15	15	0	0	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

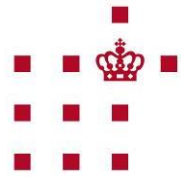
**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.28. Overfladeprøver, dumpen, analyseret for 6 metaller

I overfladeprøverne fra den overdækkede dump er der jf. tabel 4.28 påvist bly og cadmium lige over jordkvalitetskriterierne i henholdsvis 2 og 1 prøve. Højeste påviste indhold er 44 mg bly/kg TS og 0,59 mg cadmium/kg TS. De påviste værdier er alle under afskæringskriteriet.

#### 4.8.3.2 Andre konstaterede forureningskomponenter

I jordprøverne analyseret ved hjælp af TerrAttesT er der foruden kulbrinter, BTEX'er, tungmetaller og PAH'er også konstateret indhold af flere miljøfremmede stoffer som fremgår af analyserapporterne i bilag 15.4. Der er påvist indhold af 1,2-dibrommethan på 0,13 mg/kg TS. Indholdet overskrider det danske jordkvalitetskriterium med en faktor 6. Der er



desuden påvist mindre indhold af chlorphenoler, alkylbenzener, biphenyl, dibenzofuran i en eller flere jordprøver fra prøvegravningerne. Det påviste indhold af chlorphenoler er under jordkvalitetskriteriet. Der er ikke danske jordkvalitetskriterier for alkylbenzener, biphenyler eller dibenzofuraner. Stofferne er dog påvist med lave indhold.

#### 4.8.3.3 Samlet vurdering af jordforureningen

Den del af dumpområdet, der rummer tildækket affald, er blevet afgrænset ved hjælp af prøvegravninger. Arealet vurderes at udgøre ca. 5.600 m<sup>2</sup>. Den gennemsnitlige affaldstykkelser vurderes at være 2,5 m, og der vurderes at være ca. 13.000 m<sup>3</sup> affald i dumpen. Under gravearbejdet blev der fundet intakte tromler med indhold af olieprodukter.

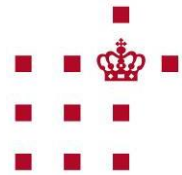
I og omkring den overdækkede affaldsdump er der konstateret jordforurening med kulbrinter. Fyldjorden over dumpen vurderes generelt påvirket af olieprodukter, men kun i enkelte prøver over jordkvalitetskriteriet. Højeste konstaterede indhold er 3.100 mg totalkulbrinter/kg TS. I prøver udtaget i selve dumpen er der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriterier for totalkulbrinter i hovedparten af de analyserede prøver med en maksimalværdi på 6.200 mg/kg TS. På den baggrund vurderes det, at jorden i dumpen generelt er forurenet med kulbrinter over jordkvalitetskriteriet.

Der er ikke konstateret indhold af BTEX'er over jordkvalitetskriteriet. For PAH'er er der konstateret en enkelt overskridelse af det canadiske jordkvalitetskriterium for beboelse for naphthalen. Indholdet overskrider ikke kriteriet for industri, hvad der svarer til afskæringskriteriet.

Der er konstateret mindre overskridelser af jordkvalitetskriteriet for bly og cadmium. Alle overskridelser er under det danske afskæringskriterium.

Der er desuden konstateret indhold af 1.2-dibrommethan over jordkvalitetskriteriet i en enkeltprøve samt indhold af chlorphenoler, trimethylbenzen og biphenyl under eller uden for kriterium i en eller flere prøver.

Det skal bemærkes, at indholdet af miljøfremmede stoffer i lossepladsfyld vurderes at være meget inhomogene og resultaterne af de analyserede jordprøver kan derfor ikke betrag-



tes som repræsentative for hele dumpen. Resultaterne viser dog, hvilke stoffer, der som minimum kan forventes at være perkolatdannende<sup>2</sup> i dumpen.

I den vestlige ende af dumpområdet, hvor der er oplag af udrangerede køretøjer, kabler m.m. er der i overfladeprøver konstateret et indhold på op til 4.000 mg totalkulbrinter/kg TS, men ingen kulbrinter i borerne. Der er ikke konstateret indhold af BTEX'er, PAH'er eller tungmetaller over kvalitetskriterierne. På den baggrund vurderes der at være en overfladenær forurening med kulbrinter i det vestlige område. Forureningen er ikke afgrænset horisontalt.

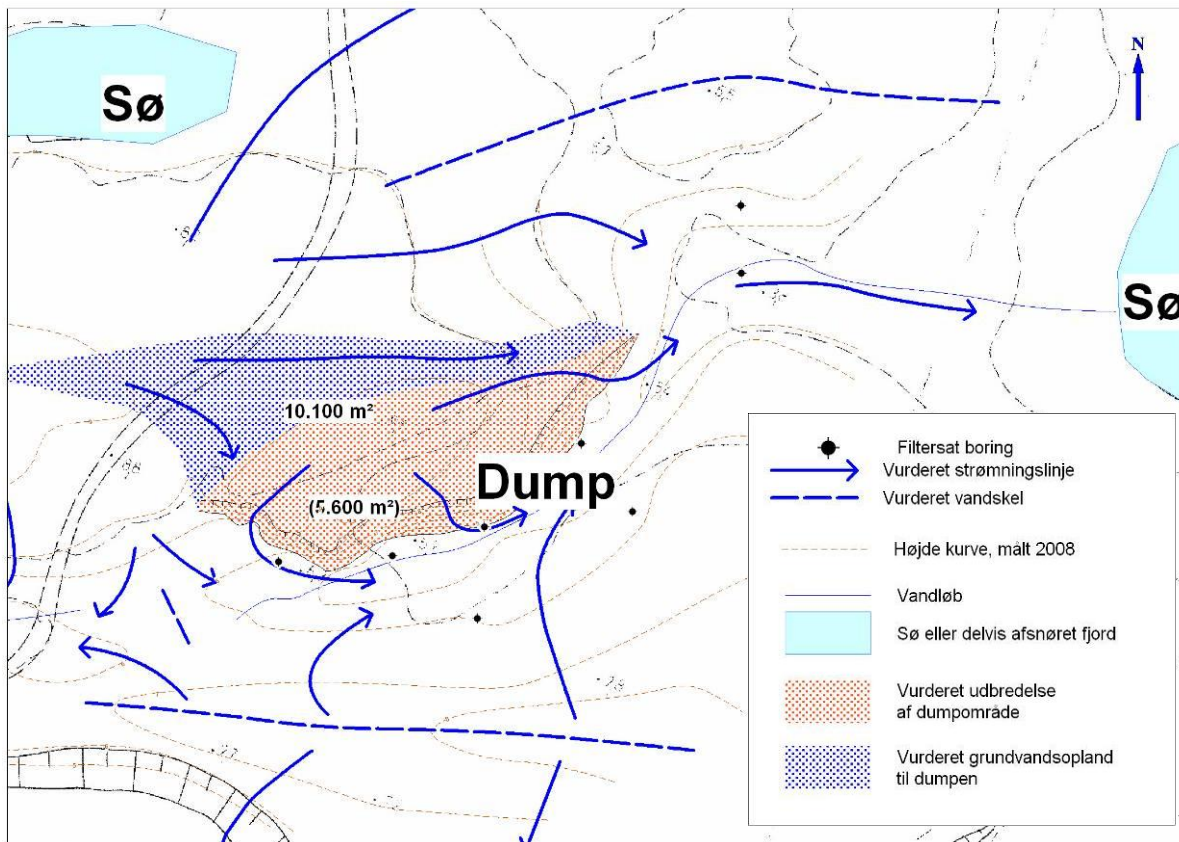
#### 4.8.4 Forureningsforhold i vand

Der blev filtersat 8 borer omkring det nedgravede affald i dumpområdet. Der er ikke filtersat borer i skrotområdet. De 8 filtersatte borer i dumpområdet blev placeret på baggrund af en feltvurdering af strømningsforholdene omkring dumpen. Det vurderes at størrelsen af det grundvandsdannende opland er begrænset til ca. 10.100 m<sup>2</sup> inklusive selve dumpen (se figur 4.4). Med en gennemsnitlig årlig nedbør på 300 mm er der potentiale for dannelse af 3.000 m<sup>3</sup> perkolat. Det vurderes dog, at en væsentlig del vil strømme af som overfladevand i forbindelse med tøjbrud, før jorden tør op.

Det vurderes samtidig, at al afstrømning fra dumpen ender med et forløb i nordøstlig retning mod en sø med afløb til Noret.

Der blev udtaget 8 vandprøver fra de filtersatte borer. Alle vandprøver er analyseret ved hjælp af TerrAtteT. Væsentlige analyseresultater er præsenteret i tabel 4.29, mens alle analyseresultaterne fremgår af bilag 15.6.

<sup>2</sup> Ved perkolat forstås enhver væske, der siver ned gennem deponeret affald, og som udledes derfra.

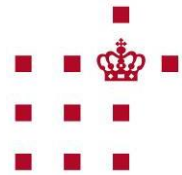


Figur 4.4. Oversigtskort over dump med grundvandsopland og strømningsretninger påtegnet

Som det fremgår af tabel 4.29 er der påvist totalkulbrinter over kvalitetskriteriet i 5 prøver. Højeste påviste værdi er 1.800 µg/l og gennemsnittet er på 516 µg/l. Der er desuden påvist mindre mængder benzen og xylen over grundvandskvalitetskriteriet i 3 prøver.

Der er påvist naphthalen i 2 prøver over grundvandskvalitetskriteriet, og gennemsnittet er også over kriteriet. Indholdet af naphthalen udgør stort set også hele indholdet af øvrige PAH'er (sum af 16 stk).

Der er i enkelte prøver påvist metaller over grundvandskvalitetskriteriet for bly, cadmium og nikkel.



Vandprøver analyseret v.h.a. TerrAttesT	Laveste påvist niveau	Maks. påvist niveau	Gennemsnit <sup>1)</sup>	Antal prøver analyseret	Antal prøver over detektionsgrænsen	Antal prøver over grundvandskvalitetskriterium	Grundvandskvalitetskriterium
Stof	µg/l	µg/l	µg/l	stk.	stk.	stk.	µg/l
<b>Olieprodukter</b>							
Totalkulbrinter	110	<b>1.800</b>	<b>516</b>	8	5	5	9
Benzen	0,4	<b>4</b>	1,5	8	4	3	1
Toluen	0,6	<b>2</b>	0,8	8	4	0	5
Xylener	0,5	<b>47</b>	16	8	4	3	5
<b>PAH'er</b>							
Naphthalen	0,7	<b>5,5</b>	<b>1,52</b>	8	3	2	1
Sum 16 PAH	0,7	5,5	1,52	8	3	0	i.k.
<b>Metaller</b>							
Barium	64	440	206	8	8	0	2.000*
Cadmium	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	0,1	8	1	1	0,5
Chrom	3	8	2,6	8	3	0	25
Kobolt	1	4	1	8	3	0	i.k.
Kobber	4	8	6,6	8	3	0	100
Bly	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>2,5</b>	8	3	3	1
Molybdæn	2	5	1,8	8	3	0	20
Nikkel	3	<b>15</b>	5	8	4	1	10
Zink	7	41	13,5	8	3	0	100
<b>Chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter</b>							
1,2-Dichlorethan	0,21	<b>1,2</b>	0,27	8	3	1	1
Trichlorethan (sum)	<b>1,5</b>	<b>380</b>	<b>72</b>	8	5	5	1
Trichlorethen	0,35	0,69	0,17	8	2	0	1
Tetrachlorethen	0,21	0,31	0,21	8	6	0	1
1,2-dibromethan	<b>0,21</b>	<b>0,37</b>	<b>0,1</b>	8	2	2	0,01
Vinylchlorid	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>	0,04	8	1	1	0,2
Dichlormethan	0,75	0,75	0,125	8	1	0	1
1,1-dichlorethylen	0,12	<b>2,4</b>	0,42	8	2	1	1
Chlorethan	0,15	<b>2,6</b>	0,5	8	2	1	1
1,1-dichlorethan	0,55	38	9,5	8	5	0	i.k.
<b>Andet</b>							
Phenoler (sum)	0,06	<b>1,86</b>	0,35	8	3	1	0,5
Biphenyl	0,04	0,04	0,007	8	1	0	i.k.

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for de 6 vandprøver, hvor der er påvist indhold over grundvandskvalitetskriteriet

**Fed** Overskrider grundvandskvalitetskriteriet

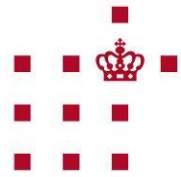
\* EPA drinking water standards (<http://www.epa.gov/ogwdw000/dwh/t-ioc/barium.html>)

i.k. Ingen kriterier opstillet

Tabel 4.29: Vandprøver, dumpen, analyseret med TerrAttesT'

Herudover er der påvist forskellige chlorerede forbindelser over grundvandskvalitetskriteriet i op til 5 prøver. Største påviste indhold er trichlorethan med 380 µg/l. Der er desuden påvist phenoler over grundvandskvalitetskriteriet i en enkelt prøve.

Den påviste grundvandsforurening er overvejende koncentreret i borerne direkte nedstrøms lige ud for dumpfronten. Omkring vandløbet nedstrøms dumpfronten er der ikke konstateret indhold af kulbrinter, BTEX'er eller PAH'er. Der er derimod konstateret over-



skridelser for bly, nikkel og trichlorethan i én af prøverne udtaget nedstrøms. På den baggrund vurderes det, at grundvandet umiddelbart op til dumpfronten er påvirket over grundvandskvalitetskriteriet for en række forurenende stoffer. Nedstrøms ses der en væsentlig reduktion i denne påvirkning, hvor olieprodukter, BTEX'er, phenoler og de fleste chlorerede opløsningsmidler ikke længere kan påvises. Perkolatdannelsen i dumpen vurderes at være begrænset.

## 4.9 Nyhavn

### 4.9.1 Udførte undersøgelser

Ved Nyhavn har undersøgelserne været koncentreret omkring anlæg, hvor forsvaret har haft aktiviteter, hvilket i den miljøhistoriske redegørelse /1/ er vurderet til tankanlægget, olieledninger og oplag af fuelslanger. Tanke og oplag af fuelslanger fremgår af bilag 9.1. For at belyse forureningsforholdene omkring disse, blev der etableret 15 boringer og 9 prøvegravninger. Ved besigtigelsen i 2007 blev der etableret 3 prøvegravninger i området. Bilag 9.1 viser en oversigt over undersøgelsesområdet med placering af boringer og prøvegravninger. Borejournaler fremgår af bilag 11. Prøvegravningsskemaer af bilag 12.

De gennemborede/-gravede sedimenter ved Nyhavn viste stor variation med hensyn til lagdeling og kornstørrelser. Der blev således konstateret grus-, sand-, silt- og lerlag. Permafrosten er generelt truffet mellem 0,9 og 2,0 m under terræn i området.

### 4.9.2 Forurening i jord

En opsummering af analyseresultaterne af jordprøver og prøvegravninger udtaget i området ved Nyhavn fremgår af tabellerne 4.30-4.31.

#### 4.9.2.1 Olie, BTEX'er, PAH'er og PCB'er

Som det fremgår af tabel 4.30 er der i 10 jordprøver ud af 23 påvist indhold af totalkulbrinter over jordkvalitetskriteriet. Der er konstateret et maksimalt indhold på 9.100 mg totalkulbrinter/kg TS og et gennemsnitligt indhold inden for forureningsområderne på 3.297 mg totalkulbrinter/kg TS. Der er ikke påvist indhold af benzen over jordkvalitetskriteriet eller BTEX'er af betydning.

Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Benzen-C10	2,5	8,0	<b>430</b>	<b>124</b>	23	8	6	25	
>C10-C15	5	8,0	<b>5.100</b>	<b>1.612</b>	23	14	9	40	
>C15-C20	5	11,0	<b>2.300</b>	<b>509</b>	23	12	7	55	
>C20-C40	25	26,0	<b>650</b>	<b>165</b>	23	9	4	150	
Totalkulbrinter	2,5	15,0	<b>9.100</b>	<b>3.297</b>	23	16	10	150	
Benzen	0,01	0,28	0,28	0,025	23	1	0	1,5	
Sum BTEX	0,01	0,11	40	12	23	11		i.f.	
Naphthalen	0,005	0,006	<b>0,92</b>	0,18	23	11	2	0,6 <sup>2)</sup>	22 <sup>3)</sup>
Sum PAH	0,005	0,006	0,074	0,024	23	13	0	4	40

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for prøver (11 stk) udtaget indenfor i det aktive lag i forureningsområde.

<sup>2)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Residential/Parkland uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

<sup>3)</sup> Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, Comm./Industrial uses (<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>)

i.f. Ikke fastsat

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.30: Boreprøver og prøvegravninger, Nyhavn, analyseret for kulbrinter BTEX'er, PAH'er og naphthalen.

Der er i boreprøverne ikke konstateret indhold af PAH'er over miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for 7 PAH'er. For naphthalen er der konstateret overskridelse af det canadiske jordkvalitetskriterium for beboelse i 2 af de 23 analyserede prøver, men under det tilsvarende afskæringskriterium.

#### 4.9.2.2 Tungmetaller

Tabel 4.31 viser, at der i jordprøverne fra Nyhavn er påvist bly over jordkvalitetskriteriet i 5 ud af 23 prøver. Højeste påviste værdi er 11.000 mg/kg TS. Denne værdi overskrider også afskæringskriteriet. På grund af den ene prøve med meget højt indhold af bly overskrider gennemsnittet for de 23 prøver også afskæringskriteriet.

Der er desuden påvist cadmium i en enkelt prøve over jordkvalitetskriteriet. Højeste påviste indhold er 4,5 mg/kg TS, hvilket er under afskæringskriteriet. Der er i en enkelt prøve påvist zink over jordkvalitetskriteriet. Det påviste indhold på 1.200 mg/kg TS overskrider også afskæringskriteriet.

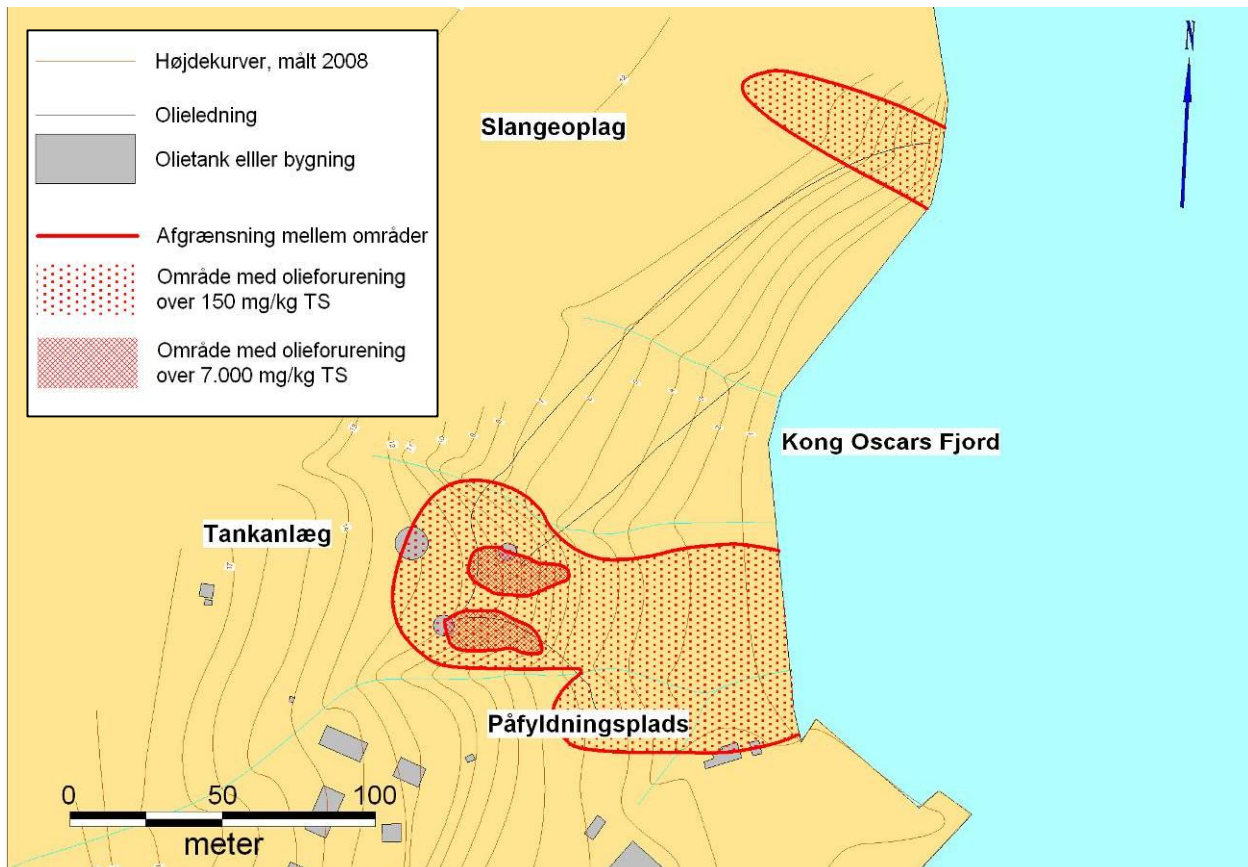
Stof	Detektionsgrænse mg/kg TS	Laveste påvist niveau mg/kg TS	Maks. påvist niveau mg/kg TS	Gennemsnit <sup>1)</sup> mg/kg TS	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over jordkvalitetskriterium stk.	Antal prøver over afskæringskriterium stk.	Jordkvalitetskriterium mg/kg TS	Afskæringskriterium mg/kg TS
Bly	3,0	2,8	<b>11.000</b>	<b>498</b>	23	21	5	1	40	400
Cadmium	0,05	0,05	<b>4,5</b>	0,24	23	7	1	0	0,5	5,0
Chrom	1,0	5,5	39	17	23	23	0	0	500	1.000
Kobber	1,7	3,8	67	15	23	23	0	0	500	1.000
Nikkel	1,0	4,2	25	12	23	23	0	0	30	30
Zink	1,0	11	<b>1.200</b>	98	23	23	1	1	500	1.000

<sup>1)</sup> Gennemsnit beregnet for alle prøver

**Fed** Overskrider jordkvalitetskriteriet

Tabel 4.31. Boreprøver og prøvegravninger, Nyhavn, analyseret for 6 tungmetaller

Der er generelt ikke analyseret overfladeprøver i området. Var det sket, ville det være forventeligt at se høje indhold af metaller, da der generelt tidligere er påvist overfladenær forurening med metaller i havneområdet.



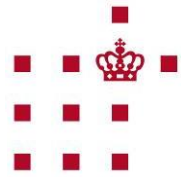
Figur 4.5. Oversigtskort over Nyhavn påtegnet jordforurening med olieprodukter (rødskraverede områder).

#### 4.9.3 Samlet vurdering af jordforureningen ved Nyhavn

Der er påvist 2 adskilte jordforureninger med olieprodukter i det undersøgte område ved Nyhavn (se figur 4.5). En ved tankanlægget og en ved oplaget af fuelslanger. Indholdet af totalkulbrinter i jordprøver er konstateret op til 9.100 mg/kg TS og er identificeret som nedbrudt gasolie og et petroleumsprodukt svarende til arktisk diesel. De 2 jordforureninger med olieprodukter vurderes afgrænset mod nord, syd og vest, men ikke mod øst mod Kong Oscars Fjord.

#### 4.9.4 Forurening af vand

3 borer blev filtersat nedstrøms tankanlægget. Grundvandsstrømningen i området er vurderet på baggrund af terrænkoter til at være mod øst mod Kong Oscars Fjord. De 3



vandprøver blev udtaget under ekstreme vejrforhold i form af kraftig vedvarende regn over flere dage. Vandprøverne er analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er og PAH'er samt metallerne bly, cadmium og zink. Analyseresultaterne oversigtsform fremgår af tabel 4.32.

Stof	Detektionsgrænse µg/l	Laveste påvist niveau µg/l	Maks. påvist niveau µg/l	Gennemsnit <sup>1)</sup> µg/l	Antal prøver analyseret stk.	Antal prøver over detektionsgrænsen stk.	Antal prøver over grundvandskvalitetskriterium stk.	Grundvandskvalitetskriterium µg/l
Totalkulbrinter		<b>410</b>	<b>880</b>	<b>633</b>	3	3	3	9
Benzen	0,040	<0,040	<0,040	<0,040	3	0	0	1
Toluen	0,040	0,05	0,045	0,05	3	1	0	5
Xylener	0,020	0,22	0,73	0,06	3	3	0	5
Naphthalen	0,020	0,43	<b>2,60</b>	<b>1,35</b>	3	3	2	1
Sum PAH	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	3	0	0	0,2
Bly	0,025	<b>49</b>	<b>270</b>	<b>135</b>	3	3	3	1
Cadmium	0,004	<b>0,61</b>	<b>1,9</b>	<b>1,4</b>	3	3	3	0,5
Zink	0,5	<b>110</b>	<b>470</b>	<b>320</b>	3	3	3	100

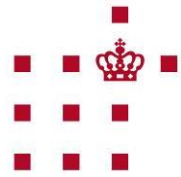
<sup>1)</sup> Gennemsnit af alle 3 prøver

**Fed** Overskrider grundvandskvalitetskriteriet

Tabel 4.32: Vandprøver, Nyhavn, analyseret for totalkulbrinter, BTEX'er, naphthalen, sum af PAH'er og metaller.

Som det fremgår af tabel 4.32 er der påvist totalkulbrinter over grundvandskvalitetskriteriet i alle 3 prøver. Højeste påviste indhold er 880 µg totalkulbrinter/l og gennemsnittet på 633 µg/l. Der er desuden påvist naphthalen over grundvandskvalitetskriteriet i 2 ud af 3 prøver. Højeste indhold er på 2,6 µg/l og gennemsnittet på 1,35 µg/l. Der er ikke påvist BTEX'er eller sum af PAH'er over grundvandskvalitetskriteriet.

På grund af ekstreme prøvetagningsforhold vurderes det, at resultaterne for vandprøverne er behæftet med stor usikkerhed.



## 5. Risikovurdering

I dette afsnit er der opstillet en risikovurdering for arealanvendelse af undersøgelsesområdet og de omkringliggende recipienter baseret på danske og canadiske vurderingsprincipper.

### 5.1 Grundlag for udarbejdelse af risikovurderingen

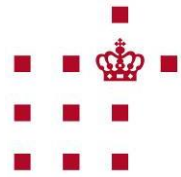
Mestersvig er beliggende i et arktisk miljø. Det arktiske miljø er karakteriseret ved ekstreme lys- og temperaturforhold i forhold til sydligere breddegrader, kontinuerlig permafrost samt is- og snedække store dele af året. Under disse forhold kan tilstedeværelsen af forureningskomponenter (miljøfremmede stoffer) i miljøet medføre markant påvirkning af det sårbare arktiske økosystem. Derfor er den normale risikovurdering suppleret med den canadiske metode til risikovurdering af øde beliggende lokaliteter i arktisk.

#### 5.1.1 Arealanvendelsen

Som forudsætning for udarbejdelse af en risikovurdering over for arealanvendelsen skal den fremtidige anvendelse af området beskrives og klassificeres som "mest følsom", "følsom" eller "ikke følsom". Klassificeringen vil afhænge af eksponeringsmulighederne ved den aktuelle anvendelse, samt følsomheden hos brugerne af lokaliteten.

Miljøstyrelsen i Danmark tager udgangspunkt i følgende mulige eksponeringsveje for mennesker /20/

- Spisning af jord.
- Spisning af afgrøder fra jorden.
- Hudkontakt med jord.
- Indånding af jordpartikler.
- Indånding af dampe fra jord.



På Mestersvig vurderes indtag af jord og dyrkning af afgrøder ikke relevant. Spisning af jord er specielt relateret til børn, tilgængeligheden af lokaliteten er meget begrænset og der dyrkes ikke afgrøder i jorden.

Der foretages kun begrænset anlægsarbejde i jorden. Hudkontakt med jord vurderes derfor som minimal.

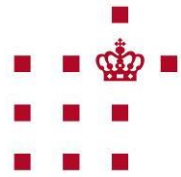
Indånding af jordpartikler i form af støv eller indånding af dampe er dog mulige eksponeringsveje.

Der er kun mulighed for eksponering ved indånding af støv i den periode, hvor jorden er snefri, svarende til ca. 3 måneder om året. Hovedparten af området er dog ubefæstet og med sparsom vegetation til at forebygge støvdannelse. Det vurderes dog at mængden af støv, der indåndes i den snefri periode er begrænset og ikke udgør et problem.

Det faste personel vurderes at have den største eksponeringstid for evt. forureningspåvirkning, da de er udstationeret 12-14 måneder med opholdstid i stationsområdet det meste af døgnet.

Afdampning fra jordforureningen vurderes at være meget begrænset, på baggrund af den gennemsnitlige årsmiddeltemperatur på  $-10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Henrys Konstant (udtryk for forholdet mellem stoffets damptryk og koncentration i vand) for stoffer som benzen og chlorerede opløsningsmidler er generelt markant lav ved lave temperaturer. Ifølge /11/ halveres Henrys Konstant for kulbrinter således ved en temperaturændring fra  $25^{\circ}\text{C}$  til  $10^{\circ}\text{C}$ , hvilket medfører en halvering af afdampningen. For temperaturfaldet fra  $10^{\circ}\text{C}$  til  $0^{\circ}\text{C}$  må forventes en yderligere reduktion af Henrys Konstant og dermed en begrænset afdampning fra jorden.

Med udgangspunkt i forureningens begrænsede tilgængelighed, en begrænset eksponeringstid, et begrænset antal eksponeringsveje samt at stationsområdet er en arbejdsplads vil risikovurderingen i forhold til arealanvendelsen tage udgangspunkt i en "ikke følsom" arealanvendelse. Ved "ikke følsom" arealanvendelse forudsætter risikovurderingen, at der er tale om kortvarige, sporadiske eksponeringer over for mennesker. Endvidere skal der



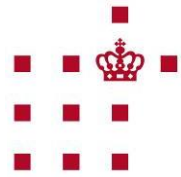
sikres mod farlige forhold, der kan give fysisk skadevirkning. I indkvarteringsbygninger – herunder tårnet, hvor det faste personel har beboelse – vil risikovurderingen i forhold til indeklimaet dog tage udgangspunkt i følsom anvendelse.

Risikovurderingerne over for arealanvendelsen relateret til mennesker er udarbejdet med udgangspunkt i dansk praksis, herunder anvendelse af danske kvalitetskriterier i det omfang, de foreligger. Alternativt er udenlandske kriterier anvendt (canadiske, amerikanske og hollandske). Da der ikke foreligger specielle kvalitetskriterier, der tager højde for det arktiske klima eller det sårbare økosystem, er det valgt at antage et forsigtighedsprincip ved valg af kvalitetskriterier ud over de danske. Hvor der foreligger forskellige udenlandske kvalitetskriterier, er de laveste således anvendt i denne rapport.

Det er valgt også at risikovurdere i relation til den arktiske natur i det omfang det er muligt. I området omkring Mestersvig findes moskusokser, polarræve, sneharer, hermelin og lemninger. Isbjørnen er en sjælden gæst, der ikke har fast ophold i området. Af disse er lemningen det eneste dyr, der graver gange i jorden, og det er kun om sommeren, den anvender jorden til bolig. Af fugle er det specielt ryper, ravne, snespurve og trækkende gæs, der er i området. Det vurderes, at faunaen lejlighedsvist kan komme i kontakt med den olieforurenede jord. Hovedparten af den forurenede jord, er dog beliggende dybere end 10 cm, og jorden er snedækket 8 måneder om året. Faunaens mulighed for at komme i kontakt med forurenede overfladejord er derfor begrænset til en kort tidsperiode om året.

Hovedparten af den påviste overfladeforurening har et begrænset indhold af olieprodukter. I de områder, hvor der er påvist høje oliekoncentrationer (>7.000 mg/kg TS) i overfladeselementerne, er der ingen vegetation som følge af høj menneskelig aktivitet. Da der ikke umiddelbart er fødeemner, der kan tiltrække fauna i de områder og stor menneskelig aktivitet i den snefri periode, er der også en meget begrænset fauna her. Der blev i løbet af feltperioden observeret enkelte lemninger i stationsområdet og flere bramgæs i Hundesø.

Der er påvist høje oliekoncentrationer flere steder i overfladejorden, og det vurderes at kunne hæmme genindvandringen af naturlig flora, hvis Mestersvig forlades. Da hæmningen af plantevæksten på grund af olie i jorden ikke alene styres af koncentrationen, men også af bl.a. næringsindhold og nedbør er den lokalitetsspecifik. Der er derfor ikke fundet



nogen eksakt grænseværdi for, hvornår vegetationen påvirkes. Vegetationen i området er i forvejen sparsom og består overvejende af græsser og mos. Imidlertid vurderes det, at de mange års vedligehold af dæmninger og kontrol med elvene i deltaet også har givet ekstra mulighed for floraen at få rodfæste i områder, der ellers vil være marginale som følge af elvens og vårlommens påvirkning.

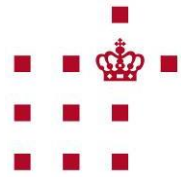
I forbindelse med de danske kvalitetskriterier for visse immobile og forholdsvis persistente kemikalier (tungmetaller og PAH-forbindelser) er der opstillet afskæringskriterier. Hvis disse kriterier er overskredet, skal der foretages fuldstændig afskæring af jorden, så befolkningen ikke udsættes for den forurenede jord.

Intervaller mellem jordkvalitetskriteriet og afskæringskriteriet benævnes *rådgivningsintervallet*. Er forureningen inden for rådgivningsintervallet, må jorden kun bruges til den mest følsomme anvendelse, såfremt de lokale myndigheder rådgiver offentligheden og jordejerne om forholdsregler, der kan nedsætte belastningen fra forureningen, så det sædvanlige beskyttelsesniveau opretholdes. Rådgivningsintervallet er ikke relevant for Mestersvig, da risikovurderingen foretages på baggrund af en ikke følsom anvendelse. Afskæringskriterierne vil således blive anvendt som vurderingskriterier.

Som det fremgår under kapitel 4 regnes der med en mætningsgrad eller olieretentionskapacitet for jorden ved Mestersvig omkring 7.000 mg totalkulbrinter/kg TS. Ved højere værdier er der risiko for fri fase olie og dermed mobil olie, der ikke er under spredningsmæssig kontrol.

### 5.1.2 Grundvand og drikkevand

Begrebet grundvand er på Mestersvig afvigende fra det, der normalt forstås i grundvandsammenhæng. På Mestersvig er grundvand sæsonmæssigt ufrosset vand under jordoverfladen ned til en dybde af ca. 2 m u.t., som er den maksimale optøningsdybde i sommer/efterårsperioden. Nedenunder er der ismættet permafrost, der umiddelbart begrænser strømning og om efteråret fryser jorden igen fra overfladen og nedefter til frostfronten møder permafrosten. I den periode vurderes vandgennemstrømningen i jorden stort set at gå i stå. Frem til foråret, hvor jorden igen begynder at blive frostfri, vil en evt. afstrømning i forbindelse med nedbør eller tøbrud overvejende ske på overfladen. En risikovurdering af



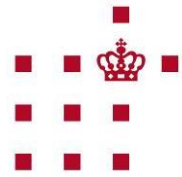
grundvandet ved Mestersvig er derfor ikke baseret på drikkevandsinteresser, men med grundvandet som transportmedie af opløste forurenende stoffer/fri fase olie til recipienter.

Som drikkevandsressource anvendes vand hentet i Rypesø. Som det fremgår af bilag 2.1, er Rypesø beliggende mellem 3 områder med påviste jord- og grundvandsforureninger – nemlig stationsområdet, miljøpladsen og dumpen. Risiko for påvirkning af drikkevandsressourcen er gennemgået i afsnit 5.11.

### 5.1.3 Recipient

Vandprøverne under feltarbejdet 2008 blev udtaget under ekstreme vejrforhold med 4 dages meget kraftig vedvarende regn. Nedbørsmængden blev ikke målt, men er vurderet til mellem 200 og 300 mm regn – stort set svarende til nedbørsmængden i et normalår. Pejlinger i de filtersatte boringer før og under regnvejret viste kraftige stigninger i grundvandspejlet. Det vurderes derfor, at vandprøverne, der blev indsamlet under regnperioden, ikke med sikkerhed giver et retvisende billede af "normalsituationen" af grundvandsforureningen. Den ekstra nedbør kan have påvirket koncentrationen af de påviste miljøfremmede stoffer i form af fortynding eller forceret udvaskning. På den baggrund vurderes det ikke muligt at give en endelig risikovurdering af den påviste grundvandsforurenings eventuelle påvirkning af recipienten. Den konstaterede grundvandsforurening gennemgås i risikovurderingen, men der tages ikke endelig stilling til, om den udgør en risiko for nærliggende recipienter.

Nedenfor ses i afsnit 5.2. til 5.8 en særskilt risikovurdering for hvert af de 7 delområder, "stationsområdet", "apron og terminal", "miljøplads og skurby", "hangar", "landingsbane", "dump" og "Nyhavn". Risikovurderingerne i disse afsnit omfatter risiko i forhold til arealanvendelse og recipienter. Risiko for påvirkning af drikkevandsressourcer er særskilt gennemgået i afsnit 5.9.



## 5.2 Stationsområdet

### 5.2.1 Arealanvendelse

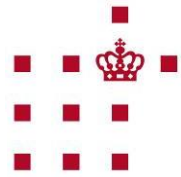
Det faste stationspersonel færdes dagligt i stationsområdet.

I Stationsområdet er der påvist en udbredt forurening med kulbrinter i både overfladeprøver og jordprøver udtaget i dybere intervaller. Jordforureningen vurderes afgrænset horisontalt i 3 adskilte områder. Forureningen vurderes afgrænset i den øverste meter af permafrosten, da der under feltarbejdet er set markante fald i PID-udslag over den første meter. De 3 områder kan inddeles i et område omkring fueltank og portalhal, et område omkring Tårnet og et stort område i den sydlige del af stationsområdet. Der er i flere jordprøver påvist koncentrationer over 7.000 mg/kg TS af totalkulbrinter (gasolie/arktisk diesel) med det højeste niveau på 20.000 mg/kg TS af totalkulbrinter. Jorden vurderes derfor at være overmættet med olie med mulighed for forekomst af fri fase olie. Forureningen vurderes endvidere her ikke at være under spredningsmæssig kontrol.

#### *5.2.1.1 Jordforurening med olieprodukter i den sydlige del af stationsområdet*

Det store forureningsområde i den sydlige del af stationsområdet omfatter alle de indkvarteringsbygninger, der anvendes om sommeren til beboelse for håndværkere, forskere, mineselskaber m.m. Dertil kommer kantine, garage og elværk. Området vurderes ofte befærdet i den snefrie periode. Der er i jordprøver flere steder konstateret indhold af totalkulbrinter over 7.000 mg/kg TS, der kan indikere tilstedeværelse af fri fase olie i jorden. Overfladen er generelt præget af indhold af kulbrinter over jordkvalitetskriteriet på 150 mg/kg TS.

Forureningen vurderes ikke at udgøre en risiko over for den nuværende arealanvendelse, da stationsområdet umiddelbart betragtes som en arbejdsplads. Tilstedeværelsen af fri fase olie kan dog udgøre en risiko for yderligere forureningsspredning. Hvis Mestersvig forlades vil de kraftigere påviste olieforureninger nær overfladen kunne hæmme genindvandring af plantevækst i området.



Der bør dog foretages en instruktion af personel i forbindelse med eventuelt anlægsarbejde eller andre jordarbejder.

Der er i poreluften under beboelsesbygningerne målt høje koncentrationer af totalkulbrinter (op til 2.500.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), C<sub>9</sub>- og C<sub>10</sub>-aromater (op til 13.200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som sum) benzen (op til 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og i visse tilfælde også toluen (op til 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og xylen (op til 3.020  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Bygningerne anvendes fortrinsvis om sommeren til beboelse for gæster og midlertidigt personel og er således ikke permanent beboede. Alligevel vurderes det, at anvendelsen bør risikovurderes som følsom anvendelse.

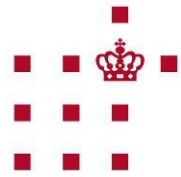
Fundaments- og gulvkonstruktioner er af træ og/eller beton jf. bilag 13 og vurderes uegnede til anvendelse af Miljøstyrelsens risikovurderingsprogram JAGG til beregning af et evt. bidrag til indeklimaet. Evt. afdampning til indeklimaet i beboelsesbarakker over afdampningskriteriet kan dog ikke udelukkes på baggrund af de målte poreluftskoncentrationer i jorden under beboelsesbygningerne. Den aktuelle gulvopbygning med hulrum under gulvoverfladen kan dog give anledning til en vis naturlig ventilation under gulvene og reducere afdampningen i forhold til det målte.

Idet beboelsen ikke er permanent - kun midlertidig – vurderes der ikke at være akut risiko ved anvendelse af bygningerne til midlertidig beboelse. Der kan ikke foretages en endelig risikovurdering på det foreliggende grundlag. Hvis der var permanent beboelse i de 4 indkvarteringsbygninger, vurderes det sandsynligt, at der sker en uacceptabel afdampning til indeklimaet og indeklimaforholdene i indkvarteringsbygningerne bør undersøges nærmere.

Afdampning til udeluft vurderes ikke at udgøre et problem.

#### 5.2.1.2 Jord- og poreluftsforurening med olieprodukter ved Tårnet

Tårnet fungerer både som arbejdsplads og beboelse for det faststationerede personel, der består af 2 mand, der typisk opholder sig på stationen 12-14 måneder, hvorefter de udskiftes. Der er i en boring ved Tårnet konstateret et indhold af totalkulbrinter på 3.600 mg/kg TS, hvilket ikke indikerer tilstedeværelsen af fri fase olie i jorden. En poreluftmåling under gulv har påvist et indhold af totalkulbrinter på 9.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , samt BTEX'er og C<sub>9</sub>- og C<sub>10</sub>-aromater.



Afdampningskriteriet for kulbrinter ( $C_5$ - $C_{35}$ ) er på  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Jf. /20/ vurderes et ikke-revnet betongulv på 0,1 m at kunne reducere afdampningen med en faktor 100. Ved feltarbejdet er der beskrevet et urevnet betongulv på 0,3 m. Det vurderes derfor umiddelbart acceptabelt med en koncentration af totalkulbrinter under gulv på  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . På baggrund af de påviste indhold under gulv vurderes der således ikke at ske en uacceptabel afdampning med totalkulbrinter til indeklimaet. Indholdet af BTEX'er eller de andre påviste olieprodukter i poreluften under gulv vurderes ligeledes ikke at give anledning til uacceptabel afdampning.. Det kan dog ikke udelukkes, at eventuelle årstidsvariationer vil resultere i periodiske uacceptable indeklimapåvirkninger idet det påviste indhold under gulvene er tæt på det maksimale niveau.

Der bør foretages en instruktion af personel i forbindelse med eventuelt anlægsarbejde eller andre jordarbejder.

#### 5.2.1.3 Jordforurening med olieprodukter ved fueltanken/portalhallen

I området omkring fueltanken og portalhallen er der ikke beboelse. Ophold og færdsel i området sker i forbindelse med tankninger og ærinder i portalhallen.

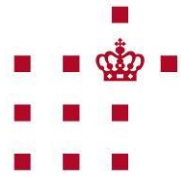
Ved fueltanken/portalhallen er der konstateret et indhold af totalkulbrinter op til  $13.000 \text{ mg}/\text{kg}$  TS, samt indhold af BTEX'er. Der er observeret tegn på fri fase i jorden nord for fueltanken, lige som de påviste analyseværdier flere steder indikerer muligheden for at der er fri fase til stede i jorden. Der er desuden konstateret indhold af naphthalen op til  $13 \text{ mg}/\text{kg}$  TS.

Forureningen ved fueltanke og portalhallen vurderes ikke at udgøre en risiko i forhold til den nuværende arealanvendelse. Det vurderes dog, at tilstedeværelsen af fri fase olie i jorden medfører en risiko for forsat spredning af olieforureningen.

Der bør foretages en instruktion af personel i forbindelse med eventuelt anlægsarbejde eller andre jordarbejder.

#### 5.2.1.4 Jordforurening med tungmetaller – stationsområdet generelt

I overfladeprøverne udtaget i stationsområdet omkring værksteder m.m. er der generelt konstateret indhold af bly og cadmium over det danske jordkvalitetskriterium for fri og mest



følsom anvendelse. Desuden er der konstateret indhold af zink over kriteriet i halvdelen af prøverne. Alle de konstaterede indhold af tungmetaller er under afskæringskriteriet. Forureningen vurderes ikke at udgøre en risiko over for den nuværende arealanvendelse eller hvis Mestersvig forlades. Der bør dog foretages en instruktion af personel i forbindelse med eventuelt anlægsarbejde eller andre jordarbejder.

#### *5.2.1.5 Jordforurening med PAH'er – stationsområdet generelt*

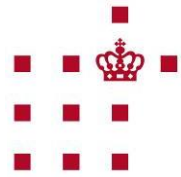
Der er kun få steder truffet indhold af PAH'er i stationsområdet over det danske jordkvalitetskriterium for fri og mest følsom anvendelse. Ingen steder overskrider indholdet det danske afskæringskriterium for PAH'er. Forureningen vurderes ikke at udgøre en risiko i forhold til den nuværende anvendelse eller hvis Mestersvig forlades.

#### *5.2.1.6 Samlet vurdering af stationsområdet*

De påviste forureninger i stationsområdet er alle vurderet til ikke at udgøre en risiko i forhold til arealanvendelsen. Tilstedeværelsen af fri fase vurderes dog at kunne medføre en risiko for, at olieforureningen forsat vil kunne spredes, og hvis stationen forlades vil nogle af de kraftige overfladeforureninger med olieprodukter kunne hæmme en revegetation af området.

Med hensyn til de målte poreluftindhold i jorden under bygninger, der anvendes til midlertidige beboelse, bør det dog overvejes, om en eventuel indeklimaproblematik bør undersøges nærmere. Det vurderes, at der på måletidspunktet ikke er en uacceptabel afdampning til tårnet fra den underliggende jordforurening. Da der er påvist relativt høje forureningsindhold under gulvene, og der erfaringsmæssigt kan forekomme markante ændringer i poreluftkoncentrationen (afhængig af tryk og temperatur), kan det dog ikke udelukkes, at eventuelle årstidsvariationer vil resultere i periodisk uacceptable indeklimapåvirkninger

Der bør ved jordarbejder i stationsområdet tages højde for forureningssituationen for at undgå en spredning af forurenede jord eller støv, og der bør tages forholdsregler i relation til arbejdsmiljøet.



## 5.2.2 Recipienter

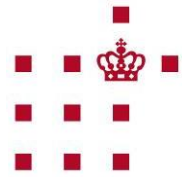
Som det fremgår af den tolkede grundvandsstrømning vist på bilag 3.3, går der et vandskel gennem stationsområdet, og der strømmer således overflade- og grundvand fra stationsområdet, dels mod nord til elven mellem stationsområdet og landingsbanen, dels mod syd til Hundesø. Både elven og afløbet fra Hundesøen leder vandet videre til den delvis afsnørede vig, Noret, som det fremgår af bilag 2.2.

### 5.2.2.1 Hundesøen syd for stationsområdet

I forbindelse med den store jordforurening med olieprodukter i den sydlige del af området, er der konstateret en tilsvarende grundvandsforurening med olieprodukter. I vandprøver udtaget ved det nuværende og tidligere elværk er der konstateret op til 12.000 µg totalkulbrinter/l. I vandprøver udtaget i borerne ca. 50 m længere mod syd umiddelbart ved Hundesøens bred er der målt indhold af totalkulbrinter på 11.000 µg/l. Der regnes med en opløselighed af Arctic Grade C på mellem 10.000 og 20.000 µg/l. Prøver med indhold over 10.000 µg/l vurderes derfor at være mættede med olieprodukter, og dermed er der mulighed for fri fase olie i eller omkring boringen. Grundvandskvalitetskriteriet for totalkulbrinter er 9 µg/l. Fanens udbredelse op til Hundesøen vurderes mod vest og øst at være afgrænset med B91 og B96. De 2 borer har en indbyrdes afstand på ca. 170 m. Fanen vurderes at stamme fra den olieforurenede del af stationsområdet, der afvander til Hundesøen. Foruden totalkulbrinter er der konstateret høje indhold af BTEX'erne benzen, toluen og xylen.

Der er målt indhold af naphthalen 300 gange over grundvandskvalitetskriteriet i vandprøver udtaget ved elværket og ved Hundesøen.

På baggrund af de konstaterede forureningsniveauer i vandprøverne udtaget på kanten af Hundesøen vurderes det sandsynligt, at søen påvirkes af opløste oliestoffer, BTEX'er og naphthalen fra den konstaterede forureningsfane. Det kan på det foreliggende datagrundlag ikke vurderes, om der sker en uacceptabel påvirkning af Hundesøen. Da prøverne er udtaget under ekstreme vejrforhold, er de indsamlede data behæftet med stor usikkerhed. De påviste forureningsforhold kan være udtryk for dels "en enkelt puls" fremkaldt af den kraftige nedbør, dels en fast belastning af recipienten eller dels et udtryk for belastningen påvirket af fortynding pga. tilførsel af nedbør.



#### 5.2.2.2 *Elven nord for stationsområdet*

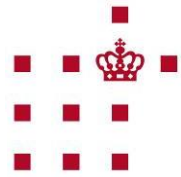
En del af det store jordforureningsområde i den sydlige del af stationsområdet afvander mod nordvest mod elven jf. bilag 3.3. Det samme gør det forurenede område ved Tårnet (Bygning 205). Der er ikke påvist indhold af kulbrinter eller PAH'er i en vandprøve udtaget i B98, men det kan ikke udelukkes, at der er en fane af forurennet grundvand ved Tårnet og/eller mellem Tårnet og kantinen (Bygning 266) med retning mod elven mod nord.

Ved den store fueltank i stationsområdets nordvestlige hjørne er der i vandprøven fra B112 udtaget nedstrøms tanken, påvist et indhold af totalkulbrinter på 8.000 µg/l. Der er ligeledes konstateret indhold over grundvandskvalitetskriteriet af benzen BTEX'er og naphthalen. I den nærliggende B111 er der påvist et betydeligt mindre forureningsindhold – nemlig 65 µg totalkulbrinter/l og ingen BTEX'er eller PAH'er. Grundvandsforureningen ved fueltanken vurderes ikke afgrænset mod elven mod nord. På den baggrund vurderes det muligt, at grundvandsforureningen ved fueltanken og evt. mellem Tårnet og kantinen kan have en påvirkning af elven nord for stationsområdet. Elven vurderes dog at være meget iltrig og med konstant vandføring. Det iltrige vand og den konstante tilstrømning vil bevirke gunstige forhold for naturlig nedbrydning af organisk forurening. En evt. påvirkning vurderes derfor at være begrænset i elven og det vurderes, at Noret ikke vil blive påvirket.

#### 5.2.2.3 *Samlet risikovurdering for recipienten omkring stationsområdet*

Der er i flere vandprøver konstateret indhold af miljøfremmede stoffer – overvejende olieprodukter – over grundvandskvalitetskriteriet. Ved Hundesøen er der konstateret en kraftig grundvandsforurening med kulbrinter, BTEX'er og naphthalen umiddelbart op til denne. Det vurderes, at de målte koncentrationer kan give anledning til en påvirkning af Hundesøen. Vandprøverne under feltarbejdet i 2008 blev imidlertid udtaget under ekstreme vejrforhold, der kan have påvirket koncentrationen af de påviste miljøfremmede stoffer, så de ikke er repræsentative for den normale ligevægtstilstand i grundvandsforureningen. På den baggrund vurderes det umiddelbart ikke muligt at foretage en endelig risikovurdering af den påviste grundvandsforurenings eventuelle påvirkning af recipienten.

Grundvandsforureningen fra stationsområdet er ikke afgrænset. Elven nord for stationsområdet vurderes dog at være meget iltrig og med konstant vandføring. Det iltrige vand og den konstante tilstrømning vil bevirke gunstige forhold for naturlig nedbrydning af organisk



forurening. En evt. påvirkning vurderes derfor at være begrænset. Tilførsel af eventuel fri fase olie via overfladevand eller gennem jorden kan dog medføre en uacceptabel påvirkning.

## 5.3 Apron og terminal

### 5.3.1 Arealanvendelse

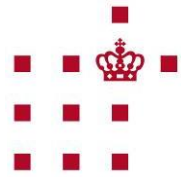
Apron og terminalområdet anvendes ved flyankomst og –afgang, hvor det faste stationspersonel er til stede i forbindelse med tankning, losning af gods m.m. Området anvendes også som oplagsplads for tromler med olieprodukter samt materiel. Der er således jævnligt færdsel i området – specielt i den snefri periode, hvor der er flytrafik.

Der er påvist en forurening med kulbrinter ved apron og terminal. Olieforureningen er mest udbredt i de overfladesedimenterne, og her er påvist op til 2.700 mg totalkulbrinter/kg TS. På trods af de relativt begrænsede påviste indhold af totalkulbrinter, er der under kraftig regn observeret tydelig oliefilm på overfladevand mellem terminal og apron, hvilket kan indikere fri fase i området. Området er beliggende mellem de udførte borer og den del af apron, der ikke er boret i.

Jordforureningen med kulbrinter er kun delvist afgrænset. Der er i 5 overfladeprøver konstateret indhold af bly, cadmium og/eller zink over eller svarende til kvalitetskriterierne, men alle indhold af metaller er under afskæringskriteriet. Der er konstateret indhold af naphthalen over jordforureningskvalitetskriteriet i 2 prøver.

Samlet set vurderes forureningen ikke at udgøre en risiko over for arealanvendelsen. Tilstedeværelsen af fri fase olie vil dog udgøre et problem i forhold til forsat spredning af forureningen og overfladeforureningen med olieprodukter kan hæmme en revegetation af området, hvis Mestersvig forlades.

Der bør foretages en instruktion af personel i forbindelse med eventuelt anlægsarbejde eller andre jordarbejder.



### 5.3.2 Recipient

Der er i grundvandsprøven fra B63 påvist et indhold af totalkulbrinter på 600 µg/l, hvilket er en faktor 67 over grundvandskvalitetskriteriet. Der er ikke påvist BTEX'er eller PAH'er over grundvandskvalitetskriteriet. Der blev under kraftig regn observeret oliefilm på overfladevand.

Grundvandsforureningen er ikke afgrænset nedstrøms mod elvlejet. Afstanden for den påviste jordforurening er 60 m ned til elven, hvilket nedsætter risikoen for en påvirkning af elven. Elven vurderes tillige at være meget iltrig og med konstant vandføring. Det iltrige vand og den konstante tilstrømning vil bevirke gunstige forhold for naturlig nedbrydning af organisk forurening i opløst form. En evt. påvirkning vurderes derfor at være begrænset. Tilførsel af eventuel fri fase olie via overfladevand eller gennem jorden kan dog medføre en uacceptabel påvirkning.

## 5.4 Miljøplads og skurby

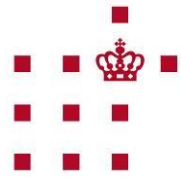
### 5.4.1 Arealanvendelse

I området omkring miljøpladsen og skurbyen er der konstateret en mindre olieforurening med op til 680 mg totalkulbrinter/kg TS. I en enkelt overfladeprøve er der konstateret indhold af bly på 53 mg/kg TS, hvilket er under afskæringskriteriet. Der er ikke konstateret indhold af BTEX'er, og indholdet af PAH'er er kun registreret tæt på detektionsgrænsen.

Ophold på miljøpladsen og i skurbyen er sjældne for stationens faste personel og sker kun i forbindelse med problemaffald, som f.eks. når spildolie mellemdeponeres før afskibning til Danmark.

Forureningen vurderes ikke at udgøre en risiko over for den nuværende arealanvendelse eller hvis Mestersvig forlades.

Der bør dog foretages en instruktion af personel i forbindelse med eventuelt anlægsarbejde eller andre jordarbejder.



## 5.4.2 Recipienter

Miljøpladsen er beliggende ca. 40 m syd for afløbet fra Hundesøen til Noret. Der er konstateret et indhold af totalkulbrinter på 44 µg/l i vandprøven fra B52. Der er desuden konstateret begrænsede mængder af toluen, ethylbenzen, xylener og naphthalen tæt på detektionsgrænsen.

Med den store afstand til recipienter og den begrænsede påviste forureningskoncentration vurderes den påviste grundvandsforurening ikke at udgøre en risiko for recipienten.

## 5.5 Hangar

### 5.5.1 Arealanvendelse

I området omkring hangaren er færdsel og ophold af stationens faste personel begrænset. Bygningerne anvendes til oplag af ældre køretøjer, der aldrig eller sjældent anvendes. Der er ved de udførte undersøgelser påvist terrænnær olieforurening med op til 4.000 mg/kg TS og overskridelser af bly- og cadmiumindhold over jordkvalitetskriteriet, men under afskæringskriteriet.

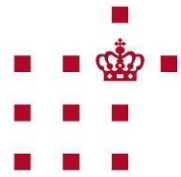
Olieforureningen i Hangarområdet vurderes ikke at udgøre en risiko for arealanvendelsen, hvor ophold i området er sjældne. Hvis Mestersvig forlades vil den påviste overfladeforurening med olieprodukter kunne hæmme en revegetation af området.

### 5.5.2 Recipient

Der er ikke udtaget vandprøver i forbindelse med undersøgelsen af området omkring hangaren, og nærmeste recipient er en grøft ca. 10 m fra hangaren. Der er konstateret en overfladenær jordforurening med kulbrinter og metaller. Det vurderes umiddelbart, at en eventuel påvirkning af grundvandet vil være helt lokal og ikke påvirke større recipienter i området.

## 5.6 Landingsbane

Landingsbanen anvendes i forbindelse med afgang og ankomst af fly. Det faste personel færdes på banen i forbindelse med reovering og vedligehold.



Der er påvist en overfladeforurening med tungmetallerne bly og cadmium over de danske jordkvalitetskriterier. Alle målte indhold af tungmetaller omkring landingsbanen er dog under afskæringskriterierne. Det vurderes, at den konstaterede tungmetalforurening stammer fra tilkørte materialer. I området omkring Mestersvig er der i tidligere undersøgelser påvist en påvirkning med bly over jordkvalitetskriteriet fra den tidligere minedrift /1/, der vurderes spredt via elvlejerne og transport i området.

Det vurderes, at der ikke er nogen risiko i forbindelse med den nuværende arealanvendelse, eller hvis Mestersvig forlades.

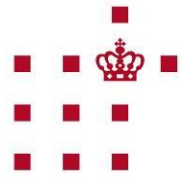
## 5.7 Dump

### 5.7.1 Arealanvendelse

Færdsel og ophold i dumpområdet er begrænset og sker i forbindelse med personellets afbrænding af affald ved åben forbrænding. Der deponeres ikke længere ikke-brændbart affald /1/.

Den del af dumpområdet, der rummer nedgravet affald, er blevet afgrænset ved hjælp af prøvegravninger. Arealet vurderes at udgøre ca. 5.600 m<sup>2</sup>. Den gennemsnitlige affaldstykkelse vurderes at være 2,5 m, og der vurderes at være ca. 13.000 m<sup>3</sup> affald i dumpen. Under gravearbejdet blev der fundet intakte tromler med indhold af olieprodukter.

I og omkring den overdækkede affaldsdump er der konstateret jordforurening med kulbrinter. Fyldjorden over dumpen vurderes påvirket af olieprodukter, men kun i enkelte prøver over jordkvalitetskriteriet. Højeste konstaterede indhold er 3.100 mg totalkulbrinter/kg TS. I prøver udtaget i selve dumpen er der konstateret overskridelser af jordkvalitetskriterier for totalkulbrinter i hovedparten af de analyserede prøver med en maksimalværdi på 6.200 mg/kg TS. På den baggrund vurderes det, at jorden i dumpen generelt er forurennet med kulbrinter over jordkvalitetskriteriet, men der er ikke konstateret indhold af kulbrinter, der indikerer fri fase olie. Det vurderes dog usikkert, hvor stor koncentration af kulbrinter, der skal til, før end der er tale om fri fase olie, da materialerne i dumpen generelt er grovere som følge af affaldsindholdet.



I den vestlige ende af dumpen, hvor der er oplag af udrangerede køretøjer, kabler m.m. er der i overfladeprøver konstateret et indhold på op til 4.000 mg totalkulbrinter/kg TS, men ingen kulbrinter i borerne. Der er ikke konstateret indhold af BTEX'er over kvalitetskriterierne. På den baggrund vurderes der at være en overfladenær forurening med kulbrinter i det vestlige område. Forureningen er ikke afgrænset horisontalt.

Olieforureningerne i dumpområdet vurderes ikke at udgøre en risiko for den nuværende arealanvendelse, hvor der i forbindelse med ophold på dumpen håndteres affald og olieprodukter til optænding af affaldet.

Der er ikke konstateret indhold af BTEX'er over jordkvalitetskriteriet i dumpen eller i oplagsområdet for køretøjer i den vestlige del. For PAH'er er der konstateret en enkelt overskridelse af det canadiske jordkvalitetskriterium for beboelse for naphthalen. Indholdet overskrider dog ikke kriteriet for industri. Da dumpen er vurderet til et ikke-følsomt område (industri), vurderes forureningen med naphthalen ikke at udgøre en risiko i forhold til den nuværende arealanvendelse.

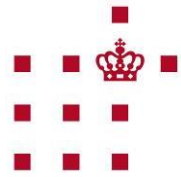
Der er konstateret mindre overskridelser af jordkvalitetskriteriet for bly og cadmium. Alle overskridelser er under det danske afskæringskriterium.

Der er desuden i dumpfyld konstateret indhold af 1.2-dibrommethan over jordkvalitetskriteriet i en enkelt prøve samt indhold af chlorphenoler, trimethylbenzen og biphenyl under eller uden for kriterier i en eller flere prøver. Indholdet vurderes ikke at udgøre en risiko for arealanvendelsen.

Samlet set vurderes forureningen i området ikke at udgøre en risiko i forhold til den nuværende arealanvendelse, eller hvis Mestersvig forlades. De opgravede tønder med olieprodukter viser dog at der kan være fri fase til stede i affaldet, hvis der er flere fyldte tønder i affaldet og hvis de lækker.

### 5.7.2 Recipienter

Strømningsmønstret for området fremgår af bilag 2.2 og 8.2. Der er et begrænset grundvandsdannende opland til dumpen, og perkolat fra dumpen vurderes at strømme mod



dumpfronten i sydlig eller østlig retning. Ved dumpfronten er der et lille vandløb, der strømmer mod nordøst mod Sø "2". Fra Sø "2" er der afløb til Noret.

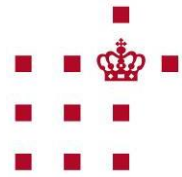
I en række vandprøver, udtaget direkte neden for dumpfronten, er der konstateret overskridelser af grundvandskvalitetskriteriet for totalkulbrinter, benzen, xylene, bly og nikkel. Et gennemgående indhold af barium i alle vandprøver er tolket som et naturligt baggrundsindhold. Der er desuden konstateret indhold af en række chlorerede opløsningsmidler, og der er overskridelser af grundvandskvalitetskriteriet for 1.2.-dichlorethan, trichlorethan, 1.2-dibromethan, vinylchlorid, 1.1.-dichlorethylen og chlorethan i en eller flere prøver. Største overskridelse er af trichlorethan, hvor der er konstateret et indhold på 380 µg/l.

Der er desuden konstateret indhold af phenoler på op til 1,86 µg/l, hvilket overskrider grundvandskvalitetskriteriet med en faktor 4.

I 2 vandprøver udtaget ca. 75 m nedstrøms dumpfronten er der ikke konstateret indhold af kulbrinter, BTEX'er eller PAH'er. Der er konstateret overskridelser for bly, nikkel og trichlorethan i en af prøverne og indhold af 2 chlorerede opløsningsmidler i begge prøver.

På den baggrund vurderes det, at grundvandet umiddelbart op til dumpfronten er påvirket over grundvandskvalitetskriteriet for en række forurenende stoffer. Nedstrøms ses der en væsentlig reduktion i denne påvirkning, hvor olieprodukter, BTEX'er, phenoler og de fleste chlorerede opløsningsmidler ikke længere kan påvises. På baggrund af beregninger af oplandsområdet for dumpen er det vurderet, at perkolatdannelsen er begrænset.

Vandprøverne under feltarbejdet 2008 blev udtaget i forbindelse med ekstreme vejrforhold. De påviste forureningsindhold kan være udtryk for dels "en enkelt puls" fremkaldt af den kraftige nedbør, dels en fast belastning af recipienten, dels et udtryk for, at belastningen er påvirket af fortynding pga. tilførsel af nedbør. På den baggrund vurderes det umiddelbart ikke muligt at give en endelig risikovurdering af den påviste grundvandsforurenings eventuelle påvirkning af recipienten.



## 5.8 Nyhavn

### 5.8.1 Arealanvendelse

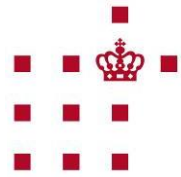
Færdsel i Nyhavn af det faste personel sker i forbindelse med skibsanløb og oliebungking. Der er p.t. skibsanløb ca. 1 gang hvert andet år. Desuden afhentes der nogle gange årligt arktisk gasolie med tankvogn fra tankanlægget i Nyhavn til påfyldning af den store fuel-tank i stationsområdet.

Der er påvist en olieforurening i jorden mellem tankanlægget og Kong Oscar Fjord i Nyhavn. Indholdet af totalkulbrinter i jordprøver er konstateret op til 9.100 mg/kg TS og er identificeret som nedbrudt gasolie og et petroleumprodukt svarende til arktisk diesel. De påviste koncentrationer indikerer, at der kan være fri fase til stede i området. Der er påvist et meget begrænset indhold af BTEX'er i jordprøverne. Jordforureningen vurderes delvis afgrænset i sydlig og nordlig retning af borer og afgrænset mod vest af en ren prøvegravning og terrænhældningen. Jordforureningen er ikke afgrænset mod recipienten, Kong Oscar Fjord.

Der er desuden påvist en jordforurening med kulbrinter i området for oplag af fuelslanger. Højeste indhold af kulbrinter er målt til 2.900 mg/kg TS, og indholdet er identificeret som et petroleumprodukt – formodentlig arktisk gasolie. Jordforureningen vurderes afgrænset mod syd, nord og vest af prøvegravninger, men ikke mod recipienten, Kong Oscar Fjord.

Da ophold i Nyhavn er forbundet med losning af skib, og håndtering og transfer af olieprodukter fra skib til tankanlæg eller fra tankanlæg til tankvogn, vurderes den påviste olieforurening i jorden ikke at udgøre en risiko i forhold til arealanvendelsen. Da der er påvist oliekoncentrationer over mætningspunktet på 7.000 mg/kg TS er der risiko for fri fase og dermed forsat forureningsspredning. Spredningen vurderes at kunne være mere kompleks end de øvrige områder, da geologien er meget varierende i Nyhavn.

Der er i en prøvegravning udtaget ved besigtigelsen i 2007 påvist et meget højt indhold af bly (11.000 mg/kg TS) samt cadmium (4,5 mg/kg TS) og zink (1.200 mg/kg TS), hvilket er over afskæringskriteriet. I enkelte andre prøver er der konstateret indhold af bly over jordkvalitetskriteriet, men under afskæringskriteriet. De påviste indhold af tungmetaller vurderes at stamme fra udskibningen af malmkoncentrat i forbindelse med den tidligere mine-



drift omkring Minebyen. Der er ved tidligere undersøgelser ved Nyhavn påvist indhold af bly mellem 4.000 og 250.000 mg/kg TS /1/. Denne forurening er dog ikke undersøgt nærmere ved nærværende undersøgelse. Forurening med tungmetaller i de tidligere påviste koncentrationer bør dog føre til en vejledning af de personer, der færdes i området, samt ved eventuelle anlægsarbejder.

Der er konstateret indhold af naphthalen over jordkvalitetskriteriet i 2 prøver op til 0,92 mg/kg TS. De påviste indhold af naphthalen vurderes ikke at udgøre en risiko i forhold til arealanvendelsen.

### 5.8.2 Recipienten

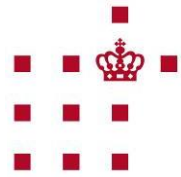
Vandprøver udtaget nedstrøms tankanlægget viser indhold af totalkulbrinter op til 880 µg/l samt høje indhold af metallerne bly, cadmium og zink. Der er desuden påvist naphthalen over grundvandskvalitetskriteriet i 2 af de 3 vandprøver. På grund af ekstreme prøvetagningsforhold vurderes det, at resultaterne for vandprøverne er behæftet med stor usikkerhed. De påviste forureningsindhold kan være udtryk for dels "en enkelt puls" fremkaldt af den kraftige nedbør, dels en fast belastning af recipienten, dels et udtryk for at belastningen er påvirket af fortynding pga. tilførsel af nedbør. Der er derfor ikke foretaget en risikovurdering i forhold til recipienten.

## 5.9 Drikkevand

Drikkevand til daglig brug hentes fra Rypesø ca. 350 m syd for stationsområdet. Af bilag 2.2 fremgår det vurderede overordnede strømningsmønster for området mellem de enkelte delområder baseret på terrænkoter og dybden til permafrosten. Det er vurderet, at det overordnede strømningsmønster styres af koten på den vandmættede permafrost, der i de fleste borer og gravninger er truffet ca. 2 m u.t.

Strømningsmønstret viser, at dumpområdet overvejende afvander i nordøstlig retning via et mindre vandløb til "Sø 2" og derfra videre til Noret. Det vurderes, at der ikke sker en afstrømning i retning mod Rypesø.

Den konstaterede jord- og grundvandsforurening i stationens sydlige del er påvist i sydlig retning helt frem til Hundesøen. Af bilag 2.2 fremgår det, at Hundesøen afvander i østlig



retning mod Noret, og at der er et vandskel mellem Hundesø og Rype Sø. Det vurderes, at der ikke er hydraulisk kontakt mellem de 2 søer.

På den baggrund vurderes der ikke at være risiko for påvirkning af drikkevandskvaliteten i forhold til den konstaterede forurening på dumpen og i stationsområdet.

Af bilag 2.2. ses, at området syd for miljøpladsen og området ved skurbyen afvander mod syd mod Rypesø. Der vurderes dog ikke truffet jordforurening i området, der kan give anledning til evt. grundvandsforurening.

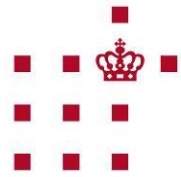
Det skal bemærkes, at da miljøpladsen er placeret så tæt på det vurderede vandskel mellem Hundesø og Rypesø, skal oplag og håndtering af olieprodukter med mere derfor ske med stor omhu, og at alt spild skal opsamles i dertil egnet tæt emballage.

## 5.10 Erosion

Som angivet under afsnit 2.3 er Mestersvig Flyveplads etableret i et delta under udvikling. Gennem de seneste 50 år er der gjort adskillige forsøg på at styre Tunnelelv og vårfloremen via 3 forskellige hovedløb nord eller syd om området ved flyvepladsen. I forsvarets tid fra 1988 og frem har Tunnelelv frem til sidst i 1990'erne løbet både ud til Noret mod syd samt ud af det nordvestligste løb. Sidst i 1990'erne etableres dog dæmninger, således at vandet primært ledes mod nord, og kun en begrænset del løber til Noret /9/.

Der foretages hvert år vedligehold af dæmninger og så sent som i 2008 blev der foretaget udsprængninger i elvlejet for bedre at kunne styre vårfloremen mod det nordlige udløb uden om flyvepladsens område.

Hvis Mestersvig forlades af forsvaret vurderes det sandsynligt at vedligehold af dæmninger ophører. Om det med tiden vil medføre at Tunnelelvs forløb ændres, så det sydlige forløb bliver det primære og om det vil kunne medføre erosion i de forurenede områder er et åbent spørgsmål. Der er derfor foretaget en risikovurdering af, hvad der kan ske hvis Tunnelelvs primære løb bliver det sydlige og vårfloremen strømmer gennem området omkring flyvepladsen. Det forudsættes her, at bygninger og andre faste anlæg er fjernet til fundamentsniveau.



### 5.10.1 Erosion af stationsområdet

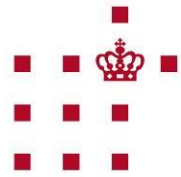
Den største forurening af betydning er konstateret i stationsområdet, hvor der er påvist en stor mængde totalkulbrinter i jorden. Hovedparten af stationsområdet er jf. bilag 3.3 placeret højt i terræn 4-5 m over bunden af elvlejet. Toppen af permafrosten er tilsvarende beliggende højere i stationsområdet ca. 2 m u.t. Permafrosten vurderes at kunne medvirke til at beskytte stationsområdet mod erosion fra elven og aktivlaget<sup>3</sup> vurderes stadig at være frosset, når en vårfloam strømmer igennem området, hvilket vil reducere erosion i overfladen.

Den naturlige nedbrydning af kulbrinter i jorden i arktiske områder er yderst begrænset som følge af den lave temperatur, og der skal regnes med at forureningen med kulbrinter i større koncentrationer har en levetid på >100 år. Skulle der med tiden ske en erosion af stationsområdet vurderes det, at det vil ske meget langsomt. Det vurderes, at der kun vil blive frigivet en begrænset mængde kulbrinter af gangen til et energi- og iltrigt miljø, hvor der er gode muligheder for naturlig nedbrydning til stede. Risikoen for en større påvirkning af recipienten over kort tid vurderes derfor at være begrænset. En erosion af stationsområdet kan dog medføre eksponering af olieforureningen, så den er mere tilgængelig for faunaen. Ligeledes vil klimaforandringer i form af forøget temperatur og nedbør kunne påvirke erosionsraten af området betydeligt.

### 5.10.2 Erosion af dumpen

Erosion kan ligeledes få konsekvenser for forureningsforholdene omkring dumpen, hvis elven med tiden eroderer sig ind i affaldet i det tildækkede affald. Det er vurderet, at der er 10.000-13.000 m<sup>3</sup> affald i dumpen bestående af tromler, glas, plast, metal og andet affald. Skulle der ske en erosion, kan affaldet blive ført til Noret med elv eller vårfloam eller de lettere affaldsfraktioner kan blive spredt med vinden i området og medføre en uacceptabel æstetisk forurening i Nationalparken. Det vurderes, at der ikke umiddelbart vil ske en større nedbrydning af betydning af det deponerede affald i dumpen de næste mange hundrede år og risikoen for erosion skal derfor vurderes i et længere perspektiv. Afstanden til det sydligste elvløb er ca. 100 m, og der er ca. 3-4 m's niveauforskel mellem bunden af elvlejet og bunden af affaldet. Toppen af permafrosten er lige som i stationsområdet tilsvarende

<sup>3</sup> Aktivlaget er det jordlag mellem terræn og permafrost der når at tø op i løbet af sommersæsonen. Den vertikale udbredelse kan variere år for år. I Mestersvig i 2008 vurderes aktivlagets tykkelse at være ca. 2 m.

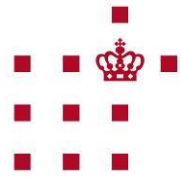


højere i dumpområdet og vil kunne medvirke til at beskytte området mod erosion fra elven og det aktive lag vurderes at være frosset under vårfloppen.

### 5.10.3 Samlet vurdering

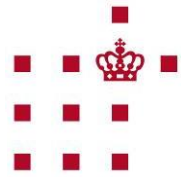
Det vurderes umiddelbart ikke muligt at forudsige elvforløbets udvikling over så lang en tidshorison, hvis det nuværende vedligehold af dæmninger ophører. Effekten af den sidste regulering af elvlejts bund i 2008, der skal sende den voldsomme vårflopp i nordlig retning væk fra stationsområde og dump, kendes endnu ikke. Ligeledes vil fremtidige klimaforandringer, hvor forøget nedbør øger afstrømningen og opvarmning reducerer permafrostens beskyttende virkning, kunne forandre området i uforudsigelig grad. Forureningsrisikoen for recipienten vurderes begrænset hvis stationsområdet eroderes, da forureningen med kulbrinter vurderes at blive nedbrudt i takt med at det bliver udvasket. Der vil dog være en langtidspåvirkning af olieprodukter lokalt i elven. Det faste affald fra dumpen vil kunne blive ført ud i Noret, hvor metalaffaldet vil gå til bunds mens plastikrester med mere vil kunne flyde rundt. Dette vil medføre en æstetisk uacceptabel forurening. Ligeledes vil eventuelle intakte tønder med produkt, der eroderes ud, lække indholdet ud direkte vandmiljøet. Der er begrænset viden om, hvad dumpen indeholder, men der er påvist olieprodukter, chlorerede forbindelser, phenoler m.m. i perkolatet.. Risikoen for en større påvirkning af recipienten vurderes derfor begrænset, men vil afhænge af dumpens indhold.

Muligheden for at de 2 opstillede erosionsscenerier bliver til virkelighed afhænger af Tunnelens forløb. Hvis Tunnelens forløb og vårfloppen udvikles i sydlig retning mod Noret og dermed i retning af stationsområde og dump kan der ske en erosion af disse områder. Men det vil tage lang tid uden at der kan sættes et tidsperspektiv på. Udvikler elven sig primært i nordlig retning vurderes de skitserede scenarier umiddelbart ikke realistiske.



## 6. Referencer

- 1 9117 Mestersvig, Miljøhistorisk redegørelse. Forsvarets Bygnings- og Etablisementstjeneste, Forvaltningsdivisionen, Miljøafdelingen, januar 2008
- 2 9117 Mestersvig, Undersøgelserprogram. Forsvarets Bygnings- og Etablisementstjeneste, Forvaltningsdivisionen, Miljøafdelingen, 1. juli, 2008
- 3 Grønlands befolkning 1. januar 2008, Befolkningsstatistik <http://www.stat.gl/>
- 4 Blyklippen lead-zinc mine, Mestersvig, Existing knowledge, GEUS rapport 2001/115.
- 5 Geology of Greenland, Artur Escher og W. Stuart Watt (editors), GGU 1976
- 6 Topografisk Atlas Grønland, Det Kongelige Danske Geografiske Selskab og Kort og Matrikelstyrelsen, 2000.
- 7 Blykoncentratspild ved Nyhavn, Mesters Vig. Grønlands Tekniske Organisation, Forundersøgelser- og Råstofafdelingen, RRV Marts 1987. Det aktuelle eksemplar er dog ikke komplet, mangler figur D til G samt bilag 1 til 37.
- 8 Interview og mail korrespondance med Hans Lapstun, der er søn af Otto Lapstun. OL var fangstmand på østkysten og senere ansat i Nordisk Mineselskab i blyminens driftsperioden, OL var senere fra 1974 til 1987 ansat ved Nordisk Mineselskabs i forbindelse med efterforskningsaktiviteter ud fra Nyhavn. Bl.a. med fast ophold fra 1974 til 1976. OL var den første tårnugle i Mestersvig i 1985 og ledte oprydningen af Minebyen i 1986. Hans Lapstun er således til dels opvokset i Nyhavn, og derefter været i området de fleste somre fra 1976 til 1986. Senere har HL igen været i området som privat ekspeditionsleder (2000-2004) samt som ansat ved POLOG (2005-2006).



- 9 Besigtigelse i perioden fra 20. til 23. september 2007 og interview med Stefan Tomassen, Grønlands Logistikcenter.
- 10 Miljøundersøgelser ved Mestersvig 2001, Faglig rapport fra DMU nr. 474, december 2003.
- 11 Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand: BIND 1 og 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, Nr. 20, 1996.
- 12 Afgrænsende undersøgelser, Fase 3 – Hovedrapport, Station Nord, Nordøstgrønland, NIRAS for Forsvarets Bygnings- og Etablisementstjeneste, august 2006.
- 13 Canadian Soil Quality Guidelines for the protection of environmental and human health. 1999. Updated 2001. [Http://ceqg-rcqe.ccme.ca/](http://ceqg-rcqe.ccme.ca/)
- 14 Toxicological profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs), U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, November 2000.
- 15 Landstingsforordning nr. 12 af 22. december 1988 om beskyttelse af miljøet med senere ændringer.
- 16 Leverandør oplyst af Forsvaret. Produktblad indhentet fra leverandør (YX Energi)
- 17 Protection of groundwater from oil pollution. CONCAWE 1979, The Hague, Netherlands.
- 18 Jørgen S. Olsen, Produktchef, YX Energi A/S
- 19 Baggrundsrapport om miljøkrav til store olielagre. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 12, 2008
- 20 Oprydning på forurenede lokaliteter, vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 og 7, 1998.