

# Olie i jord – forslag til analysemetode og justering af jordkvalitetskriterier, samt grundlag for afskæringskriterier

Christian Grøn, Pernille Borling, Lizzi Andersen,  
Karl-Heinz Cohn, Jette Bjerre Hansen & Anke Oberender  
DHI

Signe Vork Nissen  
AnalyCen

Ulla O. Lund  
Eurofins A/S

Jacqueline Anne Falkenberg  
NIRAS

Miljøprojekt **Nr. 1225** 2008  
Teknologiudviklingsprogrammet for  
jord- og grundvandsforurening

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
SUMMARY AND CONCLUSIONS	11
1 ANALYSE FOR OLIE I JORD	13
1.1 ANALYSEMETODENS HOVEDPRINCIPPER	14
1.2 ANALYSEKVALITET	15
<b>1.2.1 Præcision</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2 Analysedetektionsgrænser</b>	<b>16</b>
<b>1.2.3 Genfinding</b>	<b>17</b>
1.3 BESTEMMELSE AF ENKELTSTOFFER	18
1.4 EFFEKT AF METODESKIFT PÅ ANALYSERESULTATER	18
<b>1.4.1 Første forslag til faktorer for effekt af metodeskift</b>	<b>18</b>
<b>1.4.2 Afprøvning af faktorer for effekt af metodeskift</b>	<b>23</b>
<b>1.4.3 Endeligt forslag til faktorer for effekt af metodeskift</b>	<b>26</b>
1.5 METODESKIFTETS BETYDNING FOR BESKYTTELSESNIIVEAUET	27
1.6 TILORDNING AF PRODUKTOPRINDELSE	28
1.7 BIOGEN/PETROGEN KORREKTION ELLER TILORDNING	31
<b>1.7.1 Oprensning</b>	<b>33</b>
<b>1.7.2 Korrektion for specifikke biogene kulbrinter</b>	<b>34</b>
<b>1.7.3 Indikatorer for indhold af petrogene kulbrinter</b>	<b>36</b>
1.8 FORSLAG TIL FORLØB I ANALYSE FOR OLIE I JORD	43
1.9 FORSLAG TIL REVISION AF ANALYSEMETODEN	43
2 JUSTERING AF JORDKVALITETSKRITERIER FOR SUM AF KULBRINTER I JORD	47
2.1 NUVÆRENDE JORDKVALITETSKRITERIER	47
2.2 FORSLAG TIL OMFORMULERING AF NUVÆRENDE JORDKVALITETSKRITERIER	48
2.3 FORSLAG TIL JUSTERING AF JORDKVALITETSKRITERIER VED METODESKIFT	48
3 AFSKÆRINGSKRITERIER	51
3.1 RAMMER FOR VURDERING AF FORURENINGERNES MOBILITET	51
3.2 RAMMER FOR VURDERING AF FORURENINGERNES GIFTIGHED	52
4 VURDERINGER AF FORURENINGERNES MOBILITET	55
4.1 UDVASKNINGSTEST	55
<b>4.1.1 Jordprøver</b>	<b>55</b>
<b>4.1.2 Analyser af jordprøver og kolonneeluat</b>	<b>56</b>
<b>4.1.3 Udvaskningstestmetode</b>	<b>57</b>
<b>4.1.4 Databehandling</b>	<b>58</b>
<b>4.1.5 Udvaskning af kulbrinter</b>	<b>59</b>
<b>4.1.6 Udvaskning PAH</b>	<b>64</b>
<b>4.1.7 Udvaskning NSO</b>	<b>69</b>
4.2 AFDAMPNING	71

5	VURDERING AF FORURENINGERNES GIFTIGHED	77
5.1	GIFTIGHED FRA JORD	77
5.1.1	<i>TD – Akut toksicitet</i>	78
5.1.2	<i>TDI – Toksicitet ved gentagen påvirkning</i>	80
5.1.3	<i>Beregning af sundhedsbaseret screeningskriterium (SK)</i>	81
5.2	GIFTIGHED FRA GRUNDVAND	82
5.2.1	<i>Beregning af sundhedsbaseret screeningskriterium for drikkevand (SK<sub>drikkevand</sub>)</i>	82
5.2.2	<i>Screening for udenlandske kriterier</i>	84
5.2.3	<i>Intervaller for SK og grundvandskvalitetskriterier</i>	85
5.3	GIFTIGHED AF FUNDNE KONCENTRATIONER AF NSO FORBINDELSER	86
5.4	LUGT	88
5.4.1	<i>Beregning af lugtbaseret screeningskriterium (SK<sub>Luft</sub>)</i>	89
5.4.2	<i>Lugtvurdering for jordprøver</i>	90
6	VURDERING AF MULIGHEDEN FOR AFSKÆRINGSKRITERIER	93
7	KONSEKVENSER AF FORESLÅEDE AFSKÆRINGSKRITERIER	97
8	IMPLEMENTERING	101
9	REFERENCER	103

# Forord

Olie- og/eller benzinprodukter udgør en hyppig forurening af jord i Danmark, både ved punktkilder og ved diffus forurening. Derfor er der fastsat jordkvalitetskriterier både for enkeltstoffer fra olie- og benzinprodukter og for summen af de mange uidentificerede oliestoffer, som findes i olieprodukter. Analysen for uidentificerede oliestoffer udføres som en bestemmelse af summen af kulbrinter i jorden, og der foretages en opdeling af summen efter fraktioner med forskelligt kogepunkt. Analyseresultaterne for sum og fraktioner af kulbrinter afhænger af den analysemetode, der benyttes. Den hidtil foreskrevne analysemetode har været behæftet med nogle svagheder, og der er derfor udviklet en ny analysemetode, som efterfølgende er implementeret på danske analyselaboratorier og afprøvet i interlaboratoriestudier.

Miljøstyrelsen har, inden der skiftes til en ny, foreskrevne analysemetode for undersøgelser af forurenede jord for olieforurening, ønsket en integreret bearbejdning af den ny analysemetode med inddragelse af oplysninger fra metodeudviklingsprojektet og metodeafprøvninger, suppleret med enkelte ny analyser. Bearbejdningen er beskrevet i denne rapport, ligesom konsekvenser for de gældende jordkvalitetskriterier er beskrevet. I bearbejdningen indgår også en anvisning af metode til kvantificering af kulbrinter af naturlig oprindelse, ligesom det er afgrænset, hvordan og hvornår et analyseresultat må tilordnes et bestemt olieprodukt.

Mens der for en del forureningsstoffer er fastlagt et afskæringskriterium for stofferne i jord, er dette ikke tilfældet for sum og fraktioner af kulbrinter. Miljøstyrelsen har derfor ønsket en undersøgelse af, om der kan opstilles afskæringskriterier for kulbrinter i jord, der opfylder krav om ikke at omfatte mobile stoffer, ikke at omfatte akut giftige stoffer og ikke at omfatte stoffer med lugtgener. Resultaterne af denne undersøgelse er ligeledes beskrevet i denne rapport.

Rapporten indeholder tre hoveddele:

Kapitel 1 og 2 giver forslag til justering af den tidligere udviklede, ny analysemetode for sum af kulbrinter i jord, forslag til justering af fortolkning af analyseresultater, samt forslag til jordkvalitetskriterier ved implementering af den ny metode. Denne del af rapporten er – som betinget af indholdet – rettet imod forhold vedrørende analyseteknik og analysekvalitet. Delen er skrevet som en sammenfatning af tidligere arbejde og denne undersøgelses resultater for at give et samlet beslutningsgrundlag.

Kapitel 3 til og med 6 giver en belysning af mobilitet, toksicitet og lugt af jord forurenede med olieprodukter med henblik på afdækning af mulighederne for at fastsætte et afskæringskriterium for sum af kulbrinter eller for fraktioner heraf. Denne del af rapporten omfatter en integration af kemiske analyser, miljøkemiske beregninger og toksikologiske vurderinger. Delen omfatter først og fremmest denne undersøgelses resultater, men er suppleret med resultater for udvaskning af NSO forbindelser fra lettere forurenede jord indhentet for Miljøstyrelsen under et andet projekt.

Kapitel 7 og 8 indeholder en vurdering af konsekvenserne af de foreslåede kriterier, samt forslag til den praktiske implementering.

Behov for justering af analysemetoden identificeret under del 2 er indført i anbefalingerne i del 1.

Det samlede datamateriale og de benyttede metoder er givet i bilag til rapporten.

Rapporten er udarbejdet af Christian Grøn, Pernille Borling, Karl-Heinz Cohr, Anke Oberender, Jette Bjerre Hansen og Lizzi Andersen, DHI, samt Ulla Lund, Eurofins A/S, Signe Vork Nissen, AnalyCen og Jacqueline Anne Falkenberg, NIRAS.

Projektet har været fulgt af en følgegruppe med deltagelse af:

Arne Rokkjær, Miljøstyrelsen  
Irene Edelgaard, Miljøstyrelsen  
Christina Ihlemann, Miljøstyrelsen  
Jette Rud Heltved, Miljøstyrelsen  
Henrik L. Larsen, Embedslægerne Vejle  
Nis Skov Nielsen, Sundhedsstyrelsen  
Jytte Gert Simonsen, Region Midtjylland  
Lisbeth Bergmann, Region Sjælland  
Berit Haar Hansen, Københavns Kommune  
Eric Farley, Herning Kommune  
Per Brask Oliebranchens Miljøpulje

Christian Grøn  
DHI  
19. december 2007

# Sammenfatning og konklusioner

Anvendelsen af den tidligere udviklede og afprøvede ny analysemetode ("AnalyCen metoden") for sum og fraktioner af kulbrinter ("olie") i jord er gennemgået, og anbefalinger for revision af anvendelse og metodebeskrivelse er givet.

AnalyCen metoden er baseret på ekstraktion og analyse ved GC-FID og vil som hovedregel kunne anvendes med tilfredsstillende præcision, forbedret og nogenlunde tilfredsstillende analysedetekteringsgrænse, samt forbedret og nogenlunde tilfredsstillende genfinding af jordprøvers indhold af olieprodukter.

Metoden giver muligheder for bestemmelse af benzin- og oliekomponenterne BTEX og PAH ved GC-MS-SIM i samme ekstrakter som benyttet til analysen for sum og fraktioner af kulbrinter. Derved forbedres sikkerheden for rigtige og præcise analyseresultater for disse stoffer med en begrænset ekstra indsats.

Analysemetoden for sum og fraktioner af kulbrinter er suppleret med en metode til bestemmelse af kulbrinter af biogen oprindelse (ulige n-alkaner og udvalgte phytosteroler) i prøven med inddragelse af GC-MS-SCAN, igen i samme ekstrakter som benyttet til analysen for sum og fraktioner af kulbrinter. Principperne for og de realistiske forventninger til bestemmelse af biogene kulbrinter i uforurenede jorder er nærmere beskrevet, og der er givet forslag til at tillade at se bort fra biogene kulbrinter bestemt efter denne metode, når overholdelse af kriterier for indhold af forureningsbetingede kulbrinter vurderes.

Analysemetoden for sum og fraktioner af kulbrinter indeholdt oprindeligt en delmetode til bestemmelse af kulbrinter af petrogen oprindelse i prøven med inddragelse af GC-MS-SIM. De samlede resultater for denne metode viser, at den ikke med det nuværende vidensniveau kan anvendes med tilstrækkelig sikkerhed til at fastslå en petrogen (forureningsbetinget) påvirkning af jordprøver. Det foreslås derfor, at denne metode udtages af den samlede analysemetode, samt at den ikke inddrages i vurderinger af kriterieoverholdelse.

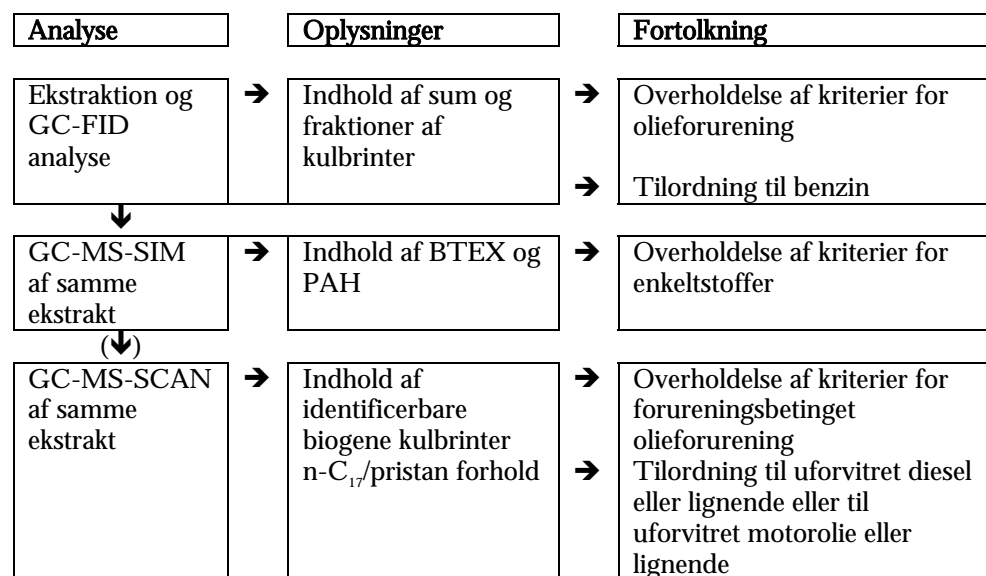
Ved analyse for sum og fraktioner af kulbrinter gives ofte en kvalitativ vurdering af det olieprodukt, der kan ligge bag en forurening. Undtagen for friske forureninger er en sådan tilordning subjektiv, hvorfor der er givet en beskrivelse af betingelserne for objektiv, kvantitativt baseret tilordning af enkelte olieprodukter.

Et forslag til forløb i analyse for olie i jord er givet i Figur 1, og der er i rapporten givet konkrete forslag til revision af forskriften for AnalyCen metoden.

Da AnalyCen metoden vil give højere analyseresultater end den tidligere benyttede VKI metode for sum af kulbrinter i jord – primært for den tunge fraktion af kulbrinter – er der givet forslag til omformulering af

jordkvalitetskriterierne, der reflekterer dette, samt tilpasser kriteriernes fraktionsopdeling til de resultater, der opnås med analysemetoden.

Muligheden for at opstille et afskæringskriterium for sum og/eller fraktioner af kulbrinter i jord er undersøgt ved at belyse mobilitet, lugtgener og akut giftighed af de stoffer, som reguleres med kriterierne for sum og fraktioner af kulbrinter i jord.



Figur 1  
Forslag til forløb i analyse for olie i jord.

Mobiliteten af kulbrinter i forhold til grundvand er undersøgt ved udvaskningstest af i alt 45 jordprøver. Resultaterne for sum og fraktioner af kulbrinter viser, at tunge kulbrinter kun i meget begrænset omfang udvaskes (lav hyppighed, lave koncentrationer og lav gennemsnitlig koncentration) uanset koncentrationen i jordprøverne.

Resultaterne af udvaskningstest for PAH viser, at stoffer i intervallet for lette kulbrinter i jordprøver med indhold under tre gange jordkvalitetskriteriet udvaskes, men til et niveau der ikke vil overskride acceptable koncentrationer i grundvandet nedstrøms en forurenede grund. Desuden viser resultaterne for PAH udvaskning, at afgrænsning af lav-mobile tunge kulbrinter kan flyttes fra nuværende C<sub>25</sub> til C<sub>20</sub>, så længe indholdet er under 10 gange jordkvalitetskriteriet.

Resultaterne for udvaskning af NSO forbindelser viser, at denne type stoffer findes udbredt i jord forurenede med olieprodukter, samt at en række af stofferne udvaskes i relativ høj grad, men til relativt lave koncentrationer.

Mobiliteten af kulbrinter i forhold til luft er undersøgt ved beregning af afdampningen af sum og fraktioner af kulbrinter efter en fugacitetsbaseret model med hensyntagen til den komplicerede sammensætning af olieprodukter. Resultaterne viser, at tunge kulbrinter ikke vil findes i poreluft over luftkvalitetskriterierne uanset koncentration i jorden, men at flygtige, herunder 1,3,5-trimethylbenzen, og lette kulbrinter vil overskride kriterierne i poreluft, igen uanset koncentration i jorden. Beregninger af forventelige koncentrationer i indeklima viser ingen overskridelser for tunge kulbrinter, for lette kulbrinter få og mindre overskridelser, samt for flygtige kulbrinter flere



og ofte større overskridelser. Overskridelserne for flygtige kulbrinter forventes ned til under jordkvalitetskriteriet.

Et tidligere arbejde har peget på NSO forbindelser og 1,3,5-trimethylbenzen som de væsentligste komponenter med akut giftighed i fyringsolie. Derfor er akut giftighed her undersøgt ved at beregne sundhedsbaserede screeningskriterier af disse stoffer i jord og drikkevand under anvendelse af de i Danmark benyttede beregningsmetoder. Der er ikke fundet hverken koncentrationer i jord eller udvaskede koncentrationer over disse screeningskriterier. Der er søgt, men ikke fundet generelt accepterede, internationale grænseværdier for NSO forbindelser i jord, grundvand og drikkevand.

Det tidligere arbejde pegede endvidere på NSO forbindelser som de væsentligste stoffer med hensyn til lugtgener. Derfor er lugtbaserede screeningskriterier for luft beregnet for disse stoffer, samt for 1,3,5-trimethylbenzen. Screeningskriterierne er sammenholdt med de beregnede koncentrationer i poreluft og indeklima for de stoffer, der er analyseret i denne undersøgelse. Beregningerne har ikke vist koncentrationer af NSO forbindelser, der i væsentlig omfang vil overskride screeningskriterierne for luft hverken i poreluft eller i indeklima. Den flygtige aromatiske kulbrinte 1,3,5-trimethylbenzen (tilhører fraktionen  $C_6-C_{10}$ ) vil kunne give betydelige overskridelser i poreluft, men i de fleste tilfælde for jordprøver, der overskrider jordkvalitetskriterierne for flygtige og lette kulbrinter. Stoffet vil ikke give overskridelser i indeklima og er desuden omfattet af luftkvalitetskriterier for alkylbenzener. På grund af det begrænsede materiale om lugtbærende stoffer i olieprodukter, denne undersøgelses afgrænsning af analyseprogram, manglen på velbeskrevne metoder til lugtundersøgelse af jord og usikkerheden ved afdampningsberegninger er den del af undersøgelsen, der omhandler lugt, behæftet med en vis, men ikke afgørende usikkerhed.

På baggrund af den samlede gennemgang af mobilitet, giftighed og lugt af kulbrinter i jord forurenede med olieprodukter er givet et forslag til justerede jordkvalitetskriterier og forslag til afskæringskriterier for sum og fraktioner af kulbrinter analyseret med den ny AnalyCen metode, Tabel 1.

Tabel 1  
Forslag til jordkvalitets- og afskæringskriterier (mg/kg TS) ved analyse efter AnalyCen metoden.

Kulbrinter mg/kg TS	Flygtige $C_6-C_{10}$	Lette		Tunge $>C_{20}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$
		$>C_{10}-C_{15}$	$>C_{15}-C_{20}$		
Jordkvalitetskriterium	25	35	55	150	150
Afskæringskriterium	-	-	-	450	450

Forslaget forudsætter, at:

- Analyser skal nøje udføres efter den af Miljøstyrelsen anviste, ny AnalyCen metode
- Både kriterier for de enkelte kulbrintefraktioner og kriteriet for sum af kulbrinter skal være opfyldt samtidig
- Afskæringskriterierne for tunge kulbrinter og sum af kulbrinter finder kun anvendelse, såfremt jordkvalitetskriterierne for flygtige og lette kulbrinter er overholdt

- Kriterier for enkeltkomponenter og sum heraf, der kan forekomme i olie- og/eller benzinprodukter, skal overholdes: benzen, 1,2-dibrom- og 1,2-dichlorethan, tetraethyl- og tetramethylbly, samt PAH

Der åbnes mulighed for, at:

- Der kan ses bort fra bidrag af biogene kulbrinter bestemt som i den af Miljøstyrelsen anviste metode

Det skal bemærkes, at Miljøstyrelsen efterfølgende har fastsat kriteriet for lette kulbrinter i intervallet  $>C_{10}-C_{15}$  til 40 mg/kg TS.

# Summary and conclusions

Analysis for "total petroleum hydrocarbons" is used in evaluation of contaminated soils, mostly including a fractionation of the hydrocarbons according to carbon number. A new method has previously been developed and evaluated for use in Denmark and in this report the results of previous validation and evaluation studies are integrated with further investigations in order to prepare an optimized method description, rules for method interpretation, and suggestions for soil quality and cut-off criteria.

The new method (the AnalyCen method) applies solvent extraction and quantification by GC-FID. The method performance has been improved compared to the previously applied method (the VKI method) with respect to precision, limit of detection and recovery of petroleum products from soils.

The method allows for GC-MS-SIM-based quantification of BTEX and PAH using the extracts prepared for the GC-FID analysis. Improved precision and reduced risk of false positives are obtained with limited additional costs.

The method includes a method for determination of biogenic hydrocarbons (uneven-numbered *n*-alkanes and selected phytosterols) also using GC-MS-SCAN and the extracts prepared for GC-FID. The principles of application and interpretation of biogenic hydrocarbon determination are given.

Attempts to interpret specific petrogenic hydrocarbons as unequivocal indicators of the presence or absence of petrogenic (contamination derived) hydrocarbons in soils were unsuccessful.

Rules were drafted for assigning hydrocarbons found in a soil quantitatively to petroleum product types (gasoline and similar products or unweathered diesel and similar products).

Suggestions for revised Danish soil quality criteria are given that reflect the increased recovery obtained with the new analytical method in order to maintain the same level of protection of the criteria.

The justification for establishing soil cut-off criteria was investigated by studying the mobility, the acute toxicity and the odour properties of hydrocarbons from petroleum-contaminated soils.

Leaching tests of 45 soils demonstrated limited leaching of heavy hydrocarbons from soil. By interpretation of the leaching of PAH from the same soils it was further inferred that the limit between heavy and light fuels could be changed from  $C_{25}$  to  $C_{20}$  if the limit is set based upon the leaching properties.

A range of NSO compounds was identified in the soils, and a high degree of leaching of the NSO compounds was demonstrated.

Model-based calculations of soil air and indoor air concentrations demonstrated that heavy hydrocarbons will not exceed air quality criteria in soil air, whereas volatile and light hydrocarbons may exceed the criteria. In indoor air, only volatile hydrocarbons will exceed the criteria to a significant degree.

Based upon a previous identification of NSO compounds and 1,3,5-trimethylbenzene as those most likely to be associated with acute toxicity, health-based screening criteria for soil and drinking water were calculated. The soil and leachate NSO concentrations found in this study did not exceed these criteria. Accepted, international guidelines or limit values for NSO in soil, drinking water and groundwater were not found.

Based upon a previous identification of NSO compounds as those most likely to be associated with odor of petroleum-contaminated soils, odor-based screening criteria for air were calculated. The model-based calculations of soil air and indoor air concentrations of NSO compounds did not exceed these criteria. The data material behind the evaluation of odour problems is less comprehensive than for the other parts of the study.

Integrating the data on occurrences, compound distribution, mobility, toxicity and odor properties of the soils studied, a set of revised soil quality criteria and a set of justified cut-off criteria were drafted, see Table 2.

Table 2

Draft soil quality and cut off criteria for soil hydrocarbons.

Hydrocarbon fraction mg/kg d.w.	Volatile $C_6-C_{10}$	Light		Heavy $>C_{20}-C_{40}$	Total $C_6-C_{40}$
		$>C_{10}-C_{15}$	$>C_{15}-C_{20}$		
Soil quality criteria	25	35	55	150	150
Cut off criteria	-	-	-	450	450

The draft criteria are based upon the preconditions that:

- The analytical method prescribed by the Danish Environmental Agency (DEPA) must be strictly applied
- All criteria for total and all fractions of hydrocarbons are met
- Cut off criteria for heavy hydrocarbons and total hydrocarbons can only be applied, if the soil quality criteria for volatile and light hydrocarbons are met as well
- Criteria for identified compounds occurring in petroleum products, including totals of such, as set by the Danish EPA must be met: benzene, 1,2-dibromo- and 1,2-dichloroethane, tetraethyl- and tetramethyllead, and finally PAH

It is allowed to:

- Disregard contributions from biogenic hydrocarbons determined using the method prescribed by the Danish EPA

It should be noted that the Danish EPA has subsequently adjusted the cut-off criterion for the  $>C_{10}-C_{15}$  fraction of light hydrocarbons to 40 mg/kg d.w.

# 1 Analyse for olie i jord

Forurening af jord, grundvand og poreluft/indeklima med olieprodukter forekommer udbredt og omfatter et bredt spektrum af organiske stoffer fra jordolie (petroge stoffer) og stoffer tilsat olieprodukterne for at forbedre deres egenskaber i forhold til anvendelse som brændsel, smøremidler, etc. De petroge stoffer i olieprodukterne er en bred vifte af organiske forbindelser, kulbrinter, med forskellige egenskaber både teknisk og i forhold til menneskers sundhed og miljøet. Derfor omfatter undersøgelser af olieforurening normalt en analyse for "total olie" som en samleparameter og derudover analyser for identificerede enkeltstoffer med særligt betænkelige egenskaber, som f.eks. polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH). Analysen for "total olie" er en bestemmelse af de organiske stoffer, kulbrinter, der kan trækkes ud af jord, vand eller luft og koncentrationsbestemmes med den metode, som nu er valgt. Analysen kaldes normalt analyse for sum af kulbrinter, og resultatet afhænger af metoden.

Analyse for sum af kulbrinter i jord er hidtil i Danmark foretaget ved ekstraktion med pentan/pyrophosphatopløsning efterfulgt af adskillelse/kvantificering ved GC-FID<sup>1</sup> omfattende intervallet C<sub>6</sub>-C<sub>35</sub> (herefter kaldet VKI metoden) /1/, men der blev for jordprøver domineret af højtstående kulbrinter identificeret tre problemer /2,3/:

- Præcision for højere kulbrinter var utilfredsstillende
- Genfinding for højere kulbrinter var utilfredsstillende, både indenfor det omfattede interval (op til C<sub>35</sub>) og selvfølgelig udenfor dette (over C<sub>35</sub>)
- Naturlige (biogene) kulbrinter blev medtaget i analysen og fortolket som stammende fra olieprodukter (petroge kulbrinter)

Miljøstyrelsen igangsatte derfor et projekt /4/ med det formål at:

- Udarbejde, validere og beskrive en forbedret analysemetode for sum af kulbrinter indtil mindst C<sub>40</sub> baseret på en international standard, ISO 16703 /5/ (herefter kaldet ISO metoden)
- Udarbejde en analyse- og kvantificeringsmetode til bestemmelse af markører for biogene kulbrinter i jordprøver med klassificeringsgrænser
- Udarbejde vejledning for skelnen imellem biogene og petroge kulbrinter i jordprøver

Projektets resultater var /6/:

- En valideret, nyudviklet analysemetode til bestemmelse af sum af kulbrinter og BTEX<sup>2</sup> ved GC-FID, samt af BTEX og PAH ved GC-MS<sup>3</sup> (herefter kaldet AnalyCen metoden)
- En kvantitativ metode til korrektion af sum af kulbrinter for udvalgte biogene kulbrinter samt til kvalitativ vurdering af petrogen/biogen oprindelse (beskrevet i analysemetoden)

<sup>1</sup> GC-FID: gas kromatografi med flammeioniseringsdetektor

<sup>2</sup> BTEX: benzen, toluen, ethylbenzen og xylener

<sup>3</sup> GC-MS: gas kromatografi med massespektrometrisk detektion

- En kvalitativ metode til tilordning af kulbrinteprofil til oprindeligt olieprodukt (ikke beskrevet i analysemetoden)

For at understøtte implementering af den nyudviklede metode er metodens anvendelighed i denne rapport undersøgt i forhold til den forventelige analysekvalitet. Elementer er på denne baggrund tilføjet i eller udtaget af metoden i det omfang, det under vurderingen har vist sig nødvendigt. Der er foretaget en vurdering af behovet for at justere kvalitetskriterierne for olie i jord efter overgangen til den nye metode med udgangspunkt i, at det nuværende beskyttelsesniveau skulle bevares.

### 1.1 Analysemetodens hovedprincipper

Hovedprincipperne for den nyudviklede analysemetode til bestemmelse af sum af kulbrinter opdelt på fraktioner  $C_6-C_{10}$ ,  $>C_{10}-C_{25}$  og  $>C_{25}-C_{40}$  ved GC-FID er vist i Tabel 1.1 og sammenholdt med principperne for den hidtil benyttede VKI metode og ISO metoden.

Tabel 1.1

Hovedprincipper for AnalyCen metoden sammenholdt med den hidtil benyttede VKI metode og ISO metoden.

	<b>AnalyCen metoden</b>	<b>VKI metoden</b>	<b>ISO metoden</b>
Ekstraktion	Acetone/pentan	Vandig pyrophosphat/pentan	Acetone/heptan, men andre solventer tilladt
	60 g til 20/20 mL	40-60 g til 20/20 mL	20 g til 40/20 mL
	12-16 timer	16 timer, mulighed for anden ekstraktionstid med dokumentation for samme effektivitet	1 time
Oprensning	Ingen	Ingen	Florisil
Kromatografi	GC-FID	GC-FID	GC-FID
	Kalibrering med alkaner	Kalibrering med alkaner	Kalibrering med olieprodukt
	$C_6-C_{40}$	$C_6-C_{35}$	$C_{10}-C_{40}$
Enkeltstofanalyse	BTEX ved GC-FID BTEX og PAH ved GC-MS i samme ekstrakt	BTEX og $C_3$ - og $C_4$ -alkylbenzener ved GC-FID	Ingen
Korrektion for biogene kulbrinter	Kvantificering af udvalgte biogene og petroge kulbrinter	Tilladt, men ikke beskrevet	Ingen
Tilordning af kromatogram til olieprodukter	Kvalitativ tilordning tilladt, men ikke beskrevet	Kvalitativ tilordning tilladt, men ikke beskrevet	Ingen, angivelse af interval tilladt

AnalyCen metoden svarer altså ikke fuldstændig til ISO metoden. Det skyldes, at der i udviklingsprojektet på en række punkter blev fundet uhensigtsmæssigheder ved og forbedringsmuligheder for ISO metoden /6/.

## 1.2 Analysekvalitet

AnalyCen analysemetoden er valideret i forbindelse med udviklingen /6/ og efterfølgende afprøvet i en metodeafprøvning /7/, samt i en efterfølgende præstationsprøvning /8/, samlet rapporteret i /9/.

Der er ikke fastlagt kvalitetskrav til analyser af jord for sum og fraktioner af kulbrinter og heller ikke for andre organiske forureninger i jord /10/. Kravene til den laveste kvalitetsklasse i bekendtgørelsen om kvalitetskrav til miljømålinger /10/, kvalitetsklasse 3, er præcision bedre end 7%, rigtighed gennemsnitligt bedre end 95-105% og nøjagtighed på enkeltmålinger bedre end 70-130%.

For analyser af jordforureninger er generelt foreslået krav om højst 10-20% relativ standardafvigelse (præcision) og en detektionsgrænse på højst 1/10 af gældende kriterier /1/.

I den samlede vurdering af den ny AnalyCen analysemetode for olie i jord /9/ er der ikke defineret kvantitative krav til analysekvaliteten, men kvaliteten opnået med AnalyCen metoden er sammenholdt med kvaliteten opnået med den hidtil benyttede VKI metode.

### 1.2.1 Præcision

På grund af forskellig fremstilling af prøver (i præstationsprøvninger i reglen tørrede prøver med eller uden tilsætning, i metodeafprøvningen prøver i foreliggende fugtighed) og de deraf afledede konsekvenser for homogeniteten af de analyserede prøver har det ikke været muligt at sammenligne de to metoders analysekvalitet direkte. I Tabel 1.2 er vist analysekvaliteten som præcision opnået i metodeafprøvningen for en tørret prøve fremstillet svarende til det benyttede i tidligere præstationsprøvninger og til sammenligning analysekvalitet som opnået i metodeafprøvningen og generelt i tidligere præstationsprøvninger. Kvaliteten er opdelt i repeterbarhed (relativ standardafvigelse indenfor én analyseserie på ét analyselaboratorium) og reproducerbarhed (relativ standardafvigelse for forskellige laboratorier). I Tabel 1.3 er vist tilsvarende data for præcision for prøver fra afprøvningerne med resultater for både AnalyCen metoden og laboratorierne egne metoder, primært VKI metoden.

Tabel 1.2

Præcision som % relativ repeterbarhed/reproducerbarhed opnået i tidligere undersøgelser for egne og AnalyCen metoderne med sammenlignelig prøvefremstilling.

Metode	Prøve	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$	$C_6-C_{40}/C_{35}$	Reference
AnalyCen	D i metodeafprøvning	9,3%/38%	2,4/13%	5,2/19%	1,5/14%	/7/
Egne	D i 2003 præstationsprøvning	-	3,3/30%	3,2/20%	3,9/34%	/7/
Egne	Tidligere præstationsprøvninger	-	8/39%	5/37%	5/37%	/7/
AnalyCen	Udviklingsprojekt	-	-	-	7,4-13/- %	/6/

Med hensyn til sum af kulbrinter og fraktioner heraf er hovedkonklusionen fra de to gennemførte prøvninger /7;9;11/, at den udviklede metode kan anvendes til bestemmelse af kulbrinter i jord som sum og opdelt i intervaller

(”fraktioner”) med mindst lige så god som og formodentlig bedre præcision end den hidtil benyttede VKI metode. Tabel 1.2 og Tabel 1.3 understøtter dette og antyder, at en forbedring i præcision først og fremmest er opnået for det midterste interval,  $>C_{10}-C_{25}$ .

Tabel 1.3

Præcision som % relativ repeterbarhed/reproducerbarhed opnået i tidligere undersøgelser for egne og AnalyCen metoderne under metodeafprøvning og præstationsprøvning /9/ opdelt efter prøvetype og fremstilling.

Metode	Prøve	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$	$C_6-C_{40}/C_{35}$	Reference
AnalyCen	A2-B2	7,4-8,0/ 24-36%	14-29/ 21-37%	13-15/ 20-24%	13-17/ 17-20%	/9/
Egne		14-17%/ 62-69%				
AnalyCen	D	9,3%/38%	2,4/13%	5,2/19%	1,5/14%	
Egne		-	3,3/30%	3,2/20%	3,9/34%	
AnalyCen	E	-	6,5/17%	11/22%	7,7/20%	
Egne		-	15/24%	13/25%	10/20%	
AnalyCen	G	-	6,3/24%	18/(97) <sup>4</sup> %	9,7/34%	
Egne		-	18/19%	12/32%	15/19%	

Afprøvningsresultaterne tyder på, at AnalyCen metoden i de fleste laboratorier vil kunne anvendes med en præcision svarende til kravet om bedre end 7% gennemsnitlig relativ standardafvigelse for kvalitetsklasse 3.

### 1.2.2 Analysedetektionsgrænser

Analysedetektionsgrænser som foreslået i metodeudviklingsprojektet og som udtaget af de gennemførte afprøvninger er vist i Tabel 1.4. De her citerede analysedetektionsgrænser fra udviklingsprojektet er de opgivne endelige grænser efter udviklingsprojektet /6/ og efter afprøvninger /9/.

Tabel 1.4

Analysedetektionsgrænser for AnalyCen metoden som rapporteret efter udviklingsprojektet /6/ og efter afprøvninger /9/.

Kilde	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{35}$	$>C_{35}-C_{40}$	$C_6-C_{40}$	Reference
Efter udvikling	2,5 mg/kg	5 mg/kg	10 mg/kg	15 mg/kg	20 mg/kg	/6/
Under afprøvning	2,5 mg/kg	5 mg/kg	10-15 mg/kg		30 mg/kg	/9/

Den tidligere benyttede VKI metode opgiver analysedetektionsgrænser som 5 mg/kg for dieselolie (overvejende  $C_{10}-C_{25}$ ) og 20 mg/kg for fuelolie (overvejende  $C_{25}-C_{35}$ ) /12/, og det er tidligere vurderet /2/, at mange laboratorier ville have vanskeligt ved at opfylde kravet om en detektionsgrænse ikke over 1/10 af gældende kriterier.

I Tabel 1.5 er vist analysedetektionsgrænserne for AnalyCen metoden. I tabellen er ligeledes vist jordkvalitetskriterierne omformulerede til intervaller og korrigeret for overgang til AnalyCen metoden, se også Tabel 2.2. Desuden er vist forholdet imellem detektionsgrænser og kriterier.

<sup>4</sup> I rapporten vurderet at være en afvigende værdi og derfor ikke medtaget i vurdering.



AnalyCen metoden vil altså for nogle fraktioner kunne overholde kravet om en detektionsgrænse på højst 1/10 af grænseværdien, men for andre kun et krav om højst 1/5 af grænseværdien. Det skal bemærkes, at for analysedetektionsgrænser under cirka 1/5 af grænseværdien vil effekten af yderligere reduktion af detektionsgrænsen på sikkerheden af beslutninger om overskridelse være marginal, se f.eks. /13/.

Tabel 1.5

Analysedetektionsgrænser for AnalyCen metoden, forslag til jordkvalitetskriterier og forhold imellem dem.

	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}$	$C_8-C_{40}$
Detektionsgrænse	2,5 mg/kg	5 mg/kg	10-15 mg/kg	30 mg/kg
Jordkvalitetskriterium	25 mg/kg	25 mg/kg	150 mg/kg	150 mg/kg
Forhold detektionsgrænse/kriterium	1/10	1/5	1/10	1/5

Samlet vurderes, at AnalyCen metoden vil kunne benyttes med en noget forbedret analysedetektionsgrænse i forhold til den hidtil anvendte VKI metode, samt med en nogenlunde tilfredsstillende detektionsgrænse i forhold til beslutninger om overskridelse af jordkvalitetskriteriet.

### 1.2.3 Genfinding

Genfindingen af kulbrinter fra jord er med AnalyCen metoden bedre end med den hidtidige VKI metode og svarende til det opnåede for ekstraktion med dichlormethan ekstraktion, der normalt betragtes som den mest effektive ekstraktionsmetode /6/. I udviklingsprojektet viste de indledende undersøgelser således en ekstraktionseffektivitet ( $C_{10}-C_{40}$ ) med midler svarende til det senere benyttede i AnalyCen metoden på 1,9-2,9 gange resultatet for midler svarende til VKI metodens. I verifikation af AnalyCen metoden blev fundet et forhold på omkring 1,2 imellem resultater med AnalyCen og VKI metodens ekstraktionsbetingelser ( $C_{10}-C_{40}$ ).

Genfinding af tilsatte kulbrinter i afprøvningerne er opsummeret i Tabel 1.6 for såvel AnalyCen metoden, som for laboratoriernes egne metoder, primært VKI metoden.

Tabel 1.6

Gennemsnitlig genfinding som % af tilsætning opnået i tidligere undersøgelser for egne og AnalyCen metoderne i udviklingsprojektet /6/ og under metodeafprøvning og præstationsprøvning /9/.

	Metode	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$	$C_8-C_{40}/C_{35}$	Reference
Efter udvikling	AnalyCen	-	-	-	104-109%	/6/
Under afprøvning	AnalyCen	-	114%	100%	98%	/9/
	Egne	-	111%	53%	77%	

Samlet vurdering af genfinding af tilsat olie i validering og afprøvning viser, at AnalyCen metoden genfandt tæt på 100% af tilsatte kulbrinter. Laboratoriernes egne metoder genfandt ligeledes tæt ved 100% af kulbrinter i intervallet  $>C_{10}-C_{25}$ , men betydeligt lavere for kulbrinter over  $C_{25}$ .

Årsagerne til den lavere genfinding ved egne metoder er en kombination af utilstrækkelig ekstraktionseffektivitet og lavt respons ved GC-FID for de tungere oliekomponenter. Et enkelt laboratorium benyttede desuden en lavere ekstraktionstid end angivet i VKI metoden, hvilket kan have bidraget til lav genfinding.

Det skal bemærkes, at metodeudviklingens resultater klart dokumenterer, at kortere ekstraktionstid end de anviste 12-16 timer kan give for lave analyseresultater. Således blev med 12 timers ekstraktionstid sat til 100% fundet 88-103% ved 8-16 timer, men 70% ved to timer for en motorolieforurenede jord /6/.

AnalyCen metoden har altså forbedret ekstraktionseffektivitet og bedre dækning af olieprodukters interval i forhold til den hidtil benyttede VKI metode, men væsentlig følsomhed overfor reduktion i ekstraktionstid. Den forbedrede ekstraktionseffektivitet med AnalyCen metoden vil betyde, at der for samme jordprøve kan findes højere resultater end med VKI metoden i et omfang, der afhænger af kulbrinterens interval. Omfanget af denne ændring er belyst i Afsnit 1.4. Kravet om en gennemsnitlig rigtighed bedre end 95-105% for kvalitetsklasse 3 kan forventes opfyldt for sum af kulbrinter  $C_6$ - $C_{40}$  og for intervallet  $C_{25}$ - $C_{40}$ , men ikke for intervallet  $C_{10}$ - $C_{25}$ . Der foreligger ikke data for de lavere kogende intervaller.

### 1.3 Bestemmelse af enkeltstoffer

Med hensyn til analyse for BTEX og PAH beskriver den udviklede analysemetode bestemmelse ved GC-MS-SIM i samme ekstrakter som benyttet til GC-FID /6/. Dette er en væsentlig fordel sammenlignet med VKI metoden, hvor PAH analyse krævede separat analyse. Metoden giver ligeledes mulighed for at bestemme BTEX ved GC-FID, ligesom det var tilfældet for VKI metoden. Bestemmelse af benzen, der kan være en kritisk parameter i forhold til overskridelse af jordkvalitetskriterium, med GC-FID er risikabel. Benzen og f.eks. cyclohexan, der kan findes i høje koncentrationer i olieforurenede prøver, kan forveksles ved GC-FID, se f.eks.: /14/.

### 1.4 Effekt af metodeskift på analyseresultater

Som beskrevet i Afsnit 1.2.3 kan skift fra VKI metoden til AnalyCen metoden forventes at give højere analyseresultater, dels på grund af den mere effektive ekstraktion, dels på grund af det bredere interval for den gaskromatografiske kvantificering. Effektens størrelse vil afhænge af type af kulbrinter ("produkt", effekten større for højt kogende kulbrinter), ældning af forureningen (effekten større for gamle forureninger) og jordens sammensætning (effekten større for lerede jorde og for jorder med højt indhold af organisk stof). Der kan derfor ikke foretages en simpel beregning af effekten af metodeskift ud fra forsøg med genfinding af tilsatte kulbrinter analyseret efter de to metoder.

#### 1.4.1 Første forslag til faktorer for effekt af metodeskift

Der blev forbindelse med metodeudviklingsprojektet indsamlet 40 jordprøver med forskellig forureningshistorie, som i udgangspunkt var forventet forurenede prøver. Prøverne blev analyseret for sum af kulbrinter efter både VKI metoden og AnalyCen metoden /6/. Prøvernes forurening er beskrevet som spændende fra "ren jord" til forurenede med olieprodukt, gasolie eller tjære.

Der er foretaget dobbeltanalyser efter AnalyCen metoden af disse prøver. Resultaterne viser en gennemsnitlig relativ standardafvigelse (variabilitet) på omkring 20% for både sum og fraktioner af kulbrinter. De højeste relative forskelle på dobbeltbestemmelser ligger imellem 70 og 150%. Disse store forskelle kan, præcisionen af analysemetoden taget i betragtning, formodentlig tilskrives inhomogenitet af nogle af jordprøverne, idet der kan have været stor forskel på de to analyserede delprøver. De højeste relative forskelle blev fundet for fraktionerne  $C_6-C_{10}$  og  $>C_{10}-C_{25}$  (130-150%) og de mindste for  $>C_{25}-C_{35}$  og  $>C_{35}-C_{40}$  (70-85%).

Effekten af skift fra VKI metoden til AnalyCen metoden er vist opdelt efter interval i Tabel 1.7 for disse prøver. De benyttede analyseresultater fra metodeudviklingsprojektet er vist i Bilag A.

Tabel 1.7

Effekt af skift fra VKI metode til AnalyCen metode til analyse for sum af kulbrinter i jord som opnået i metodeudviklingsprojektet /6/.

Fraktion	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$	$C_6-C_{40}/C_{35}$
Faktor AnalyCen/ VKI	2,2±1,3	2,1±2,0	4,0±2,5	3,8±2,7

Resultaterne fra metodeudviklingsprojektet tyder altså på cirka fire gange højere resultater med AnalyCen metoden for sum af kulbrinter og den højest kogende fraktion.

Effekten i det højest kogende interval skyldes både forbedret ekstraktionseffektivitet og bredere interval, se Tabel 1.8. Effekten skyldes for cirka 60% forbedret ekstraktionseffektivitet og for cirka 60% bredere interval.

Tabel 1.8

Effekt af skift fra VKI metode til AnalyCen metode til analyse for sum og højt kogende fraktion af kulbrinter i jord i metodeudviklingsprojektet /6/.

Fraktion	$>C_{25}-C_{35}$	$>C_{25}-C_{40}/>C_{25}-C_{35}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$
Faktor VKI/AnalyCen	2,5±2,4	-	4,0±2,5
Faktor AnalyCen/AnalyCen	-	1,6±0,21	-

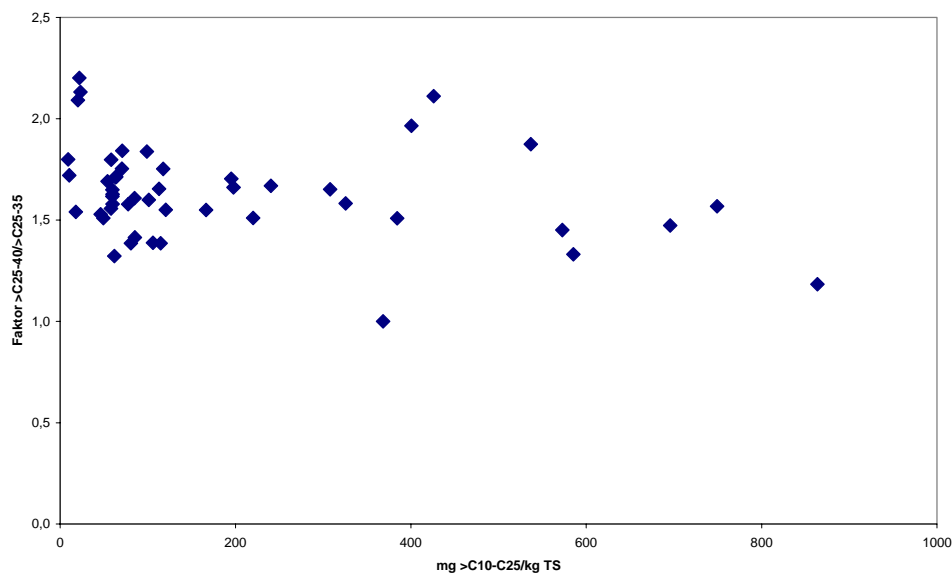
Faktorens variabilitet var mindst for kogepunktsudvidelsen, hvilket er forventeligt, idet der her er tale om forholdet imellem resultater opnået ved samme ekstraktion af samme delprøve jord.

Faktoren for kogepunktsudvidelsen er stort set uafhængig af indholdet af kulbrinter i fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$ , Figur 1.1, der her fortolkes som indikator for forurening med olieprodukter.

Sammenhængen imellem effekt af udvidelse af interval og kilde til kulbrinter i jorden er illustreret yderligere i Tabel 1.9, hvor AnalyCen metoden er benyttet med opdeling i fraktionerne  $>C_{25}-C_{35}$  og  $>C_{35}-C_{40}$ .

I metodeudviklingsprojektet blev indsamlet forventet uforurenede jordprøver fra lokaliteter med forskellig vegetation og jordbund. For 113 jordprøver blev forholdet  $>C_{25}-C_{40}$  til  $>C_{25}-C_{35}$  efter analyse med AnalyCen metoden med opdeling i fraktionerne  $>C_{25}-C_{35}$  og  $>C_{35}-C_{40}$  fundet til  $1,8±0,42$ . De benyttede analyseresultater kan findes i Bilag 14 til metodeudviklingsrapporten /6/.

I Tabel 1.9 er tillige vist resultaterne af analyse af fire forskellige prøver af olieforurennet jord og kompost, samt efter tilsætning af en blanding af gasolie og motorolie. Der blev fundet faktorer i intervallet 1,2-1,5, lavest for frisk tilsat olieprodukt. Endelig er vist resultaterne af analyse af tilsætning af forskellige olieprodukter til kompost. De benyttede analyseresultater fra metodeudviklingsprojektet nævnt her er vist i Bilag A.

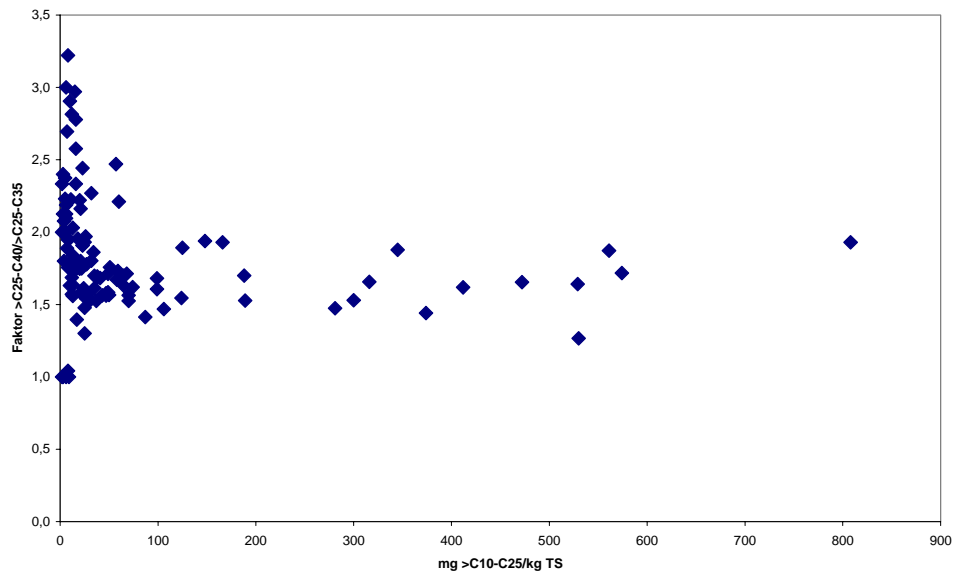


Figur 1.1  
Forholdet  $\frac{>C_{25}-C_{40}}{>C_{25}-C_{35}}$  opnået efter AnalyCen metoden i metodeudviklingsprojektet /6/ afbildet imod indholdet af fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$  opnået med AnalyCen metoden.

Tabel 1.9  
Effekt af kogepunktsudvidelse med AnalyCen metoden beregnet ud fra data fra metodeudviklingsprojektet /6/.

Prøver	Faktor $\frac{>C_{25}-C_{40}}{>C_{25}-C_{35}}$
Naturlige jorder	1,8±0,42
Olieforurennet jord og kompost	1,4±0,14
Kompost tilsat gasolie og motorolie	1,2±0,05
Kompost tilsat gasolie, motorolie eller fuelolie	1,6±0,13

Resultaterne for de uforurenede prøver viser yderligere, at for over cirka 50 mg  $>C_{10}-C_{25}/kg$  TS var forholdet imellem 1,5 og 2, men for lavere indhold af kulbrinter var forholdet mere variabelt, se Figur 1.2.

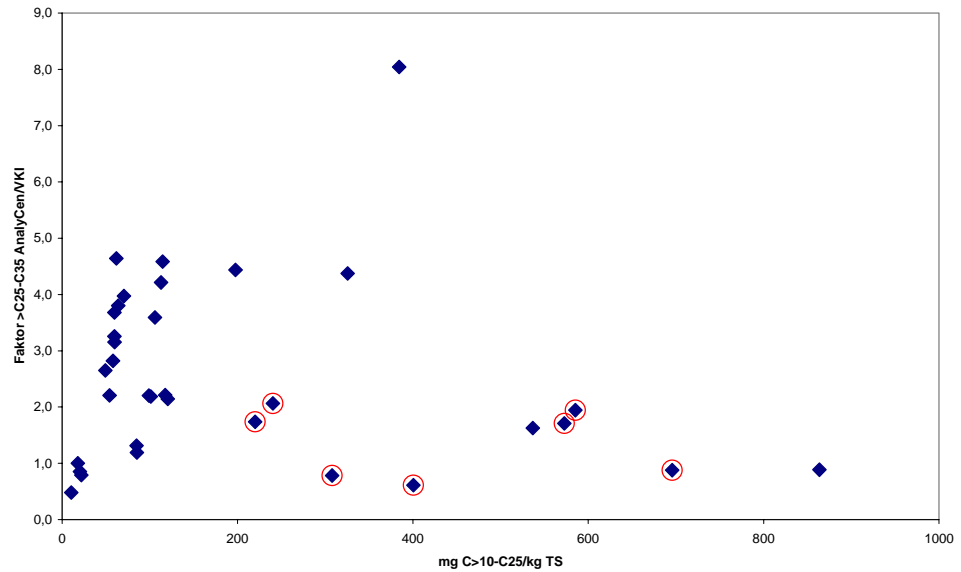


Figur 1.2

Forholdet  $\frac{>C_{25}-C_{40}}{>C_{25}-C_{35}}$  opnået efter AnalyCen metoden i metodeudviklingsprojektet /6/ afbildet imod indholdet af fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$  opnået med AnalyCen metoden, uforureneede prøver.

Samlet tyder resultaterne på en effekt af kogepunktsudvidelsen fra  $C_{35}$  til  $C_{40}$  i området faktor 1-2 uden betydelig variation med kilden til kulbrinterne og forureningsgraden, så længe forureningen er over anslået 50 mg  $C_{10}-C_{25}$ /kg TS.

En nærmere vurdering af faktoren for forskel i ekstraktionseffektivitet ved analyse af de 40 forventet forureneede jordprøver for fraktionen  $>C_{25}-C_{35}$ , se Figur 1.3, viser, at faktorerne er mest variable ved indhold af  $>C_{10}-C_{25}$  kulbrinter under anslået mere end 200 mg  $>C_{10}-C_{25}$ /kg TS, når den tidligere nævnte variabilitet imellem delprøver tages i betragtning. På Figur 1.3 er endvidere angivet de resultatsæt (ringmarkerede), hvor laboratoriet alene ud fra gaskromatogrammet har angivet, at der kunne være tale om jordprøver forureneede med olieprodukter. Disse resultatsæt var alle med relativt højt indhold af  $>C_{10}-C_{25}$  kulbrinter, dvs. her vurderet forureneede med olieprodukter og faktorer i intervallet cirka 1-2.



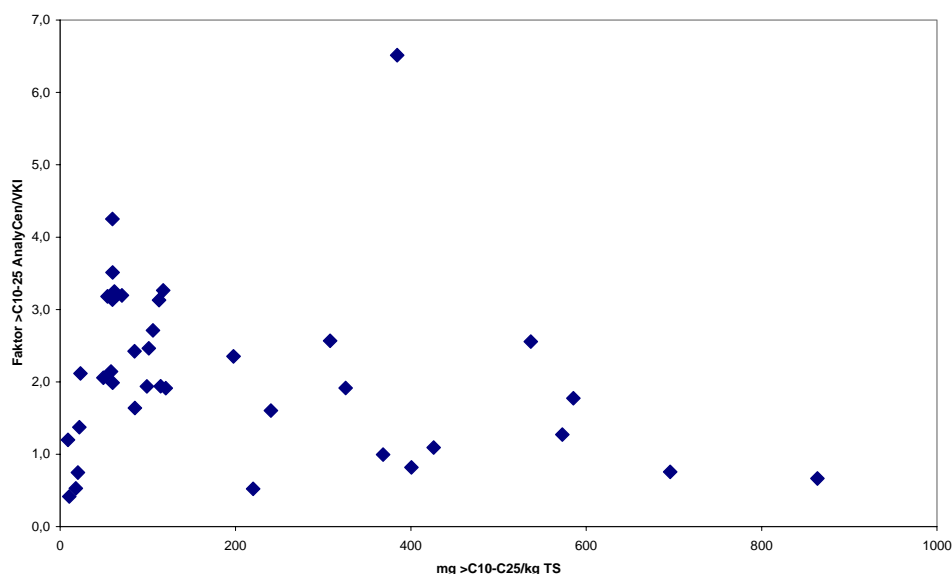
Figur 1.3

Forholdet  $>C_{25}-C_{35}$  opnået efter AnalyCen og VKI metoderne i metodeudviklingsprojektet /6/ afbildet imod indholdet af fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$  opnået med AnalyCen metoden, forventet forurenede prøver.

Samlet tyder resultaterne på en effekt af forbedret ekstraktionseffektivitet på faktor 1-2 for de mest forurenede prøver (anslået mere end 200 mg  $>C_{10}-C_{25}$ /kg TS), men en mere variabel og ofte større effekt for mindre forurenede prøver.

For de to lavest kogende fraktioner var resultaterne efter AnalyCen metoden for de 40 jordprøver cirka to gange højere end efter VKI metoden. For den lavest kogende fraktion,  $C_6-C_{10}$ , gælder, at der er få resultater, i alt otte resultatsæt, samt at lidt over halvdelen viser en faktor under 1. For fraktionen,  $>C_{10}-C_{25}$ , er der 39 resultatsæt, hvoraf otte viser en faktor under 1. Der er ikke en klar sammenhæng imellem faktorens størrelse og koncentrationen af kulbrinter i intervallet, se Figur 1.4, men dog en tendens til variable faktorer ( $<1->4$ ) under cirka 200 mg  $>C_{10}-C_{25}$  kulbrinter/kg TS og mere konstante faktorer omkring 2 over denne værdi. Figur 1.4 antyder endvidere, at faktoren bliver under 1 for de mest forurenede jorde, idet indholdet af kulbrinter i fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$  her igen fortolkes som indikator for forurening med olieprodukter.

Resultaterne fra afprøvningerne, Tabel 1.10, viste en betydeligt mindre men også variabel effekt, men med kun få jordprøver analyseret (5).



Figur 1.4  
 Forholdet  $>C_{10}-C_{25}$  opnået efter AnalyCen og VKI metoderne i metodeudviklingsprojektet /6/ afbildet imod indholdet af fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$  opnået med AnalyCen metoden.

Tabel 1.10  
 Effekt af skift fra VKI metode til AnalyCen metode til analyse for sum og fraktioner af kulbrinter i jord som opnået i afprøvningerne /9/.

Fraktion	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$	$C_6-C_{40}/C_{35}$
Faktor VKI/AnalyCen	<sup>5</sup>	0,76-1,2	1,6-2,3	0,96-1,5

Med udgangspunkt i metodeudviklingsprojektet og afprøvningerne kan forslag til faktorer for forhold imellem resultater med AnalyCen og VKI metoderne opstilles som angivet i Tabel 1.11.

Tabel 1.11  
 Forslag til faktorer for skift fra VKI metode til AnalyCen metode til analyse for sum af kulbrinter i jord.

	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$	$C_6-C_{40}/C_{35}$
Ekstraktion	1-2	1-2	Op til 2,5	-
Kogepunkt	-	-	1,5	-
Samlet	1-2	1-2	2-4	1-4

De laveste faktorer må forventes ved frisk forurening med olieprodukter i høje koncentrationer, om end datamaterialet bag denne vurdering er begrænset. Faktoren for sum af kulbrinter vil derudover være afhængig af den relative betydning af de forskellige kogepunktsfraktioner.

#### 1.4.2 Afprøvning af faktorer for effekt af metodeskift

I dette projekt er indsamlet i alt 100 jordprøver i perioden februar til november 2006. Prøverne er indsamlet i forbindelse med de rutineopgaver, som AnalyCen udførte for danske kunder. Der blev indledningsvis indsamlet samtidige prøver på prøvetagningsstedet i 100 mL glas med skruelåg (VKI

<sup>5</sup> -: Ingen oplysninger i referencen.

metode) og i 10 L plastikspande (AnalyCen metode). Efter indsamling af cirka 40 prøver blev begge prøver udtaget til de to metoder i 100 mL glas med skruelåg, samt 1-2 stk. 2/3 fyldt Rilsan pose(-r). Prøverne er udtaget fra snegl, fra bunke eller fra gravefront, sådan at de så vidt muligt repræsenterer samme jordvolumen. Prøver er opbevaret koldt indtil analyseret.

Prøverne er indledningsvist alle analyseret af AnalyCen efter AnalyCen metoden og VKI metoden. Der er foretaget afhjælpning af analyse-mæssige vanskeligheder (metodejustering), efter at 36 prøver var analyseret. For 25 prøver blev ekstrakter opbevaret ved  $-18^{\circ}\text{C}$  i op til fem måneder inden analyse efter AnalyCen metoden. For fire jordprøver var indholdet efter AnalyCen metoden mindre end metodens analysedetektionsgrænser.

Faktorerne som opnået ved analyse af disse 96 jordprøver er vist i Tabel 1.12. Analyseresultaterne kan ses i Bilag H.

Tabel 1.12

Faktorer for skift fra VKI metode til AnalyCen metode til analyse for sum af kulbrinter i jord som opnået ved analyse af ny jordprøver, gennemsnit  $\pm$  standardafvigelse (antal resultatsæt).

	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{35}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$	$C_6-C_{40}/C_{35}$
Alle prøver	$0,50\pm 0,59$ (50)	$1,1\pm 1,6$ (95)	$1,3\pm 1,2$ (65)	$2,2\pm 2,1$ (65)	$1,8\pm 4,6$ (96)
Før metodejustering	$0,21\pm 0,17$ (2)	$1,5\pm 1,4$ (36)	$1,8\pm 1,2$ (35)	$3,1\pm 2,2$ (35)	$2,4\pm 1,8$ (36)
Efter metodejustering	$0,52\pm 0,60$ (48)	$0,83\pm 1,7$ (59)	$0,82\pm 1,0$ (30)	$1,1\pm 1,4$ (60)	$1,5\pm 5,6$ (60)

Vurderes alle prøver samlet, fås faktorer i den lave del af intervallet foreslået i Tabel 1.11,  $>C_{10}-C_{25}$ : 1,  $>C_{25}-C_{40}/C_{35}$ : 2 og  $C_6-C_{35}/C_{40}$ : 2. For den flygtige fraktion var faktoren 0,5, hvilket tyder på for lave resultater ved AnalyCen metoden eller for høje resultater ved VKI metoden. Faktoren for effekt af kogepunktsudvidelsen alene var  $1,7\pm 0,27$  (AnalyCen metoden  $C_{25}-C_{40}$  til  $C_{25}-C_{35}$ ) og dermed konsistent med faktoren opnået under udviklingsprojektet, se Tabel 1.11.

En nærmere vurdering viste, at der i forbindelse med den omtalte metodejustering skete en halvering af faktorerne for resultater efter AnalyCen og VKI metoderne, se Tabel 1.12, undtagen for den flygtige fraktion, hvor antallet af prøver før metodejustering ikke var tilstrækkeligt til at tillade en vurdering. Analyselaboratoriet kunne ikke påvise analysetekniske årsager til det observerede spring. Jordprøverne før metodejustering var i hovedsagen diffust belastede eller prøver af jord under rensning, mens der efter metodejusteringen i hovedsagen var tale om prøver med frisk forurening. Der var ikke væsentlig forskel på det gennemsnitlige indhold af kulbrinter før og efter metodejusteringen, henholdsvis  $570\pm 710$  og  $490\pm 780$  mg sum af kulbrinter efter AnalyCen metoden. Et plot af faktoren for  $C_{10}-C_{25}$  efter AnalyCen og VKI metoden imod indholdet af  $C_{10}-C_{25}$  efter AnalyCen metoden (plot ikke vist) indikerede ikke, at faktoren varierede med indholdet af  $C_{10}-C_{25}$ , her fortolket som indikator på grad af forurening med olieprodukter.

Såfremt resultaterne inden metodejusteringen blev lagt til grund, ville faktorerne blive i den midterste del af intervallet foreslået i Tabel 1.11. Da det



imidlertid ikke ud fra disse data kunne afgøres, hvilke faktorer der er korrekte, besluttedes det at gennemføre en supplerende analyserunde.

I alt 70 af de tidligere udtagne jordprøver var til rådighed på DHI. Disse var opbevaret siden prøvetagning ved 4°C i op til ni måneder. I alt 63 af disse jordprøver repræsenterende en bred fordeling indenfor det relevante koncentrationsinterval og fraktioner, Tabel 1.13, blev udvalgt til genanalyse i en supplerende analyserunde. Prøvematerialerne omfattede sand, muld, fyld og ler.

De opbevarede prøver blev overført til Rilsan poser, store sten blev fjernet, hvorefter prøverne blev grundigt homogeniseret i poserne. Delprøver blev udtaget til 100 mL glas, der blev analyseret for sum og fraktioner af kulbrinter efter AnalyCen og VKI metoden på et andet analyselaboratorium end det først benyttede.

Opbevaringen og homogenisering kan have medført et tab af flygtige og nedbrydelige forbindelser. Med henblik på vurdering af faktorer for overgang fra VKI til AnalyCen metoden vurderes dette ikke at være afgørende, idet det netop er forholdet imellem resultaterne og ikke det oprindelige indhold af kulbrinter, der har betydning. Dog kan prøvernes fordeling af kulbrinter på fraktioner være forskudt i retning af højere kogende fraktioner som følge af opbevaringen.

Tabel 1.13

Fordeling af 63 prøver udvalgt til genanalyse i supplerende analyserunde på koncentration og dominerende fraktion som fundet i første analyserunde.

Fraktion	<100 mg/kg	100-<250 mg/kg	250-<1.000 mg/kg	1.000-<2.000 mg/kg
<C <sub>10</sub>	4	7	8	4
C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	8	6	9	4
>C <sub>25</sub>	6	4	2	1

Resultaterne viste faktorer for fraktionerne op til C<sub>25</sub> tæt på 1, samt for >C<sub>25</sub>-C<sub>40</sub> på omkring 1,5, se Tabel 1.14. Resultatforhøjelsen for den højt kogende fraktion kunne stort set forklares med effekten af kogepunktsudvidelsen. Analyseresultaterne kan ses i Bilag I.

Tabel 1.14

Faktorer for skift fra VKI metode til AnalyCen metode til analyse for sum af kulbrinter i jord som opnået ved ny analyse af ny jordprøver, gennemsnit ± standardafvigelse (antal resultatsæt).

C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>40</sub> / C <sub>35</sub>	C <sub>6</sub> -C <sub>40</sub> /C <sub>35</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>40</sub> / >C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>
0,96±0,56 (35)	0,87±0,43 (55)	1,1±0,44 (37)	1,6±0,68 (23)	1,1±0,68 (61)	1,4±0,37 (41)

I forbindelse med den supplerende analyserunde angav analyselaboratoriet deres kommentarer til de opnåede gaskromatogrammer i form af "kromatogrammet viser indhold af med kogepunkt som .....", se Tabel 1.15 for en opsummering af disse kommentarer. Bemærk, at samme prøve havde op til tre forskellige kommentarer. For de fleste prøver var kommentaren den samme for AnalyCen metoden og VKI metoden, men for tre prøver med lavt samlet indhold af kulbrinter gav analyse efter AnalyCen metoden

karakterisering af komponenter med interval som motor/smøreolie eller lignende, som ikke var kommenteret for VKI metode. Dette tyder på, at der i nogle tilfælde muligvis kan opnås mere effektiv ekstraktion af tungere kulbrinter med AnalyCen metoden end med VKI metoden.

Tabel 1.15

Kommentarer til kogepunktsfordeling som opnået for analyse for sum og fraktioner af kulbrinter efter AnalyCen metoden i den supplerende analyserunde.

	Benzin/terpentin/ petroleum	Gasolie	Motor/smøreolie tjære/asfalt
Ikke nedbrudt eller ikke beskrevet	33	3	33
Delvist nedbrudt	-	23	-
Stærkt nedbrudt	-	17	-

For 25 jordprøver har laboratoriet bag den supplerende analyserunde konstateret for analyse efter AnalyCen metoden ” Prøven indeholdt ”uopløste” klumper efter ekstraktion”, hvilket ville kunne medføre ufuldstændig ekstraktion og dermed lavere analyseresultater end for VKI metoden, hvor noget tilsvarende ikke blev observeret. Opdeling af resultaterne efter forekomst af uopløste lerklumper, se Tabel 1.16, indikerer lavere gennemsnitlige faktorer for de højere kogende fraktioner ved forekomst af uopløste lerklumper og dermed en mindre effektiv ekstraktion for sådanne prøver med AnalyCen metoden. Forskellene i faktorer for indhold af ler var dog ikke så stor, reduktion til omkring 67%, som det observeredes i første analyserunde før og efter metodejustering, reduktion til omkring 35%, se Tabel 1.12. Forskelle i lerindhold i prøverne i første analyserunde kan dermed ikke forklare det tilsyneladende skift i faktorer. Det skal i øvrigt bemærkes, at AnalyCen under deres analyse af disse prøver har foretaget manuel rystning af prøverne tilsat opløsningsmiddel, indtil synlige lerklumper var dispergeret.

Tabel 1.16

Faktorer for skift fra VKI metode til AnalyCen metode til analyse for sum af kulbrinter i jord som opnået i supplerende analyserunde af ny jordprøver, gennemsnit  $\pm$  standardafvigelse (antal resultatsæt).

	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{35}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$	$C_6-C_{40}/C_{35}$
Alle prøver	0,96 $\pm$ 0,56 (35)	0,87 $\pm$ 0,43 (55)	1,1 $\pm$ 0,44 (37)	1,6 $\pm$ 0,68 (23)	1,1 $\pm$ 0,68 (61)
Uden uopløst ler	0,96 $\pm$ 0,34 (10)	0,99 $\pm$ 0,34 (30)	1,2 $\pm$ 0,45 (26)	1,8 $\pm$ 0,73 (16)	1,2 $\pm$ 0,65 (36)
Med uopløst ler	0,97 $\pm$ 0,63 (25)	0,71 $\pm$ 0,49 (25)	0,81 $\pm$ 0,30 (11)	1,2 $\pm$ 0,24 (7)	0,86 $\pm$ 0,68 (25)

#### 1.4.3 Endeligt forslag til faktorer for effekt af metodeskift

Afprøvningen af faktorerne opnået i udviklingsprojektet ved analyse af i alt 100 ny jordprøver med forskellig jordtype, forureningsgrad og -type, samt forvittringsgrad har vist, at faktorerne for overgang fra VKI metoden til AnalyCen metoden skal vælges i den lave del af de intervaller, som udviklingsprojektet indikerede. Det endelige forslag til faktorer er vist i Tabel 1.17. De foreslåede faktorer er ligeledes i den lave del af det interval, der er fundet ved afprøvningerne af metoden, se Afsnit 1.2.3. Faktorerne reflekterer effekten af det udvidede interval ved gaskromatografering, mens den

forbedrede ekstraktionseffektivitet ikke kunne underbygges og dermed ikke indgår.

Effekten af metodeskift for sum af kulbrinter,  $C_6-C_{40}$ , må forventes at afhænge af fordelingen på de forskellige fraktioners bidrag, men datamaterialet er ikke tilstrækkeligt til at eftervise dette kvantitativt. For sum af kulbrinter,  $C_6-C_{40}$ , vil en faktor på 1 være retvisende for jorder primært forurenet med lavtkogende kulbrinter, mens en faktor på 1,5 vil være retvisende for jorder primært med indhold af højt-kogende kulbrinter. Det foreslås at benytte en faktor på 1,5 i kombination med faktor 1 på de lavere kogende fraktioner,  $C_6-C_{10}$  og  $>C_{10}-C_{25}$ , således at beskyttelsesniveauet for prøver forurenet med benzin og diesel bevares.

Tabel 1.17

Endeligt forslag til faktorer for skift fra VKI metode til AnalyCen metode til analyse for sum af kulbrinter i jord.

	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}/C_{35}$	$C_6-C_{40}/C_{35}$
Faktor	1	1	1,5	1,0-1,5

Resultaterne tyder på, at uforurenede prøver (fortolket som  $>C_{10}-C_{25}$  under cirka 50 mg/kg TS) har et højere indhold af højt-kogende kulbrinter,  $>C_{35}-C_{40}$  end mere forurenede prøver. Resultaterne tyder også på, at i lavt forurenede prøver (fortolket som  $<200$  mg  $>C_{10}-C_{25}$ /kg TS) er kulbrinterne sværere ekstraherbare i intervallet  $>C_{10}-C_{40}$  end for mere forurenede prøver. Sagt på en anden måde, så er de foreslåede faktorer relativt konservative for at sikre en retvisende vurdering af mere forurenede prøver, men faktorerne kan være for lave for uforurenede og lavt forurenede prøver.

Valideringen har indikeret, at der ved ekstraktion af lerede prøver kan være risiko for reduceret ekstraktionseffektivitet ved brug af AnalyCen metoden.

### 1.5 Metodeskiftets betydning for beskyttelsesniveauet

Miljøstyrelsen har ønsket, at skift fra VKI metoden til AnalyCen metoden skal kunne gennemføres med fastholdt beskyttelsesniveau. Skiftet vil medføre øgede analyseresultater med faktor mindst som angivet i Tabel 1.17.

Kriterierne kan justeres med samme faktor med henblik på kontrol med AnalyCen metoden med fastholdt beskyttelsesniveau under den forudsætning, at giftigheden af de komponenter, der ekstra medbestemmes ved AnalyCen metoden, ikke adskiller sig væsentligt fra de øvrige stoffer. Da de øgede analyseresultater skyldes det udvidede interval, gælder dette hensyn først og fremmest højt-kogende kulbrinter i intervallet  $>C_{35}-C_{40}$ . I dette afsnit belyses dette aspekt af kulbrinternes toksicitet, mens en mere detaljeret fremlæggelse af toksicitet af olie i jord kan findes i Kapitel 5.

Kulbrinters toksicitet afhænger blandt andet af antallet af kulstofatomer, mætnings- og forgreningsgrad /15/. Bortset fra for enkeltstoffer, særlig aromatiske kulbrinter (BTEX og PAH), er der begrænsede data, som beskriver akut og kronisk toksicitet af stoffer i olie- og benzinprodukter alene i forhold til deres egenskaber som lavtkogende eller højt-kogende. Afhængigt af den kemiske struktur er det således ikke altid muligt at generalisere vedrørende stoffers toksicitet, idet en lille ændring i stoffets kemiske struktur kan medføre relativt store ændringer i toksiciteten.

For paraffiner (alkaner), olefiner (alkener), naphthener (cycloalkaner) og aromatiske kulbrinter i intervallet  $C_6$ - $C_{40}$  generelt ses toksikologiske effekter såsom påvirkning af centralnervesystemet, lever og nyrer. For olefiner og aromater ses endvidere irritation af hud, øjne og slimhinder. For olefiner stiger tendensen til irritation med stigende kædelængde for kulstofkædelængder over  $C_8$  /16;17/. Flere aromatiske forbindelser kan endvidere ved længerevarende kontakt med huden virke affedtende og føre til dermatitis /16-18/.

Det vurderes mere generelt, at de toksikologiske effekter, der ses ved lavtkogende kulbrinter, er de samme som ved de højt-kogende kulbrinter, men at der skal højere doser af de højt-kogende til for at fremkalde effekten /19/. Der er her tale om en effekt af variation i tilgængelighed og ikke en variation i giftighed som nævnt ovenfor for irritation. Forsøg viser generelt, at kulbrinter med lange kulstofkæder i ringe grad optages gennem huden og i mave-tarmkanalen. De lavmolekylære kulbrinter fordampes endvidere og kan derved optages i kroppen via lungerne, mens det for de højere kulstoffraktioner kræves, at de bringes på aerosolform, for at de kan optages via lungerne.

Kulstoffraktioner i intervallet fra  $C_{35}$ - $C_{40}$  forventes således samlet at have iboende toksikologiske egenskaber, der ikke adskiller sig væsentligt i forhold til kulstoffraktioner i intervallet fra  $C_{20}$ - $C_{35}$ . I Kapitel 5 gives yderligere belysning af toksicitet af de mere polære stoffer i olieforurenede jord, der må forventes medtaget mere effektivt ved analyse efter AnalyCen metoden end efter VKI metoden.

Lugt af kulbrinteforurenede jord tilskrives kvælstof- og svovlforbindelser fra olie, se Afsnit 5.4, som vil findes i de lavtkogende fraktioner af kulbrinterne, hvor der ikke foreslås en justering af kriterierne med en faktor som følge af skiftet i analysemetode.

Det konkluderes på den baggrund, at den justering af jordkvalitetskriterierne for sum og højt-kogende kulbrinter i intervallet  $>C_{35}$ - $C_{40}$  i jord, som er foreslået for at tage højde for ændringen i analysemetode, ikke vil ændre beskyttelsesniveauet med hensyn til giftighed og lugt.

#### 1.6 Tilordning af produktoprindelse

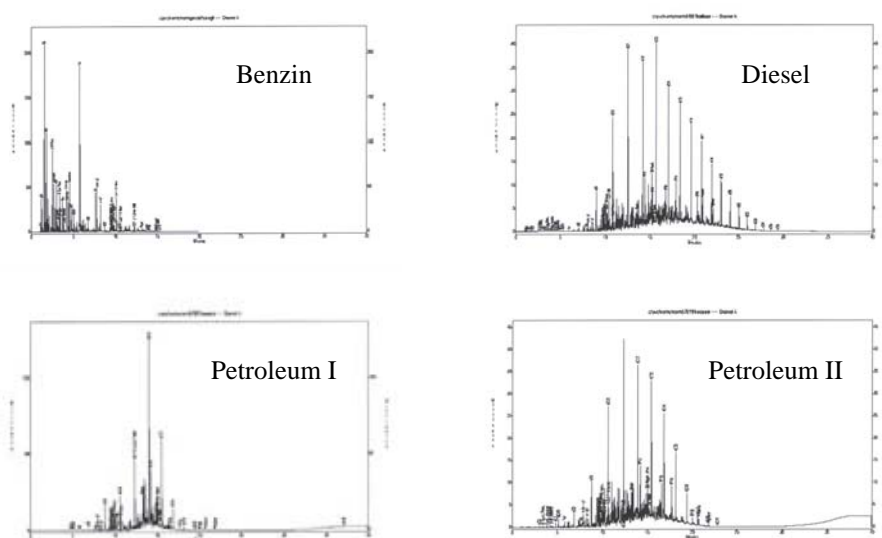
I forbindelse med analyse af olie for indhold af kulbrinter ønskes ofte en angivelse af det produkt (benzin, diesel, smørelie, etc.), som er tilført jorden. Både VKI metoden og AnalyCen metoden tillader eksplicit rapportering af kvalitativ information om olietype og nedbrydningsgrad.

Angivelserne baseres normalt på gaskromatogramernes udseende som f.eks. benzin, diesel eller en blanding. Figur 1.5 viser eksempler på gaskromatogrammer af friske olieprodukter og Figur 1.6 af en blanding af to friske olieprodukter.

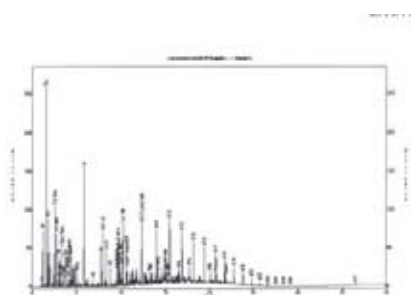
Denne type af fortolkning er kun anvendelig for frisk forurening, fordi sammensætningen af olieprodukter ændres med tid ved "forvitring", som er summen af effekterne af nedbrydning, udvaskning og fordampning (weathering) efter forureningstidspunktet.

Figur 1.7 viser et eksempel på, at et olieprodukt ved "forvitring" kan komme til at ligne et andet, hvis der alene foretages en kvalitativ vurdering af gaskromatogrammer. Den tilsyneladende ændring i sammensætning med tid

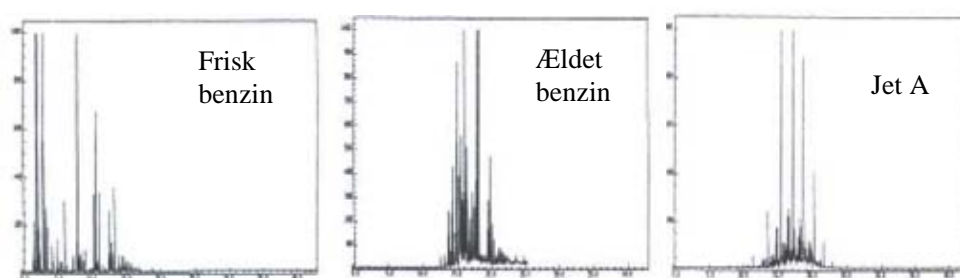
skyldes, at nedbrydelige, udvaskelige og flygtige stoffer er forsvundet, således at de tilbageværende stoffer nu dominerer kromatogrammet.



Figur 1.5  
Eksempler på gaskromatogram af olieprodukter.



Figur 1.6  
Eksempel på gaskromatogram af en blanding af benzin og diesel.



Figur 1.7  
Eksempler på effekten af nedbrydning, udvaskning og fordampning (ældning, forvitring eller weathering) på gaskromatogram af kulbrinter fra jord.

Foruden produktet bag olieforureningen ønskes ofte netop information fra analysen om olies forvitningsgrad eller endda estimater på alderen af forureningen.

Da fejlfortolkning af oprindelse og alder af en olieforurening kan have betydelige økonomiske og retslige konsekvenser, er der brug for en kvantitativ og veldefineret metode til at foretage en sådan fortolkning. Der er udviklet

specifikke metoder blandt andet til karakterisering af oprindelse af olieprodukter i tilfælde af forurening, se f.eks. /20;21/, ligesom der findes metoder til datering af f.eks. spild af benzin /22/ og diesel /23;24/. Det vurderes, at egentlig tilordning af kulbrinter i jord til olieprodukt og forureningsalder, f.eks. i forbindelse med ansvarsplacering, er en specialopgave, som ikke kan løses med brug af en mere rutinemæssigt anvendelig analysemetode for olie i jord, og ikke uden specialviden og erfaring. Det kan dog være nyttigt med en angivelse af den information om produkter og forvitring, som kan udledes entydigt ved brug af AnalyCen metoden.

Tilordningen af kulbrinteprofil til produktoprindelse er ikke en del af AnalyCen metoden, men rapporten over udviklingsprojektet /6/ indeholder en fortolkning af GC-FID og GC-MS resultater i forhold til oprindelsen af olieprodukterne. Det kvantitative grundlag for fortolkningen fremgår ikke af rapporten.

Benzin angives /6/ at være domineret af kulbrinter i fraktionen  $C_6$ - $C_{10}$  (>70%) og med et højt indhold af BTEX (>50%). Det skal dog bemærkes, at benzin i dag højst må indeholde 35% aromater /25/. Udenlandske undersøgelser har vist betydelig variation i BTEX indholdet i benzin, f.eks. 10-40% /26/. Det foreslås derfor alene at benytte kravet om 70% af en prøves kulbrinter i fraktionen  $C_6$ - $C_{10}$  som kriterium for at bruge produkttilordningen benzin.

Tungere produkter kan som nævnt kun tilordnes, hvis forureningen er uforvitret. En éntydig vurdering af forvittringsgraden kræver anvendelse af GC-MS delen af AnalyCen metoden. I rapporten over udviklingsprojektet omtales tolkning af  $n$ - $C_{18}$ /phytan og  $n$ - $C_{17}$ /pristan forhold med hensyn til forvittringsgrad, og der er i den modificerede metodeforskrift /7/ givet intervaller for markørernes værdi for henholdsvis ikke nedbrudt, nedbrudt og stærkt nedbrudt olie. Det kvantitative grundlag for fortolkningen er ikke diskuteret i rapporten, men der fremlægges data for værdier i olieprodukter.

Tolkning af  $n$ - $C_{18}$ /phytan og  $n$ - $C_{17}$ /pristan forhold under forvitring af dieselolie i jord er nærmere beskrevet i /23/, som angiver, at  $n$ - $C_{17}$ /pristan forholdet er mest pålideligt. For frisk dieselolie er fundet et forhold på  $2,0 \pm 0,83$  (11 forskellige produkter). En frisk jordforurening havde et forhold på omkring 2,2, mens ældre jordforureninger havde forhold i intervallet 0 til 1,6 varierende med alderen af forureningen i intervallet otte til 22 år. En samling af data fra andre kilder viste gennemsnitligt forhold på  $1,9 \pm 0,34$  (ni produkter) /24/. Metoden har været kritiseret for i forbindelse med datering af spild ikke at tage hensyn til, at spildet kan være utilgængeligt for forvitring, se f.eks. /22/, men i forhold til at vurdere forvittringsgraden har denne indvending ikke betydning.

I metodeudviklingsprojektet blev fundet noget mere varierende  $C_{17}$ /pristan forhold, se Tabel 1.18.

Tabel 1.18  
 $C_{17}$ /pristan forhold fra metodeudviklingsprojektet /6/.

Produkt	Frisk dieselolie	Frisk fuelolie	Frisk motorolie	25-75% forvitret dieselolie
<b><math>C_{17}</math>/pristan forhold</b>	0,94-1,2	0,86-3,1	2,3-3,6	1,0-1,1

Det foreslås på den baggrund at benytte et  $C_{17}$ /pristan forhold  $> 1$  som kriterium for uforvitret, tungere olie.

Hvis mere end 70% af de fundne kulbrinter findes i intervallet  $>C_{10}-C_{25}$ , angiver metodeudviklingsprojektet en tilordning til petroleum, dieselolie eller lignende /6/. Som beskrevet ovenfor kræver denne tilordning, at produktet er uforvitret. Metodeudviklingsprojektet foreslår at anvende en visuel (kvalitativ) vurdering af tilstedeværelse af udvalgte isoprenoider som kriterium for dette. Af hensyn til ønsket om et kvantitativt kriterium foreslås i stedet benyttet  $C_{17}$ /pristan forhold  $> 1$  som kriterium for uforvitret, tungere olie.

Hvis mere end 70% af de fundne kulbrinter findes i intervallet  $>C_{25}-C_{40}$ , angiver metodeudviklingsprojektet en tilordning til motorolie, fuelolie eller lignende /6/. Som beskrevet ovenfor kræver denne tilordning, at produktet er uforvitret. Metodeudviklingsprojektet angiver tillige et kriterium på  $>80\%$  UCM (unresolved complex matter) med toppunkt indenfor intervallet og et indhold af PAH<sup>6</sup> under 1,5 mg/kg TS til at skille de tunge olieprodukter fra tjæreforurening. Det kvantitative grundlag for dette fremgår ikke af rapporten. Det foreslås at benytte kriteriet om 70% af de fundne kulbrinter i intervallet  $>C_{25}-C_{40}$  for tilordning til motorolie, tung fuelolie eller lignende (tunge olieprodukter) kombineret med kravet om  $C_{17}$ /pristan forhold  $> 1$  som kriterium for uforvitret, tung olie, samt ikke at benytte den angivne skelnen imellem tunge olieprodukter og tjæreforurening, før kriterierne herfor er kvantitativt underbygget.

Det skal bemærkes, at anvendes en finere opdeling i fraktioner (f.eks.  $C_{10}-C_{15}$ ) eller en anden opdeling (f.eks.  $C_7-C_{12}$ ), kunne det give yderligere oplysninger til brug for produkttilordning, men dette foreslås løst udenfor rammerne af den rutinemæssigt anvendte analysemetode.

Endelig skal det bemærkes, at en erfaren analysekemiker ofte vil kunne bidrage med mere avanceret tolkning baseret på kvalitativ information fra gaskromatogrammer, men at dette ligeledes foreslås udført udenfor rammerne af den rutinemæssigt anvendte analysemetode. Den foreslåede tilordning vil ikke give mulighed for at tilordne produkter til jorder med blandet forurening af flere produkttyper.

### 1.7 Biogen/petrogen korrektion eller tilordning

AnalyCen analysemetoden indeholder et forslag til korrektion af analyseresultater for sum af kulbrinter – for kulbrinter, der alene anses for at være biogene – til et analyseresultat for petrogene kulbrinter /6/. Korrektionen giver kun en delvis korrektion for biogene kulbrinter. Der er endvidere foreslået en trinvis vurdering af biogen/petrogen oprindelse, hvori det overordnede forløb er vist i Figur 1.8.

---

<sup>6</sup> De syv PAH omfattet af jordkvalitetskriterierne.

Tilordning til produkt	→	Biogene indikatorer	→	Biogen korrektion og petrogene indikatorer
GC-FID, trin 1		GC-FID, trin 1		GC-FID, trin 2
		GC-MS-SCAN <sup>7</sup> , trin 2		GC-MS-SCAN, trin 2
				GC-MS-SIM, trin 3

Figur 1.8  
Overordnet forløb i trinvis biogen/petrogen tilordning, modificeret efter /6/.

Der er identificeret et antal indikatorer for produkttilordning og for tilordning af petrogene og biogene kulbrinter, og der er for nogle af disse opstillet tærskelværdier for tilordning, se Tabel 1.19 for en opsummering. Ikke alle præsenterede indikatorer er inddraget i den trinvis fremgangsmåde. Den praktiske anvendelighed af den fulde, trinvis vurdering begrænses af manglende tærskelværdier for en del indikatorer, samt af den manglende kvantitative dokumentation af tærskelværdiernes validitet.

Der er i teksten nævnt en række yderligere indikatorer på petrogen oprindelse (fluorener, chrysener, dibenzothiophener, steraner og diasteraner), som ikke er kvantificerede og ikke indgår i analysemetoden.

Der er derfor i det følgende diskuteret forskellige muligheder for biogen/petrogen korrektion og tilordning, samt fremlagt et forslag til forenklet fremgangsmåde dokumenteret med resultater fra metodeudviklingsprojektet /6/ og fra denne undersøgelse.

<sup>7</sup> GC-MS-SCAN: GC-MS anvendt i SCAN mode, dvs. med scanning over alle ioner.



Tabel 1.19  
Kriterier og tærskelværdier biogen/petrogen tilordning, modificeret efter /6/.

Metode og trin	Biogene indikatorer	Tærskel	Petrogene indikatorer	Tærskel
GC-FID, trin 1	Ulige n-alkaner	Til stede		
	Phytosteroler	Til stede		
GC-FID, trin 2	Ulige n-alkaner	Kvantitativ korrektion		
	Phytosteroler	Kvantitativ korrektion		
	Fedtsyrer	Kvantitativ korrektion		
GC-FID, ikke i trinvis	UCM	<75%	UCM	Veldefineret
			Hopaner	Til stede
GC-MS-SCAN, trin 2			n-alkaner C <sub>17</sub> og C <sub>18</sub>	Til stede
	CPI	>1		
			Isoprenoiderne farnesan, norpristan, pristan og phytan	Til stede
	Phytosteroler	Til stede		
			Naphtalener	Til stede, > 1 mg/kg TS
			Phenanthrener <sup>8</sup>	Til stede, > 0,2 mg/kg TS
			Hopaner	Til stede, > 0,04 mg/kg TS hopan 30ab
GC-MS-SIM <sup>9</sup> , trin 3			Hopaner	Til stede

### 1.7.1 Oprensning

Den internationale standardmetode /5/ anviser en oprensning af jordekstrakter ved søjlekromatografi (Florisil) med henblik på fjernelse af polære kulbrinter.

I forbindelse med udviklingsprojektet blev det vist, at oprensning af ekstrakter ved tilsætning af Florisil direkte til ekstraktet gav reduceret genfindning af f.eks. tilsat gasolie (18%), mens en oprensning på Florisil søjle gav mindre reduktion (6%) /6/. For kulbrinter fra en forurennet jord vistes en reduktion på 42% og 21% for henholdsvis direkte tilsætning og kromatografi. Der beskrives endvidere en risiko for tab af flygtige forbindelser ved begge former for oprensning. Da Florisil oprensning således kan medføre en væsentlig og variabel reduktion i analyseresultatet for sum af kulbrinter, men ikke er demonstreret alene at fjerne biogene kulbrinter, kan denne indtil videre ikke

<sup>8</sup> Phenanthren kan undtages, da den kan forekomme i vegetabilsk materiale.

<sup>9</sup> GC-MS-SIM: GC-MS anvendt i SIM mode, dvs. med single ion monitoring.

anbefales som en del af en ny metode til bestemmelse af sum og fraktioner af kulbrinter i forurenede jord.

Det har været foreslået at benytte kolonneoprensning i forbindelse med analyse af f.eks. søslam til fjernelse af naturlige kulbrinter /27/. Denne fremgangsmåde vil foruden fjernelse af polære kulbrinter af naturlig oprindelse også kunne reducere analyseresultatet for kulbrinter fra olieforurening.

### 1.7.2 Korrektion for specifikke biogene kulbrinter

Korrektion af sum af kulbrinter for indhold af ulige n-alkaner ( $C_{25}$ - $C_{33}$ ) og phytosteroler (biogene kulbrinter) foretages kvantitativt baseret på en kombination af GC-FID og scan GC-MS i den modificerede metodeforskrift /7/, mens metodeudviklingsprojektet /6/ yderligere foreslår korrektion for fedtsyrer. Korrektionen for ulige n-alkaner har form af en korrektion for den del heraf, der overskrider indholdet af de nærmeste, kortere lige n-alkaner.

Metoden til korrektion for biogene kulbrinter er i metodeudviklingsprojektet /6/ baseret på scan GC-MS analyse af op til 11 jordprøver udtaget i forskellige dybder fra hver af otte "uforurenede" og en diffust forurenede lokalitet med identifikation af mulige biogene markører identificeret ud fra litteraturoplysninger. Resultaterne er vist i Bilag O.

Hvis en korrektion skal være rimelig, må stofferne bag korrektionen ikke findes i olieprodukter i væsentligt omfang. Udvælgelsen af mulige korrektionsstoffer er baseret på oplysninger fra litteraturen om stoffernes oprindelse og forekomst. Der er desuden foretaget analyse af kompost tilsat dieselolie, motorolie og fuelolie i koncentrationer fra 50 til 1.000 mg olieprodukt/kg TS kompost. I Tabel 1.20 er vist indholdet af korrektionsstofferne i olieprodukterne tilsat kompost.

Tabel 1.20  
 Indhold af biogene korrektionsstoffer i tre olieprodukter tilsat kompost, modificeret efter /6/.

mg/kg TS	Kompost	Dieselolie	Motorolie	Fuelolie
Phytosteroler	74±1,8 (2)	97±6,7 (8)	81±12 (8)	82±5,6 (6)
Ulige n-alkaner	0,26±0,16 (2)	0,29±0,20 (8)	<0,05 (8)	0,42±0,29 (6)

Der er ikke tegn på stigende indhold af phytosteroler med stigende dosering af olieprodukt op til 1.000 mg/kg. Den højeste gennemsnitlige værdi er fundet for tilsætning af dieselolie, men et væsentligt indhold af phytosterolerne heri er usandsynligt på grund af forskellen i kogepunkt på dieselolie (svarende til  $<C_{25}$ ) og phytosterolerne (svarende til  $>C_{30}$ ). For ulige n-alkaner er der en svag stigende tendens med stigende dosering af olieprodukter, men det ekstra ulige n-alkan indhold er i alle tilfælde under 1% af den tilsatte mængde olieprodukt.

Ud fra det begrænsede datamateriale og metodeudviklingsprojektets litteraturgennemgang /6/ vurderes det, at forurening med olieprodukter op til cirka 1.000 mg/kg TS ikke vil bidrage væsentligt til indholdet af phytosteroler og ulige n-alkaner (de biogene korrektionsstoffer). Der er ikke i det foreliggende materiale grundlag for at vurdere rimeligheden af at korrigerer for indhold af fedtsyrer, og denne korrektion foreslås derfor at udgå.

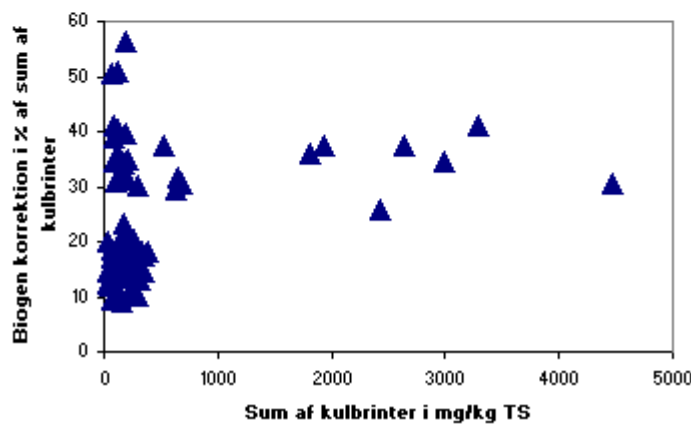
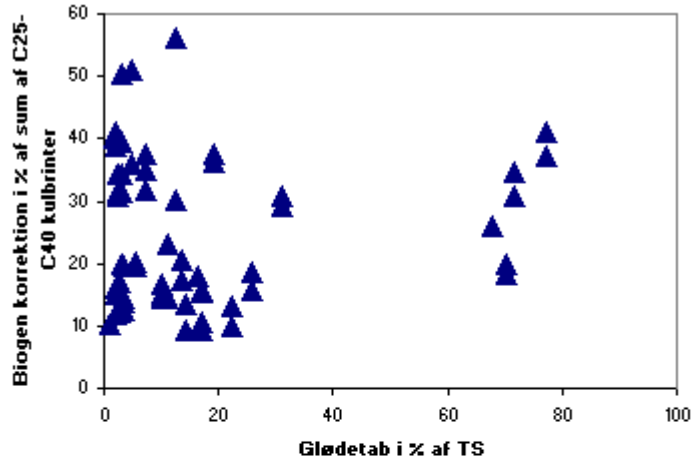
Den praktiske anvendelighed af en korrektion for biogene komponenter er betinget af, at korrektionen er væsentlig for de jordtyper, hvor biogene kulbrinter kan påvirke analyseresultater for sum af kulbrinter. Resultaterne fra metodeudviklingsprojektet /6/ for analyse af uforurenede jordprøver er vist i Tabel 1.21.

Tabel 1.21

Korrektion for biogene komponenter i % af kulbrinter i fraktionen C<sub>25</sub>-C<sub>40</sub>, gennemsnit ± standardafvigelse, data fra /6/.

Jordtype	Phyosteroler	Ulige n-alkaner	Samlet korrektion
Landbrugsjord, sandet	6,4±1,2	8,0±1,7	12±5,7
Landbrugsjord, leret	4,0±1,7	12±3,2	16±3,4
Nåleskovjord	15±7,1	19±5,8	34±3,6
Bøgeskovjord	11±6,4	26±7,0	37±3,2
Eng	12±9,4	11±7,1	23±16
Strandeng	14±3,6	1,5±1,1	16±3,6
Inddæmning	14±2,8	3,4±1,2	17±2,7
Tørvemose	30±8,2	5,5±2,5	35±9,1

Resultaterne viser, at der for en række forventet uforurenede jordtyper kan gøres rede for typisk 10-40% af kulbrinter i intervallet C<sub>25</sub>-C<sub>40</sub> i form af kulbrinter med sandsynliggjort biogen oprindelse. Korrektionerne varierer med dybde og jordtype, men ikke med f.eks. jordens indhold af organisk stof (her målt som % glødetab, GT) og sum af kulbrinter, se Figur 1.9.



Figur 1.9  
 Korrektion for biogene kulbrinter i % af C<sub>25</sub>-C<sub>40</sub> kulbrinter for forventet uforurenede jordprøver som funktion af glødetab (øverst) og sum af kulbrinter (nederst), data fra /6/.

Fremgangsmåden er afprøvet ved dobbeltanalyse af 47 jordprøver, der er indgået i laboratoriet som en del af den normale portefølje af jordprøver til analyse for sum af kulbrinter. De 94 analyser af jordprøver for sum af kulbrinter og biogene kulbrinter viste, at påviste biogene kulbrinter i gennemsnit var 5,6% (maksimum 22%, minimum 0%). En eventuel korrektion af analyseresultat for sum af kulbrinter for typiske forurenede jordprøver vil dermed i gennemsnit være begrænset af størrelsesordenen 5-6%.

Samlet vurderes den beskrevne korrektion for biogene kulbrinter at kunne anvendes retvisende til at måle indholdet af kulbrinter i en jordprøve, der med høj sandsynlighed skyldes biogene kulbrinter og dermed jordens naturlige indhold af organiske stoffer.

### 1.7.3 Indikatorer for indhold af petrogene kulbrinter

Resultaterne af analyser af forventet uforurenede prøver viste, at typisk 60-90% af kulbrinterne ikke kunne henføres til identificerede biogene kulbrinter. Oplysningerne om prøvernes historie gør det usandsynligt, at den resterende mængde kulbrinter stammer fra olieprodukter, dvs. er petrogene.

Hvis den resterende mængde kulbrinter ligeledes skal kunne henføres til en biogen oprindelse, skal man enten kunne identificere de resterende stoffer som biogene, eller kunne vise fravær af petrogene kulbrinter. Gennemgangen af litteraturen i /3;6/ viser, at brug af indikatorstoffer snarere end fuldstændig identifikation af biogene kulbrinter benyttes. Tilsvarende benyttes tilstedeværelse af petrogene indikatorstoffer, snarere end fuldstændig redegørelse for tilstedeværende petrogene stoffer, se også Tabel 1.22.

Såfremt fravær af petrogene indikatorer skal benyttes som begrundelse for at tilordne den ikke identificerbare del af kulbrinter i en jordprøve til biogen oprindelse, skal indikatorerne kunne findes over tærskelværdierne i forurenede prøver, og de må ikke findes over tærskelværdier i uforurenede prøver.

Tabel 1.22

Opsummering af mulige indikatorer for petrogen oprindelse og foreslåede tærskelværdier.

Stofgruppe	Stof(fer)	Typisk fraktion	Tærskelværdi
Naphtalener	Naphtalen	$C_{10}$ - $C_{25}$	> 1 mg sum/kg TS
	1- og 2-Methylnaphtalen		
	2,6-Dimethylnaphtalen		
	2,3,5-Trimethylnaphtalen		
Phenanthrener	Phenanthren <sup>10</sup>	$C_{10}$ - $C_{25}$	> 0,2 mg sum/kg TS
	2-Methylphenanthren		
	3,6-Dimethylphenanthren		
Isoprenoider	Pristan	$C_{10}$ - $C_{25}$	? mg/kg TS
	Phytan		? mg/kg TS
Hopaner	Hopan 30ab	$C_{25}$ - $C_{40}$	> 0,04 mg/kg TS

Metodeudviklingsprojektets forslag til tærskelværdier /6/ er baserede på indhold af indikatorerne i udvalgte produkter, se Tabel 1.23 for en opsummering af bagvedliggende data. For sum af naphtalener er tidligere refereret gennemsnitlig omkring 0,5 mg/kg pr. 100 mg/kg olieprodukt i benzin og omkring 1,5 mg/kg pr. 100 mg/kg i diesel /28/. De tilsvarende tal for sum af phenanthrener er henholdsvis 0,001 og 0,1-1 mg/kg pr. 100 mg/kg olieprodukt. Datagrundlaget for fastlæggelse af typiske koncentrationer af indikatorerne vil simpelt kunne udvides både eksperimentelt og ved gennemgang af litteraturen.

Samlet fremgår det, at der findes målbare indikatorer for petrogen oprindelse for de almindelige olieprodukter for et forureningsniveau svarende til 100 mg/kg TS. I hvilket omfang indikatorerne kan genfindes efter forvitring af forureningen, er ikke dokumenteret. Der angives, at naphtalener er relativt let nedbrydelige, mens isoprenoiderne pristan og phytan, samt hopanerne er relativt tungt nedbrydelige. Naphtalener fordamper langsommere end benzin og bliver således tilbage efter delvis inddampning af benzin /6/. Det angives tillige (uden reference), at hopanen 30ab (17(H), 21(H)-hopan) er særligt tungt nedbrydelig, og derfor er denne valgt som petrogen indikator /6/.

<sup>10</sup> Bemærk, at phenanthren efter det oplyste /6/ kan skyldes vegetabiliske olier.

Tabel 1.23

Data for indhold af mulige indikatorer for petrogen oprindelse fra metodeudviklingsprojektet /6/.

Stof/stofgruppe	Olieprodukt	Indhold pr. 100 mg/kg olieprodukt
Naphtalener	Dieselolie	2 mg/kg
	Motorolie	<0,05 mg/kg <sup>11</sup>
	Fuelolie	0,4 mg/kg
	Blandet diesel- og motorolie	1 mg/kg
Phenanthrener	Dieselolie	0,3 mg/kg
	Motorolie	<0,01 mg/kg
	Fuelolie	0,3 mg/kg
	Blandet diesel- og motorolie	0,1 mg/kg
Pristan	Blandet diesel- og motorolie	0,2 mg/kg
Phytan	Blandet diesel- og motorolie	0,2 mg/kg
Hopan 30ab	Dieselolie	<0,001 mg/kg
	Motorolie	0,03 mg/kg
	Fuelolie	0,01 mg/kg TS
	Blandet diesel- og motorolie	<0,002 mg/kg TS

I fastlæggelsen af tærskelværdier kan enten benyttes en typisk værdi svarende til f.eks. 100 mg/kg TS olieprodukt i jorden, eller der kan benyttes den mindst målte værdi for de relevante produkter svarende til samme koncentration olieprodukt i jorden. Indikatorer, der ikke findes i det relevante olieprodukt, bør ikke indgå. I Tabel 1.24 er vist forslag til indikatorer og tærskelværdier baseret på typiske værdier, sammen med forventede analysedetekteringsgrænser. Det skal bemærkes, at analysedetekteringsgrænserne for de petrogene indikatorer kun delvist er belyst i rapporten over udviklingsprojektet /6/ og efter afprøvninger /9/. Derudover er både i udviklingsprojektet og i dette projekt af rapporteret resultater væsentligt under de analysedetekteringsgrænser, som er fremlagt.

Tabel 1.24

Forslag til indikatorer for petrogen oprindelse med tærskelværdier.

Indikator	Eksempler på produkter indikeret	Forslag til typisk tærskelværdi	Forventede detekteringsgrænser
Sum af naphtalener	Benzin, Fuelolie	> 0,5 mg/kg TS	0,002-0,2
Sum af phenanthrener	Petroleum, dieselolie eller lignende, Fuelolie	> 0,3 mg/kg TS	0,001-0,2
Pristan	Petroleum, dieselolie eller lignende, Fuelolie	> 0,2 mg/kg TS	0,001
Hopan 30ab	Fuelolie, Motorolie, tung fuelolie eller lignende	> 0,02 mg/kg TS	0,002-0,05

Supplerende kunne vælges at inddrage yderligere isoprenoider (phytan, farnesan) og hopaner (31 abR, 31 abs, 29 ab), men det er valgt her at anvende én repræsentant for hver gruppe. Tilsvarende kunne yderligere

<sup>11</sup> I beregning af < værdi er inddraget både analysedetekteringsgrænsen og koncentrationen af olieprodukt i prøver uden påvist indikator.

inddrages UCM og CPI, men resultaterne fremlagt i udviklingsprojektet /6/ understøtter ikke, at der kan opstilles velafgrænsede og -dokumenterede tærskelværdier.

I forbindelse med metodeudviklingsprojektet /6/ blev som nævnt udtaget prøver fra otte uforurenede og en diffust forurenede lokalitet, som blev analyseret for biogene kulbrinter og sum af kulbrinter. Ekstrakterne fra disse prøver er i forbindelse med dette projekt analyseret for petrogene kulbrinter. Resultaterne er vist i Bilag O sammen med resultaterne fra metodeudviklingsprojektet. I bilaget er givet en kort beskrivelse af fremgangsmåden ved GC-MS analyse af ekstrakterne, ligesom ekstrakternes holdbarhed (fra ekstraktion 2002 til ny analyse 2006) underbygges.

Resultaterne er vist i Tabel 1.25. Hvor der er fundet åbenlyst afvigende resultater for to dobbeltanalyser (påvist i den ene prøve, ikke påvist i den anden), er resultaterne herfra udeladt. Resultater under analysedetektionsgrænsen er i beregningerne talsat til 0, idet detektionsgrænsen ikke er opgivet og dokumenteret. Der blev fundet et betydeligt antal åbenlyst afvigende resultater for hopan 30ab, hvilket kan tyde på, at der er opgivet analyseresultater under metodens faktiske detektionsgrænse.

Tabel 1.25

Værdier for indikatorer for petrogen oprindelse i forventet uforurenede jordprøver i mg/kg TS, for **alle prøver/uden forurenede prøver/uden overfladeprøver**.

Indikator	Gennemsnit	Standard-afvigelse	Minimum-værdi	Maksimum-værdi
Sum af naphtalener	<b>0,036/0,025/</b> 0,010	<b>0,066/0,041/</b> 0,017	<b>0/0/0</b>	<b>0,36/0,128/</b> 0,094
Sum af phenanthrener	<b>0,043/0,021/</b> 0,007	<b>0,11/0,043/</b> 0,014	<b>0/0/0</b>	<b>0,67/0,22/</b> 0,083
Pristan	<b>0,023/0,023/</b> 0,023	<b>0,043/0,045/</b> 0,049	<b>0/0/0</b>	<b>0,248/0,248/</b> 0,248
Hopan 30ab	<b>0,010/0,011/</b> 0,001	<b>0,031/0,034/</b> 0,005	<b>0/0/0</b>	<b>0,184/0,184/</b> 0,027

I gennemsnit overholder alle prøverne tærskelværdierne for alle indikatorer, men variationen (standardafvigelsen) er stor. Kun for naphtalener overholdes tærskelværdien for alle prøver.

Udelukkes prøverne fra den diffust forurenede lokalitet, falder det gennemsnitlige indhold af naphtalener og phenanthrener, og alle prøver overholder nu tærskelværdierne for disse parametre. Der er ikke betydende ændringer for pristan og hopan 30ab. Dette er som forventeligt, idet den udtagne grund er diffust forurenede, dvs. fra trafik med op til 160 mg sum af kulbrinter i de øverste jordlag, forventeligt primært fra benzin og diesel (trafik).

Udelukkes yderligere resultater fra prøver udtaget tæt på terræn med høj risiko for diffus forureningspåvirkning, dvs. prøver fra dybdeintervallet 0-10 cm under terræn, falder indholdet af naphtalener og phenanthrener yderligere. Det gennemsnitlige indhold og den højeste værdi for hopan 30ab falder ligeledes, men tærskelværdien er stadig ikke overholdt for alle prøver. Det gennemsnitlige indhold af pristan ændres ikke, ligesom enkelte prøver stadig

ikke overholder tærskelværdien. En nærmere gennemgang af dette viser, at det skyldes prøver udtaget i en tørvemose, der viste pristan indhold i intervallet: 0,033-0,25 mg/kg TS.

Der er ikke tegn på en sammenhæng imellem indhold af pristan og sum af kulbrinter i prøverne og heller ikke entydigt imellem hopan 30ab og sum af kulbrinter. Dog er de højeste værdier af hopan 30ab fundet for terrænnære prøver med høje værdier for sum af kulbrinter.

Analyser af forventet uforurenede prøver viser, at sum af naphtalener og sum af phenanthrener ikke findes over tærskelværdierne. Pristan findes omkring og lige under tærskelværdien i tørvejord, mens hopan 30ab findes op til omkring tærskelværdien i dybere liggende lag, men væsentlig over i en del terrænnære prøver. For pristan og hopan 30ab kan det altså ikke siges entydigt, at de petrogene indikatorer ikke findes over de foreslåede tærskelværdier i forventet uforurenede jord.

Resultaterne for sum af phenathrener og phenanthren viser i øvrigt klar lineær sammenhæng ( $R^2=0.940$ , plot ikke vist) med phenanthrens bidrag i gennemsnit lige under 40% af sum af phenanthrener. Dette understøtter ikke, at phenanthren skulle have andre kilder end de øvrige phenanthrener som foreslået i metodeudviklingsprojektet, og phenanthren er derfor fastholdt i sum af phenanthrener indikatoren for petrogen oprindelse.

Som nævnt skal de valgte sæt af indikatorer og tærskelværdier kunne påvise petrogen påvirkning for prøver, som er forurenede med olieprodukter. Dette er afprøvet ved vurdering af analyseresultater for de tidligere nævnte 47 jordprøver analyseret i duplikat under metodeudviklingsprojektet /6/. Prøver med samlet indhold af kulbrinter i fraktionerne  $C_6-C_{10}$  og  $>C_{10}-C_{25}$  over 50 mg/kg TS er betragtet som sikkert forurenede med olieprodukter. For disse prøver viste 28-49% ikke overskridelse af tærskelværdierne for petrogen påvirkning for indikatorerne sum af naphtalener og sum af phenanthrener. For pristan og hopan 30ab viste 47-64% ikke overskridelse. Vurderes pristan overfor prøver med  $>C_{10}-C_{25}$  over 25 mg/kg TS, hvilket svarer bedre til pristans forekomst i olieprodukter, viser 70% ikke overskridelse. For hopan 30ab vurderet overfor prøver med  $>C_{25}-C_{40}$  over 150 mg/kg TS viser 45% ikke overskridelse. Her kan det dog ikke konkluderes, at alle prøver med  $>C_{25}-C_{40}$  over 150 mg/kg er forurenede.

Samlet vurderes de valgte sæt af indikatorer og tærskelværdier ikke at kunne påvise petrogen påvirkning for prøver, som er forurenede med olieprodukter indenfor det koncentrationsinterval, der er relevant for forurenede jord i Danmark.

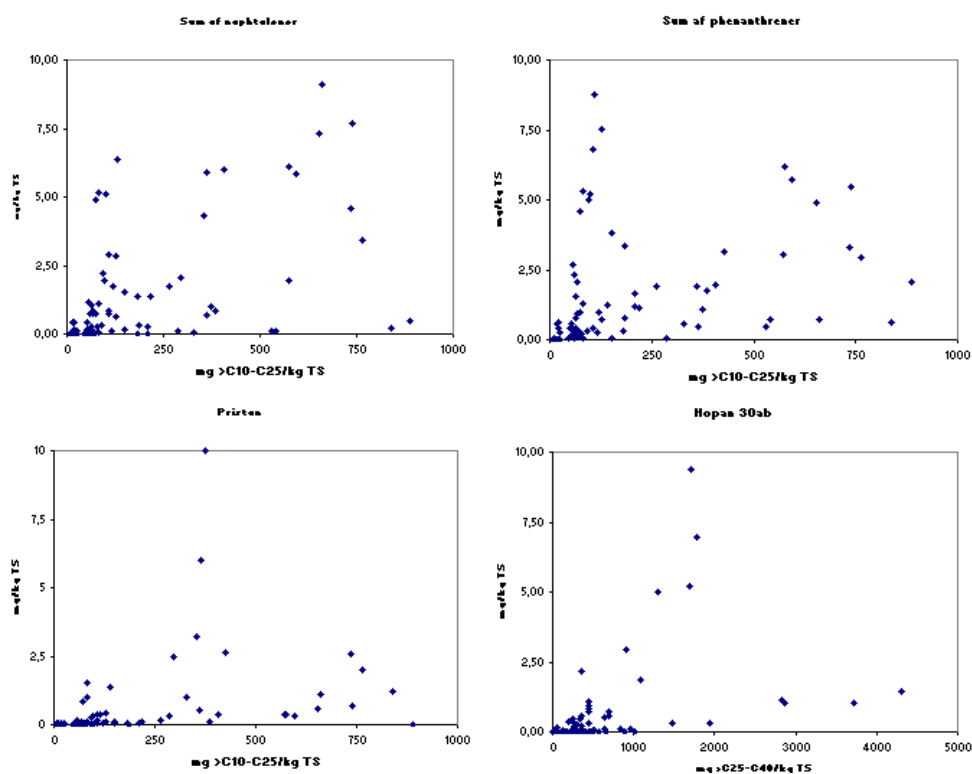
Tabel 1.26

Andel af prøver sikkert forurenede med olieprodukter, der ikke overskrider tærskelværdier for petrogene indikatorer.

Indikator	Forslag til typisk tærskelværdi	Andel af uden overskridelse
Sum af naphtalener	> 0,5 mg/kg TS	49%
Sum af phenanthrener	> 0,3 mg/kg TS	28%
Pristan	> 0,2 mg/kg TS	64%
Hopan 30ab	> 0,02 mg/kg TS	47%



Da indikatorerne typisk ikke udviser en lineær sammenhæng med forureningsbetinget indhold af kulbrinter, se Figur 1.10, vurderes det ikke, at et andet sæt af tærskelværdier eller et andet sæt kriterier for sikker forureningspåvirkning vil give bedre muligheder for kvantitativ fortolkning af indikatorerne i forhold til petrogen påvirkning af en jordprøve.



Figur 1.10  
Værdier af indikatorer for petrogen påvirkning afbildet imod indhold af kulbrinter i relevant fraktion, resultater fra /6/.

Anvendes indikatorerne kombineret, således at overskridelse af blot én af tærskelværdierne betyder fortolkning som påvirket af petrogene kulbrinter, forbedres sammenhængen til forureningsbetinget indhold af kulbrinter ( $C_6-C_{10} + C_{10}-C_{25}$ ), se Tabel 1.27.

Kombineret anvendelse af de tre sæt af indikatorer og tærskelværdier kan altså benyttes til at påvise petrogen påvirkning i prøver med mere end 80 mg ( $C_6-C_{10} + C_{10}-C_{25}$ )/kg TS, men ikke ned til 50 mg ( $C_6-C_{10} + C_{10}-C_{25}$ )/kg TS, som er jordkvalitetskriteriet. Det vurderes dermed, at heller ikke kombineret anvendelse af de tre sæt indikatorer og tærskelværdier kan benyttes til at afvise petrogen påvirkning med fornøden sikkerhed.

Tabel 1.27  
Andel af prøver sikkert forurenede med olieprodukter, der ikke overskrider tærskelværdier for en petrogen indikator opdelt efter forureningsgrad.

Forureningsgrad i mg ( $C_6-C_{10} + C_{10}-C_{25}$ )/kg TS	Prøver uden petrogen indikation		
	Andel	Højeste indhold af $C_{25}-C_{40}$	Antal prøver i alt
<50	80%	220 mg/kg TS	15
50-80	53%	580 mg/kg TS	30
>80	0%	-	49

Der kan tentativt foreslås flere årsager til, at anvendeligheden af de petrogene indikatorer ikke kan demonstreres:

- Forekomsten af indikatorerne i jorden bestemmes mere af forvittringsprocessen end af indholdet i oprindeligt produkt
- Kvaliteten af analyserne er ikke tilstrækkelig god til at beskrive prøvernes indhold med fornøden sikkerhed

Forvittringsprocessens påvirkning af indikatorparametrenes koncentration i olieforurenede jord er ikke velbeskrevet og derfor ikke inddraget i fortolkningen her.

Ved analyse af de 47 prøver som dobbeltbestemmelser er opnået en relativ forskel på dobbeltprøveresultater (relativ variationsbredde) på 22% for sum af kulbrinter og 41-57% for de petrogene indikatorer. De petrogene indikatorer er altså gennemført med en noget dårligere præcision (repetérbarhed) end sum af kulbrinter, men ikke uforholdsmæssigt dårligt set i lyset af prøvernes variabilitet og metodernes kompleksitet.

I forbindelse med en præstationsprøvning /9/ er beregnet analysekvalitetsparametre for indikatorerne sum af naphthalener, sum af phenanthrener og hopan 30ab, se Tabel 1.28. Særligt for hopan 30ab kan analysekvaliteten være utilstrækkelig, blandt andet fordi den i praksis opnåede analysedetektionsgrænse ligger på samme niveau som tærskelværdien for petrogen påvirkning. Det skal bemærkes, at rapporten for metodeudviklingsprojektet foreslår brug af GC-MS-SIM som alternativ til den benyttede GC-MS-SCAN metode /6/, men data fra anvendelse af denne metode har ikke været til rådighed til vurdering her.

Tabel 1.28  
Analysekvalitetsparametre fra præstationsprøvninger /9/.

Indikator	Analyse- detektionsgrænse mg/kg TS	Repetérbarhed %	Reproducerbarhed %
Sum af naphthalener	0,2	4-5	57-90
Sum af phenanthrener	0,2	4-5	57-90
Pristan/phytan <sup>12</sup>	-	6	16
Hopan 30ab	0,03-0,05	13	67

Heterogeniteten af jordprøver kan være så stor, at delprøver udtaget til analyse for sum af kulbrinter og til analyse for petrogene indikatorer ikke repræsenterer samme jord. Det kan dog ikke forklare den manglende anvendelighed i denne undersøgelse, idet der er anvendt samme ekstrakt af samme delprøve til analyser for sum og fraktioner af kulbrinter og til analyse for petrogene indikatorer.

Da indikatorparametrene for petrogen påvirkning ikke udviser den fornødne sikkerhed, vurderes opstilling af en beregningsmetode for opdeling af sum og fraktioner af kulbrinter i jord med blandinger af biogene og petrogene kulbrinter ligeledes ikke at være farbar.

<sup>12</sup> Præcision er opgivet for forholdet imellem pristan og phytan og er dermed alene en indikation af præcision for analyse for pristan.

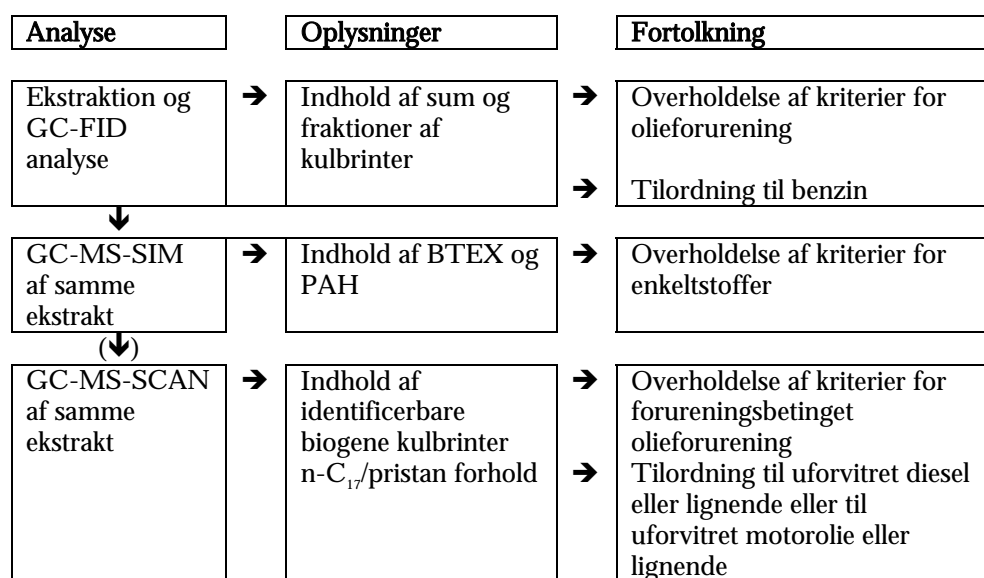
## 1.8 Forslag til forløb i analyse for olie i jord

Med udgangspunkt i den gennemførte vurdering af analysemetoden for olie i jord foreslås et forløb i analysegang og tolkning som angivet i Figur 1.11.

Bestemmelse af biogene kulbrinter udføres kun, såfremt der er mistanke om organiske jorder, og såfremt en reduktion af fraktionen  $>C_{25}-C_{40}$  på 10-40% vil have betydning for fortolkning om overholdelse af kriterierne.

Inddragelse af fortolkning af biogene kulbrinter i overholdelse af kriterier vil kræve en tydeliggørelse af det acceptable heri – med henvisning til en revideret analysemetode – i oversigter over benyttede kvalitetskriterier i relation til forurenede jord.

Tilordning til benzin, diesel eller motorolie udføres kun, såfremt dette har betydning for anvendelsen af analyseresultaterne.



Figur 1.11  
Forløb og fortolkning af analyser for olie i jord.

Det skal bemærkes, at som udgangspunkt vil analyse for sum og fraktioner af kulbrinter ved GC-FID og analyse for BTEX og PAH ved GC-MS-SIM være nødvendige for at kontrollere overholdelse af eksisterende jordkvalitetskriterier for olie- og/eller benzinprodukter i jord, se også Kapitel 8.

## 1.9 Forslag til revision af analysemetoden

Baseret på gennemgangen af analysemetoden og de gennemførte analyser af jordprøver foreslås foretaget revision af metoden på en række punkter.

Det foreslås at lade bestemmelse af enkeltstoffer, BTEX, ved GC-FID udgå, se Afsnit 1.3 for begrundelse. Ændringen har særlig betydning for **metodens Kapitel 1 og Kapitel 9**, men kræver også en række afledede ændringer igennem metoden.

Det foreslås at lade bestemmelse af petrogene kulbrinter undtagen pristan ved GC-MS-SCAN udgå. Se Afsnit 1.7.3 for begrundelse. Ændringen har særlig

betydning for **metodens Kapitel 1** og **Kapitel 11**, men kræver også en række afledede ændringer igennem metoden.

Det foreslås i **metodens Kapitel 1** at tydeliggøre metodens anvendelse, se Afsnit 1.8 for et forslag, samt at tydeliggøre metodevalg (GC-FID, GC-MS-SCAN eller GC-MS-SIM) til de enkelte parametre indenfor anvendelsesområdet.

Det foreslås eksplicit at angive i **metodens Afsnit 1.2**, at kolonneoprensning af ekstrakter inden kromatografisk analyse ikke må forekomme, idet dette kan give for lave analyseresultater for sum af kulbrinter, se Afsnit 0 for begrundelse.

Det foreslås at tydeliggøre kravet om fuld suspension af jordprøven inden ekstraktion, se Afsnit 1.4.2 for begrundelse, ved at tilføje til fodnote 13, **metodens Afsnit 8.2.2**: Der må ikke være synlige klumper af ler eller lignende, når glassene sættes til ekstraktion.

Det foreslås at tydeliggøre kravet 12-16 timers ekstraktion, se Afsnit 1.2.3 for begrundelse, ved at tilføje til **metodens Afsnit 8.2.3**: Der må ikke afviges fra den foreskrevne ekstraktionstid.

Det foreslås at lade **metodens Afsnit 11.3** Vejledning udgå og erstatte det med et ekstra Kapitel 12 i metoden: Tilordning med to underafsnit: 12.1 Produkttilordning og 12.2 Beregning af biogene kulbrinter.

Forslag til indhold i **metodens ny Afsnit 12.1** Produkttilordning.

Ud fra GC-FID kan en forurening beskrives som benzin, såfremt >70% af en prøves kulbrinter findes i fraktionen  $C_6-C_{10}$ .

Ud fra GC-FID og GC-MS kan en forurening med tungere olie ( $>C_{10}$ ) beskrives som uforvitret, hvis  $C_{17}$ /pristan forholdet er  $> 1$ .

Ud fra GC-FID og GC-MS kan en forurening med mere end 70% af de fundne kulbrinter i intervallet  $>C_{10}-C_{20}$  beskrives som petroleum, dieselolie eller lignende, hvis forureningen også kan beskrives som uforvitret.

Ud fra GC-FID og GC-MS kan en forurening med mere end 70% af de fundne kulbrinter i intervallet  $>C_{20}-C_{40}$  beskrives som motorolie, tung fuelolie eller lignende, hvis forureningen også kan beskrives som uforvitret.

Forslag til indhold i **metodens ny Afsnit 12.1** Beregning af biogene kulbrinter baseres på metodens nuværende Afsnit 11.2.2.

Det foreslås at revidere **metodens Kapitel 12** (ny Kapitel 13) til kun at omfatte de parametre, der nu indgår, og kun med de metoder, der nu tillades.

Punktet om kvalitativ information i **metodens Kapitel 13** (ny Kapitel 14) ændres til kun at tillade den ovenfor beskrevne information, samt "tegn på BTEX, PAH eller chlorerede opløsningsmidler", såfremt disse ikke er kvantificeret ved GC-MS-SIM.

Igennem **hele metoden** rettes  $>C_{10}-C_{25}$  til  $>C_{10}-C_{20}$  og  $>C_{25}-C_{40}$  til  $>C_{20}-C_{40}$ , og fornødne konsekvensrettelser foretages, se Kapitel 6 for begrundelse.

Ligeledes rettes igennem hele metoden med henblik på at indføre en supplerende opdeling af kulbrinterne  $>C_{10}-C_{20}$  i de 2 intervaller:  $>C_{10}-C_{15}$  og  $>C_{15}-C_{20}$ , se Kapitel 7 for begrundelse.



## 2 Justering af jordkvalitetskriterier for sum af kulbrinter i jord

Til brug ved undersøgelse og oprydning af jordforurening med olieprodukter er formuleret jordkvalitetskriterier for indhold af kulbrinter ved analyse efter VKI metoden. Der er derfor behov for dels en justering af jordkvalitetskriterierne ved skift fra VKI til AnalyCen metode.

### 2.1 Nuværende jordkvalitetskriterier

Jordkvalitetskriterierne for olieprodukter, se Tabel 2.1. dækker flygtige aromatiske kulbrinter (benzen), benzinadditiverne tetraethyl- og tetramethylbly, 1,2-dibromethan og 1,2-dichlorethan, polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH, som sum af syv stoffer, samt individuelt for benzo(a)pyren og dibenz(a,h)anthracen), samt sum af uspecificerede kulbrinter i intervaller ( $C_5-C_{10}$ ,  $C_7-C_{12}$ ,  $C_9-C_{16}$  eller  $C_5-C_{35}$ ) /29/. Til hjælp ved håndtering af forurenede jord er endvidere opstillet klassificeringsgrænser for indhold af olierelaterede forureninger, f.eks. af Miljøkontrollen, Københavns Kommune /30/.

Tabel 2.1

Formulering af jordkvalitetskriterier /31/ og grænser for jord i forureningsklasse 1 for olieprodukter /30/.

	Olieprodukter som sum af kulbrinter				Identificerede stoffer
	Flygtige	Lette	Tunge	"Total"	
<b>Jordkvalitetskriterier</b>					
Benzin	$C_5-C_{10}$ 25 mg/kg	-	-	-	Benzen
Gasolie (diesel- eller fyringsolie)	-	-	-	$C_5-C_{35}$ 100 mg/kg	Benzen, PAH <sup>13</sup>
Aromatfri terpentin	-	-	-	-	-
Aromatholdig terpentin	$C_7-C_{12}$ 25 mg/kg	-	-	-	-
Petroleum	-	$C_9-C_{16}$ 25 mg/kg	-	-	-
<b>Grænser for forureningsklasse 1</b>					
Kulbrinter	$C_6-C_{10}$ 25 mg/kg	$C_{10}-C_{25}$ 50 mg/kg	$C_{25}-C_{35}$ 100 mg/kg	$C_6-C_{35}$ 100 mg/kg	Benzen og BTEX sum
PAH					PAH og naphthalen
<b>Analysemetoder</b>					
VKI metoden <i>Olie i jord</i>	$C_6-C_{10}$	$C_{10}-C_{25}$	$C_{25}-C_{35}$	$C_6-C_{35}$	BTEX
PAH	-	-	-	-	PAH

Da tilordning af gaskromatogrammer, som opnået efter de benyttede analysemetoder til oprindelige produkter (her for eksempel aromatholdig terpentin eller petroleum), ofte ikke er mulig, se Afsnit 1.6, lægges i første omgang til grund, at kriterierne for alle de angivne intervaller skal være opfyldt uanset en eventuel produkttilordning, se dog også Bilag Q.

<sup>13</sup> Sum af syv PAH, samt individuelt for benzo(a)pyren og dibenz(a,h)anthracen).

Der er tillige formuleret kvalitetskriterier for luft (afdampning) og grundvand for sum af kulbrinter, benzen, toluen, xylener, alkylbenzener og naphtalen, 1,2-dibromethan og 1,2-dichlorethan, MTBE, samt for grundvand for sum af PAH og for luft af tetraethyl- og tetramethylbly.

## 2.2 Forslag til omformulering af nuværende jordkvalitetskriterier

De formulerede jordkvalitetskriterier svarer ikke til de resultater, der efter VKI metoden rapporteres. Anvendelse af VKI metoden er formuleret som et ufravigeligt krav i vejledningen om prøvetagning og analyse for jord /1/. AnalyCen metoden vil ligeledes ikke give de intervaller, der svarer til de formulerede jordkvalitetskriterier. Endelig er tilordning af gaskromatogrammer som opnået efter de to metoder til oprindelige produkter (f.eks. benzin, gasolie eller petroleum) ikke altid mulig, se Afsnit 1.6. Det foreslås derfor at omformulere jordkvalitetskriterierne for olieprodukter til at svare til de resultater og intervaller, der opnås med analysemetoderne.

Der er i dag ikke et separat kriterium for "tunge" kulbrinter, dvs. for kulbrinter i fraktionen over  $C_{25}$ . Dette kan sættes til forskellen imellem det specificerede kriterium for sum af kulbrinter og summen af de specificerede kriterier for flygtige og lette kulbrinter, dvs. til 50 mg/kg TS. Dette vil i de tilfælde, hvor der i en jordprøve ikke forekommer flygtige eller lette kulbrinter, betyde en skærpelse i forhold til nuværende praksis, hvor de tunge kulbrinter kan udgøre hele forskellen imellem kriteriet for sum af kulbrinter, 100 mg/kg TS, og eventuelt forekommende flygtige, højst 25 mg/kg TS, og lette, højst 25 mg/kg TS, kulbrinter, altså i alt højst imellem 50 og 100 mg/kg TS tunge kulbrinter afhængig af indhold af øvrige kulbrinter. Alternativt kan kriteriet for tunge kulbrinter sættes til 100 mg/kg TS under krav om samtidig overholdelse af krav til flygtige, 25 mg/kg TS, lette, 25 mg/kg TS, og sum af kulbrinter, 100 mg/kg TS. Dette alternativ er nærmest på nuværende praksis, se dog Bilag Q for en nærmere belysning af nuværende praksis, og er vist i Tabel 2.2 som forslag til omformulering af de nuværende jordkvalitetskriterier ved brug af VKI metoden. Fordelene ved denne formulering er, at fraktionsgrænserne for kriterierne svarer til analysemetodens, og at produkttilordning ikke er forudsat.

Tabel 2.2  
Forslag til omformulering af nuværende jordkvalitetskriterier for olieprodukter.

	Olieprodukter som sum og fraktioner af kulbrinter			
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
<b>Opdeling</b> Kulbrinter	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{35}$	$C_6-C_{35}$
<b>Jordkvalitetskriterier</b> Olie i jord, sum og fraktioner af kulbrinter ved GC-FID, VKI	25	25	100	100

Der skal erindres om, at jordkvalitetskriterierne er opstillet med henblik på beskyttelse imod risiko ved arealanvendelse. Jordkvalitetskriterierne skal benyttes sammen med grundvands- og luftkvalitetskriterierne.

## 2.3 Forslag til justering af jordkvalitetskriterier ved metodeskift

I Tabel 2.3 er givet forslag til jordkvalitetskriterier ved analyse med AnalyCen metoden.



Kriterierne foreslået efter VKI metoden er justeret med faktorernes skift til AnalyCen metoden for fraktionerne flygtige (1), lette (1) og tunge (1,5). Forslaget for sum af kulbrinter er sat til kriteriet for tunge kulbrinter og er dermed justeret med en faktor (1,5), der er højere end det foreslåede ud fra analyse af ny jordprøver (1), Tabel 1.16, og den gennemsnitlige faktor opnået ved analyse af jordprøver (1,1), Tabel 1.16. Dette er acceptabelt, fordi kriterierne for flygtige og lette kulbrinter fastholdes på 25 mg/kg TS, hvorfor den højere faktor på 1,5 alene finder anvendelse for prøver, der kun indeholder tunge kulbrinter, og hvor anvendelse af faktor 1,5 derfor er understøttet af analyser af jordprøver.

Tabel 2.3  
Forslag til jordkvalitetskriterier for olieprodukter.

	Olieprodukter som sum og fraktioner af kulbrinter			
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
<b>Opdeling</b> Kulbrinter	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}$	$C_6-C_{40}$
<b>Jordkvalitetskriterier</b> Olie i jord, sum og fraktioner af kulbrinter ved GC-FID, AnalyCen	25	25	150	150

I formuleringen af jordkvalitetskriterierne foreslås det at tillade at se bort fra den del af kulbrinter i intervallet  $>C_{25}-C_{40}$ , der skyldes biogene kulbrinter målt og beregnet som angivet i metodeforskriften efter revision, se Afsnit 1.7.2 og 1.9.

For de direkte sundhedsmæssigt baserede jordkvalitetskriterier for olieprodukter og relaterede stoffer (benzen, tetraethyl- og tetramethylbly, 1,2-dibromethan og 1,2-dichlorethan, polycykliske aromatiske kulbrinter) /31/ vil en ændring af analysemetode for sum af kulbrinter fra VKI til AnalyCen ikke have betydning. Jordkvalitetskriterier for identificerede enkeltstoffer foreslås derfor opretholdt som separate værdier

Det vurderes med udgangspunkt i resultaterne fra metodeudviklingsprojektet /6/, afprøvningerne /9/ og dette projekt, se Kapitel 1, at dette forslag vil opfylde ønsket om fastholdt beskyttelsesniveau ved metodeskift, se dog diskussionen heraf i Bilag Q. For betydningen for beskyttelsesniveau for lugt henvises til Afsnit 5.4.



## 3 Afskæringskriterier

Til brug ved undersøgelse og oprydning af jordforurening med olieprodukter er ikke formuleret afskæringskriterier for indhold af kulbrinter. Der er derfor behov for en undersøgelse af grundlaget for formulering af afskæringskriterier.

I forbindelse med kriteriegruppens arbejde er det foreslået, at kortlægningskriterier for lav-mobile stoffer kan ændres fra jordkvalitetskriterierne til afskæringskriterierne /32/. Afskæringskriterier for jordforurening er fastlagt for en række stoffer /33/, hvor det er forudsat, at der bag sundhedsvurderingen ligger kroniske og ikke akutte effekter. Afskæringskriterierne for stoffer med kroniske effekter er sat op til 10 gange højere end de sundhedsbaserede kriterier, fordi eksponeringen forventes reduceret med en faktor 10 ved efterlevelse af rådgivning /34/. En lavere faktor end 10 er benyttet for stoffer, hvor specielle forhold tilsiger dette<sup>14</sup>. Afskæringskriterier fastlægges efter konkret vurdering af det enkelte stof /33/.

Jordkvalitetskriterierne for olieprodukter og relaterede stoffer er som nævnt formulerede til enkeltstofferne benzen, tetraethyl- og methylbly, 1,2-dibromethan og PAH forbindelser /31/, hvor der for PAH forbindelserne tillige er formuleret afskæringskriterier. Desuden foreligger jordkvalitetskriterier formulerede for sum af kulbrinter opdelt efter intervaller, men der er ikke formuleret afskæringskriterier for sum af kulbrinter /34/ eller for delfraktioner af kulbrinteblandingen /31/. Det er tidligere angivet /35/, at acceptkriteriet for sum af kulbrinter i mikrobiologisk rensede jord skulle tage højde for afgivelse af lugt og smag til henholdsvis poreluft/grundvand og grundvand.

Forudsætningerne for, at kortlægningskriteriet for sum af kulbrinter kan ændres fra jordkvalitetskriteriet til et niveau på op til 10 gange dette svarende til et afskæringskriterium er altså, at:

- Forureningerne er lav-mobile (i forhold til grundvand og poreluft, herunder lugt)
- Akut giftige stoffer ikke er dimensionerende for fastsættelse af jordkvalitetskriteriet

Forudsætningerne gælder de stoffer omfattet af sum af kulbrinter, som ikke i forvejen tages i betragtning ved separate kriterier. Det skal derudover sikres, at eventuelle lugt- og smagseffekter tages i betragtning.

### 3.1 Rammer for vurdering af forureningernes mobilitet

Forslagene til jordkvalitetskriterier for sum og fraktioner af kulbrinter efter analyse med AnalyCen metoden er, se Afsnit 2.3:

- $C_6$ - $C_{10}$  25 mg/kg TS
- $>C_{10}$ - $C_{25}$  25 mg/kg TS

---

<sup>14</sup> Eksempelvis for chrom af hensyn til risiko for forekomst af særligt giftigt hexavalent chrom eller for kobber på grund af risikoen for akutte og økotoxikologiske effekter.

- $>C_{25}-C_{40}$  150 mg/kg TS
- $C_5-C_{40}$  150 mg/kg TS

Afskæringskriterier til afprøvning vil være 10 gange jordkvalitetskriterierne som angivet i Tabel 3.1. For fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$  henvises til diskussionen i Bilag Q.

Luftkvalitetskriterierne for sum af kulbrinter ligger i intervallet 0,1-0,6 mg/m<sup>3</sup> afhængig af opdeling og grundvandskvalitetskriterierne på 9 µg/L. Derudover er som nævnt formuleret luft- og grundvandskvalitetskriterier for en række andre stoffer og stofgrupper relaterede til olieprodukter.

På den baggrund kan kravet om lav-mobilitet for kulbrinterne formuleres som højest tilladelige udvaskede/afdampede koncentrationer for angivne afskæringskriterier, se Tabel 3.1. Det skal bemærkes, at grundvandskvalitetskriteriet ikke varierer med bredden af det interval, der betragtes, f.eks.:  $C_5-C_{10}$ ,  $C_7-C_{12}$ ,  $C_9-C_{16}$  og  $C_5-C_{35}$ , hvorfor mobilitetskriteriet er holdt på 9 µg/L uanset bredde af det undersøgte interval.

Tabel 3.1  
Forslag til kontrolkriterier for lav-mobilitet af sum og fraktioner af kulbrinter.

Kulbrinter	$C_n-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{35}/C_{40}$	$C_n-C_{35}/C_{40}$
Højest mulige afskæringskriterium, AnalyCen metoden	250 mg/kg	250 mg/kg	1.500 mg/kg	1.500 mg/kg
Højest mulige afskæringskriterium, VKI metoden	250 mg/kg	250 mg/kg	1.000 mg/kg	1.000 mg/kg
Kontrolkriterium for udvaskning	9 µg/L	9 µg/L	9 µg/L	9 µg/L
Kontrolkriterium for afdampning	0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,1 mg/m <sup>3</sup>

Krav om overholdelse af kontrolkriteriet foreslås stillet til poreluft og porevand. Dette kan betragtes som værende i overensstemmelse med forsigtighedsprincippet, idet kulbrinter vil nedbrydes og tilbageholdes under transport til og i grundvand, og fortyndes under transport både til og med grundvand og til udeluft/indeklima.

### 3.2 Rammer for vurdering af forureningernes giftighed

Jordkvalitetskriterierne for sum og fraktioner af kulbrinter er ikke strengt sundhedsbaserede. Normalt vurderes giftighed af olieprodukter primært at være associeret med aromatiske stoffer (f.eks.: benzen, PAH), se f.eks. /36/. En nyere gennemgang af toksicitet af fyringsolie i jord /37/ har vist, at de fleste undersøgte komponenter har lille akut toksicitet, undtagen nogle kvælstof- og svovlforbindelser (tilhører gruppen af NSO forbindelser), samt 1,3,5-trimethylbenzen, som har moderat til høj akut toksicitet. Gennemgangen omfattede ikke BTEXN<sup>15</sup>, PAH og additiver.

Derfor foreslås kravet om ikke akut giftige indholdsstoffer, se ovenfor, formuleret som:

- Der må ikke ved jordkoncentrationer under de foreslåede afskæringskriterier for sum af kulbrinter findes 1,3,5-trimethylbenzen eller NSO forbindelser i koncentrationer højere end et sundhedsbaseret

<sup>15</sup> BTEXN: benzen, toluen, ethylbenzen, xylener og naphtalen.

screeningskriterium beregnet som krævet ved fastsættelse af kvalitetskriterier i jord /38/

Vurdering af forureningernes giftighed er nærmere beskrevet i Kapitel 5.



## 4 Vurderinger af forureningernes mobilitet

I projektet er indsamlet og analyseret 100 jordprøver for sum og fraktioner af kulbrinter, se Afsnit 1.4.2. Afdampning til luft fra disse 100 prøver er vurderet ud fra fordelingsberegninger. Af disse 100 prøver er endvidere udtaget 23 prøver til gennemførelse af udvaskningstest. Endelig er i forbindelse med projekt om håndtering af lettere forurenede jord gennemført udvaskningstest af yderligere 25 jordprøver (dog kun resultater for NSO forbindelser for 21 prøver). Resultaterne for disse test er behandlet sammen med dette projekts data, hvor det har været muligt, mens nærmere oplysninger om prøverne og fremgangsmåde kan findes i /39/.

### 4.1 Udvasningstest

Ud fra tidligere gennemførte detaljerede beregninger /40/ forventedes udvaskningskravet at kunne overholdes fra omkring  $C_{10}$ . Lav udvaskning af højere PAH er tidligere vist for diffust forurenede jord ved kolonnetest /41/.

#### 4.1.1 Jordprøver

Der er gennemført en undersøgelse omfattende:

- Analyse af jordprøver for sum af kulbrinter (20+25), PAH (20+25) og NSO (20+21) forbindelser
- Test af jordprøver for udvaskning af kulbrinter (20+25), PAH (20+25) og NSO (20+21)

De 20 første jordprøver er udvalgt blandt de 100 udtagne prøver for så vidt muligt at belyse forskellig forureningskilde og -alder, således at forskellig startindhold af kulbrinter, PAH og NSO forbindelser, samt forskellig tab ved forvitring kunne belyses. Under indsamling af prøverne viste det sig umuligt at få adgang til specifik information om forureningskilde og -alder.

De efterfølgende 21/25 jordprøver er som nævnt udtaget, analyseret og testet i forbindelse med projekt om håndtering af lettere forurenede jord.

Fordelingen af de testede jordprøver efter sum af kulbrinter (VKI metoden) og fraktion er vist i Tabel 4.1 og fordelingen efter beskrivelse af jorden i Tabel 4.2.

Der er desuden foretaget analyse og test af tre yderligere jordprøver med  $>C_{25}$ - $C_{35}$  dominerende og sum af kulbrinter 100-1.000 mg/kg TS, men udvaskningstest er ikke rapporteret for kulbrinter for disse på grund af prøveforurening, se Afsnit 4.1.3.

Selvom f.eks. den flygtige fraktion kun har været dominerende i en enkelt prøve, har en række prøver indeholdt betydelige koncentrationer af flygtige komponenter.

Tabel 4.1  
Fordelingen af de testede jordprøver efter sum af kulbrinter (VKI metoden) og fraktion.

Fraktionsdominans	Sum af kulbrinter <100 mg/kg TS	Sum af kulbrinter 100- <250 mg/kg TS	Sum af kulbrinter 250- <1.000 mg/kg TS	Sum af kulbrinter 1.000-2.000 mg/kg TS
<C10	0	1	0	0
>C10-C25	2	4	6	4
>C25-C35	11	9	6	2

Tabel 4.2  
Fordelingen af de testede jordprøver efter fordelingen efter beskrivelse af jorden.

	Muld	Sand	Ler	Grus
Antal	13	9	8	15

De tre yderligere jordprøver var muld og grus. En stor del af prøverne var – som normalt for jordprøver fra forureningsundersøgelser – blandinger af forskellige jordarter.

Prøverne til analyse og test er udtaget i forbindelse med løbende undersøgelser af forurenede jord og har omfattet et spektrum fra diffust forurenede jord til frisk forurening med olie- og benzinprodukter.

#### 4.1.2 Analyser af jordprøver og kolonneeluatere

Der blev foretaget analyser for sum af kulbrinter, PAH og NSO forbindelser i jordprøver og i eluater fra kolonnerne, se Tabel 4.3. Analyseprogrammet for NSO er udvidet i forhold til laboratoriernes almindelige NSO analysepakker med muligt akut giftige stoffer som identificeret i /37/.

Der har for nogen prøver og nogen analyseparametre (enkeltstoffer) været forhøjede detektionsgrænser, men for jord ikke over 1 mg/kg og for eluater ikke over 0,3 µg/L.

Analyser for sum og fraktioner af kulbrinter i jord er foretaget ved GC-FID modificeret (udvidet til C<sub>40</sub>) efter VKI metoden (denne undersøgelse og supplerende runde) og AnalyCen metoden (denne undersøgelse) på såvel AnalyCen (alle 100 prøver) og Eurofins (63 prøver). I fortolkning er benyttet resultater for sum og fraktioner af kulbrinter udført efter VKI metoden på AnalyCen (denne undersøgelse) eller Eurofins (supplerende runde).

Analyser for sum og fraktioner af kulbrinter i kolonneeluatere er foretaget efter Eurofins GC-FID metode. Analyser for PAH og NSO forbindelser er foretaget efter Eurofins GC-MS metoder.

Analyse for sum af kulbrinter i kolonneeluatere kunne foretages med en detektionsgrænse på 2-10 µg/L, afhængigt af fraktion for prøvens kulbrinter, hvor grundvandskvalitetskriteriet er 9 µg/L. Detektionsgrænsen var altså ikke tilstrækkelig lav set i forhold til grundvandskvalitetskriteriet, hvis udvaskningen af sum af kulbrinter skulle undersøges. Derfor er suppleret med en vurdering af udvaskelighed af kulbrinter baseret på specifik analyse for PAH, hvor analysedetektionsgrænserne typisk er 1.000 gange lavere end for sum og fraktioner af kulbrinter.



Tabel 4.3

Analyseprogram for jord- og eluatprøver i kolonnetest for udvaskelighed, denne undersøgelse og supplerende runde.

Analyseparameter	Detektionsgrænser		Bemærkninger
	Jord mg/kg TS	Kolonne- eluat µg/L	
<b>Sum af kulbrinter C<sub>6</sub>-C<sub>40</sub></b>	15-25	10	
C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	2-2,5	2	
>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	5	8	I supplerende runde opdelt i >C <sub>10</sub> -C <sub>15</sub> , >C <sub>15</sub> - C <sub>20</sub> og >C <sub>20</sub> -C <sub>25</sub>
>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	10-25	10	
>C <sub>35</sub> -C <sub>40</sub>	15-25	10	
<b>16 PAH</b>			
Naphthalen, acenaphthylen, acenaphthen, fluoren, phenanthren, anthracen, fluoranthen, pyren, benz(a)anthracen, chrysen/triphenylen, benzo(a)fluoranthener (b+j+k), benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,h)anthracen og benzo(g,h,i)perylen	0,005	0,01	
<b>NSO</b>			
Benzofuran, 2-methylbenzofuran, dibenzofuran	0,01	0,01	
Dimetyldisulfid	0,01	0,02	
Thiophen	0,01	0,01- 0,03	
2-Methylthiophen	0,01	0,01	
Benzothiophen, dibenzothiophen	0,01	0,01	
Pyrrol, 1-methylpyrrol	1	0,1	Ikke analyseret for jord i supplerende runde
Quinolin, 4-methylquinolin	0,02	0,01	
Pyridin, 4-methylpyridin	0,05	-	Ikke analyseret i supplerende runde
Acridin	0,01	0,01	
Carbazol	0,02	0,1	
Anilin	0,01	0,05	
4-Methylanilin	0,01-0,02	0,01	
<b>Andre</b>			
1,3,5-Trimethylbenzen	0,01	0,01	Ikke analyseret i supplerende runde

#### 4.1.3 Udvasningstestmetode

Til vurdering af organiske jordforureningers udvasning er tidligere udviklet en kolonnetest /42;43/, se Bilag C. Kolonnetesten er benyttet til test af udvasning af PAH og olie fra jord. Metoden krævede – for test med de nødvendige detektionsgrænser til dette projekt – gennemførelse af tests i triplikat, hvilket specielt for større testserier er meget omkostningstungt. Derfor er i forbindelse med projektet foretaget en opskalering af metoden.

Der blev gennemført udvaskningstest af i alt 23+25 jordprøver, se Bilag D og /39/, og i forbindelse med testen gennemførtes dobbelttest af 3+2 jordprøver og 3+3 blindtest.

Blindtest i første serie af denne undersøgelse (3 jordprøver) viste, at der kunne være forurening af udstyr med kulbrinter i fraktionen  $C_{10}$ - $C_{25}$  (80 µg/L), hvorfor udvaskningsdata for kulbrinter fra denne serie ikke blev benyttet. Der påvist i denne blindprøve endvidere phenanthren, fluoranthen, quinolin og 1,3,5-trimethylbenzen i koncentrationer nær analysedetektningsgrænserne. Resultaterne for disse parametre er ligeledes ikke benyttet. For de efterfølgende to blindtest i denne undersøgelse blev der ikke fundet hverken kulbrinter, PAH eller NSO, med undtagelse af en påvisning af kulbrinter i fraktionen  $C_{10}$ - $C_{25}$  (10 µg/L) tæt på analysedetektningsgrænsen (8 µg/L).

Blindtest i den supplerende runde viste for én runde, at der kunne være forurening med  $C_6$ - $C_{10}$  kulbrinter på niveau 20 µg/L, for en anden runde kun resultater under analysedetektningsgrænserne, og for en tredje runde 35 µg  $C_{10}$ - $C_{25}$  kulbrinter /L. En nærmere analyse af resultaterne for jordprøvetest i samme testrunder viste prøver med resultater under analysedetektningsgrænserne, foruden prøver med høje indhold.

Samlet kan en risiko for tilfældig prøveforurening af de gennemførte tests ikke afvises ud fra de gennemførte blindtests, og der er derfor i den efterfølgende vurdering af data taget hensyn til en beregnet testdetektningsgrænse for sum og fraktioner af kulbrinter som vist i Tabel 4.4.

Tabel 4.4

Testdetektningsgrænse som beregnet fra blindtestresultater efter udelukkelse af én testserie, samt præcision (repeterbarhed, relativ standardafvigelse) som beregnet fra dobbelttestresultater.

	$C_6$ - $C_{10}$	$>C_{10}$ - $C_{25}$	$>C_{25}$ - $C_{35}$	$>C_{35}$ - $C_{40}$	$C_6$ - $C_{40}$
Testdetektningsgrænse (µg/L)	40	55	10	10	65
Præcision (%)	70	44	40	- <sup>16</sup>	57

For at tillade en vurdering af udvaskningen af kulbrinter fra jord trods de høje detektningsgrænser for analyser og test er der suppleret med analyse for 16 PAH i samme interval. Analyse for PAH er udført med lave detektningsgrænser (0,01 µg/L), og test for udvaskning af PAH benyttes til at underbygge testresultaterne for sum af kulbrinter, hvor PAH desuden er mere vandopløselige end de tilsvarende alifatiske kulbrinter, se f.eks. /40/.

#### 4.1.4 Databehandling

Præcision (repeterbarhed) er beregnet som relativ standardafvigelse ud fra den relative variationsbredde for dobbelttest og testdetektningsgrænser ud fra standardafvigelsen for blindtest som beskrevet i /13/.

I beregninger af gennemsnit er først foretaget en opdeling efter resultater under og over detektningsgrænsen, og gennemsnit er beregnet for resultater over detektningsgrænsen. Derefter er i nogle tilfælde (angivet) beregnet gennemsnit for alle resultater, hvor værdier under analysedetektningsgrænsen

<sup>16</sup> Kan ikke beregnes, alle resultater mindre end analysedetektningsgrænsen.

så er talsat til ½ gange detektionsgrænse. I opgørelse af sum af komponenter eller fraktioner er data under detektionsgrænserne ikke medtaget.

Dataoverførsel og opbevaring er kontrolleret ved stikprøvekontrol (25 resultater) af regneark benyttet til databehandling. Det skal bemærkes, at data generelt ikke vurderes at være normalfordelt (statistisk test ikke foretaget). Derfor kan ikke benyttes almindelig statistisk vurdering af overensstemmelse imellem gennemsnitsværdier baseret på standardafvigelse og Student's t-test /44/.

#### 4.1.5 Udvaskning af kulbrinter

Ud fra tidligere gennemførte detaljerede beregninger /40/ forventedes grundvandskvalitetskriteriet at kunne overholdes fra omkring  $C_{10}$ , mens afdampningskravet forventedes at kunne overholdes fra et sted i intervallet  $C_{15}$ - $C_{20}$ . Lav udvaskning af højere PAH tidligere er vist for diffust forurenede jord ved kolonnetest /41/.

Resultaterne af udvaskningstest, se Tabel 4.5, viser, at der fra de fleste af de forurenede prøver udvaskedes kulbrinter (gennemsnit i de 74% prøver med fund: 790 µg/L).

I fraktionen  $>C_{10}$ - $C_{25}$  blev fundet udvaskning af kulbrinter fra de fleste jordprøver (70%, gennemsnit 400 µg/L, højeste 3.300 µg/L). I fraktionen  $C_6$ - $C_{10}$  er der fundet udvaskning af kulbrinter fra cirka halvdelen af jordprøverne (52%, gennemsnit 560 µg/L, højeste 7.700 µg/L).

Der blev fundet lave koncentrationer af  $C_{25}$ - $C_{40}$  kulbrinter udvasket i test af otte prøver (gennemsnit 27 µg/L). De fleste koncentrationer i dette interval var under 25 µg/L, men en enkelt så høj som 100 µg/L. Dette eluat indeholdt to relativt lavtkogende PAH (fluoranthen og pyren) i koncentrationer tæt på analysedetektionsgrænserne, og ikke detekterbare NSO forbindelser. Jordprøven indeholdt kulbrinter i intervallet  $>C_{10}$ - $C_{35}$  samlet i relativ lav koncentration (430 mg/kg TS), lave koncentrationer af enkelte PAH og ingen NSO forbindelser. Tages i betragtning, at vandopløseligheden for enkelte alifatiske kulbrinter, lige kædede alkaner, i intervallet  $C_{25}$ - $C_{40}$  er fra  $10^{-7}$  µg/L og nedad /40/, vurderes detektionen af 100 µg/L  $C_{25}$ - $C_{40}$  kulbrinter i eluatet uden samtidig forekomst af de mere vandopløselige aromater (PAH og NSO forbindelser) at være en testfejl, og resultaterne af udvaskningstesten er taget ud af databehandlingen.

Tabel 4.5

Indhold af kulbrinter i eluat fundet ved udvaskningstest af 20+25 jordprøver, efter udelukkelse af testfejlsresultater.

Fraktion	Kontrolkriterium	Fundne eluatkoncentrationer i de 20+25 udvaskningstest				
		Gennemsnit, fundne	Gennemsnit, alle	Fundfrekvens	Største	Mindste
	µg/L	µg/L	µg/L	%	µg/L	µg/L
$C_6$ - $C_{10}$	9	560	300	52	7.700	<2
$>C_{10}$ - $C_{25}$	9	400	290	70	3.300	<8
$>C_{25}$ - $C_{40}$	9	16	5,8	14	24	<10
$C_6$ - $C_{40}$	9	790	590	74	10.000	<10

Med henblik på en vurdering af udvaskningsforholdene indenfor de relativt brede fraktioner  $>C_{10}-C_{25}$  og  $>C_{25}-C_{40}$  er i Tabel 4.6 vist resultaterne fra udvaskningstest med supplerende fraktionsopdeling af kulbrinterne, hvor antallet af testede jordprøver nu er 25 for  $>C_{10}-C_{25}$  og stadig 20+25 for  $>C_{25}-C_{40}$ .

Der blev fundet udvaskning af kulbrinter igennem hele fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$ , men med faldende gennemsnitlig og højeste koncentrationer fra  $>C_{10}-C_{15}$  til  $>C_{20}-C_{25}$ . Et overslag over testdetektionsgrænsen for  $>C_{20}-C_{25}$  fraktionen baseret på tre blindtests giver 20  $\mu\text{g/L}$ , hvor de fleste udvaskede koncentrationer var over denne værdi. Resultaterne giver i øvrigt ikke anledning til yderligere udelukkelse af testdata.

Tabel 4.6

Indhold af kulbrinter i eluat fundet ved udvaskningstest af 20+25 jordprøver, supplerende fraktionsopdeling.

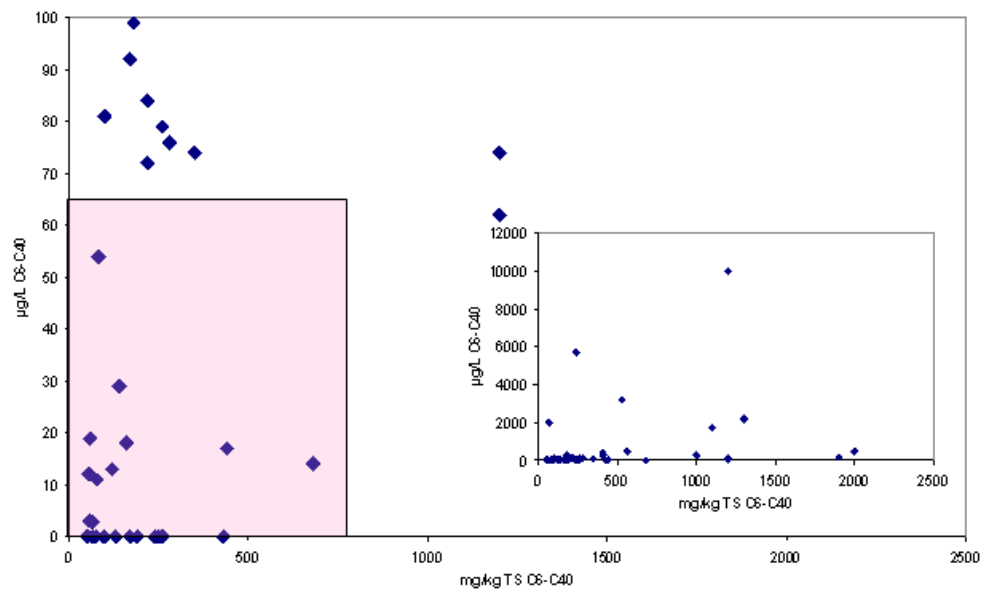
Fraktion	Kontrol-kriterium	Fundne eluatkoncentrationer i de 20+25 udvaskningstest				
		Gennemsnit, fundne	Gennemsnit, alle	Fundfrekvens	Største	Mindste
	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	%	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$
$>C_{10}-C_{25}$						
$>C_{10}-C_{15}$	9	130	74	30	1.300	<2
$>C_{15}-C_{20}$	9	91	54	30	560	<8
$>C_{20}-C_{25}$	9	48	30	30	160	<8
$>C_{25}-C_{40}$						
$>C_{25}-C_{35}$	9	16	7	14	24	<10
$>C_{35}-C_{40}$	9	-	5	0	<10	<10

For  $C_{25}-C_{35}$  kulbrinter gælder som for  $C_{25}-C_{40}$  kulbrinter, at der blev fundet lave koncentrationer af  $C_{25}-C_{40}$  kulbrinter udvasket i nogle tests (14%, gennemsnit 16  $\mu\text{g/L}$ ). Der er ikke påvist  $C_{25}-C_{35}$  kulbrinter i blindtests. Indhold af tunge PAH (svarende til fraktionen  $>C_{25}$ ) og NSO i eluater med  $C_{25}-C_{35}$  påvist kan ikke forklare eluaternes kulbrinteforhold.

Der er ikke fundet  $C_{35}-C_{40}$  kulbrinter udvasket fra jordprøverne. Der er altså ikke bidrag fra det udvidede interval ved overgang fra VKI til AnalyCen metoden til udvaskning.

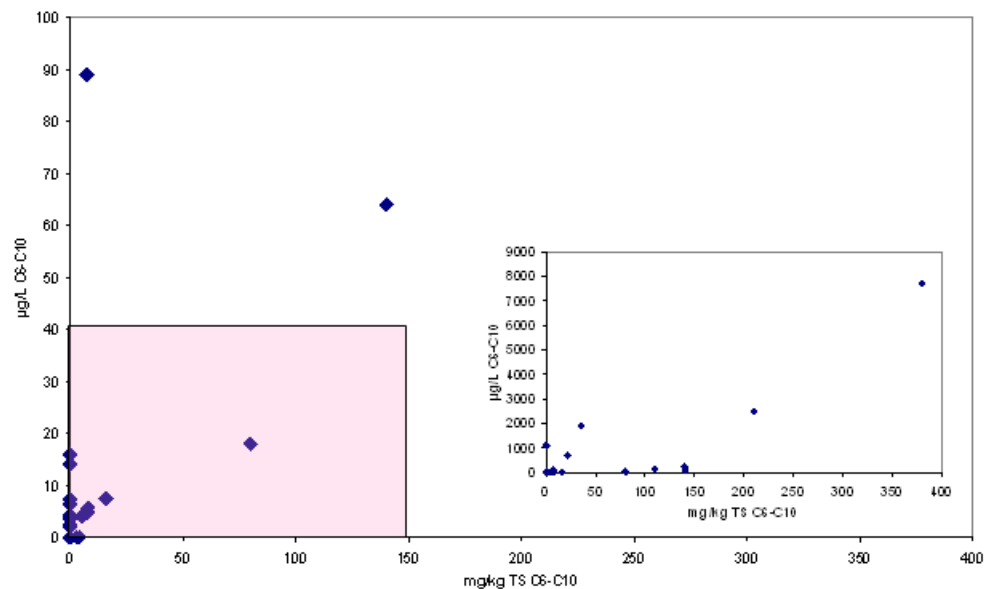
Uden inddragelse af koncentrationerne i jordprøverne kan det konkluderes, at  $C_{35}-C_{40}$  kulbrinter ikke udvaskes, samt at  $C_{25}-C_{35}$  udvaskning er under den anslåede testdetektionsgrænse og i gennemsnit for alle under kontrolkriteriet på 9  $\mu\text{g/L}$ . For fraktionerne op til  $C_{25}$  kan en sådan konklusion ikke drages på dette grundlag.

Der kunne ikke ses sammenhæng imellem koncentrationerne af  $C_6-C_{40}$  kulbrinter i eluat og i jordprøverne, se Figur 4.1. Udvasningstestens usikre område er indtegnet på figuren, hvor i alt 25 jordprøver gav udvaskede koncentrationer over dette område. Resultaterne giver ikke mulighed for at angive en relevant koncentration for sum af kulbrinter, under hvilken der ikke kan påvises udvaskning.



Figur 4.1  
Udvasket sum af kulbrinter, C<sub>6</sub>-C<sub>40</sub>, imod indhold af sum af kulbrinter i jordprøverne.

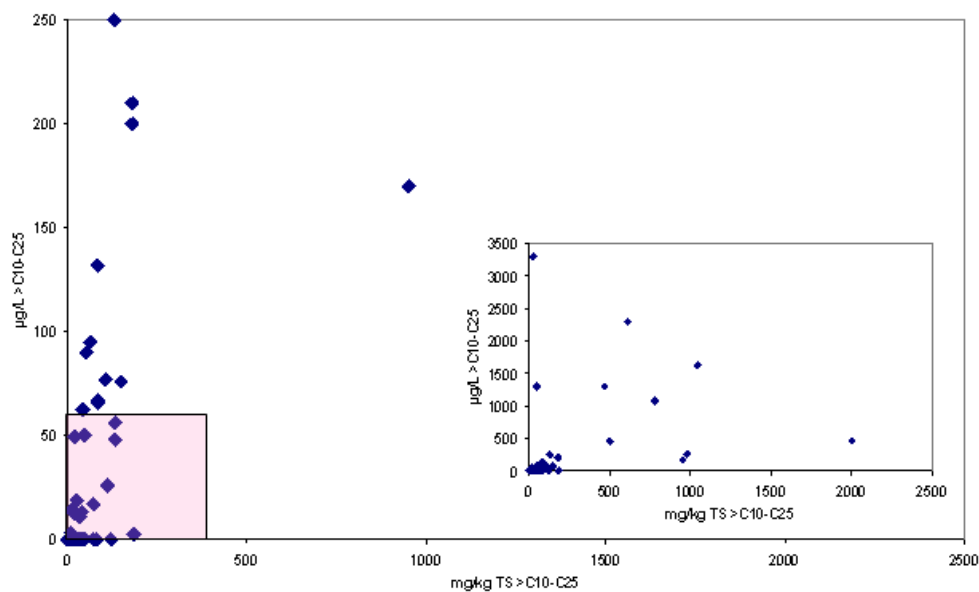
For kulbrinter i fraktionen C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub> viser Figur 4.2, at højere indhold af fraktionen i jorden som tendens også giver højere udvasket koncentration, men også at selv relativt lave koncentrationer i jorden kan give betydelige udvaskede koncentrationer. I alt ni jorder gav anledning til koncentrationer over testens usikre område. Resultaterne giver ikke mulighed for at angive en relevant koncentration for sum af kulbrinter, under hvilken der ikke kan påvises udvaskning.



Figur 4.2  
Udvasket fraktion af kulbrinter, C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>, imod indhold af fraktionen af kulbrinter i jordprøverne.

For kulbrinter i fraktionen >C<sub>10</sub>-C<sub>25</sub> viser Figur 4.3, at højere indhold af fraktionen i jorden som tendens også giver højere udvasket koncentration, men også at selv relativt lave koncentrationer i jorden kan give betydelige udvaskede koncentrationer. I alt 22 jorder gav anledning til koncentrationer

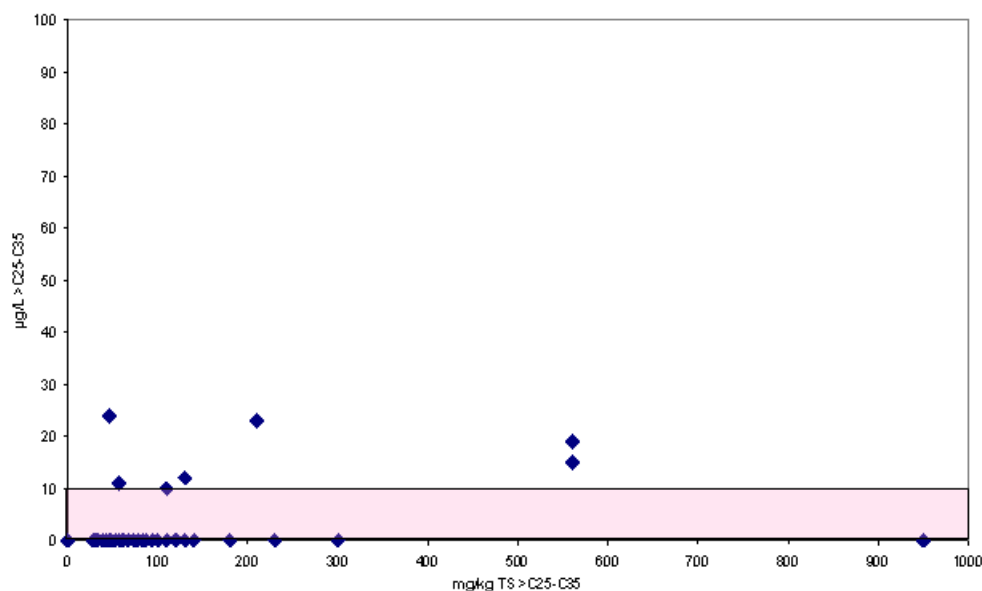
over testens usikre område. Resultaterne giver ikke mulighed for at angive en relevant koncentration for fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$ , under hvilken der ikke kan påvises udvaskning.



Figur 4.3

Udvasket fraktion af kulbrinter,  $>C_{10}-C_{25}$ , imod indhold af fraktionen af kulbrinter i jordprøverne.

For kulbrinter i fraktionen  $C_{25}-C_{35}$  viser Figur 4.4, at højere indhold af fraktionen i jorden ikke giver højere udvasket koncentration. Der optræder lave udvaskede koncentrationer uanset koncentrationen af fraktionen i jorden. I alt syv jorder gav anledning til koncentrationer over testens usikre område. Resultaterne giver ikke mulighed for at angive en relevant koncentration for fraktionen  $C_{25}-C_{35}$ , under hvilken der ikke kan påvises udvaskning.



Figur 4.4

Udvasket fraktion af kulbrinter,  $>C_{25}-C_{35}$ , imod indhold af fraktionen af kulbrinter i jordprøverne.

Da der ikke er fundet  $C_{35}$ - $C_{40}$  kulbrinter udvasket fra jordprøverne, er en vurdering af sammenhæng mellem jordkoncentration og udvasket koncentration ikke relevant.

Da den supplerende fraktionsopdeling af  $C_{10}$ - $C_{25}$  viste udvaskning gradueret over intervallet, og da fraktionen  $C_{25}$ - $C_{35}$  viser forekomst af høj udvaskning uanset jordkoncentration, er en vurdering af sammenhæng mellem jordkoncentration og udvasket koncentration ikke relevant for de supplerende fraktionsopdelinger.

Udvaskede koncentrationer er vist for intervaller af jordkoncentrationer op til jordkvalitetskriterier (JKK), tre gange jordkvalitetskriteriet ( $3*JKK$ ) og 10 gange jordkvalitetskriteriet ( $10*JKK$ ) i Tabel 4.7.

Resultaterne viser udvaskning af kulbrinter for 0-11% af de prøver, der overholder jordkvalitetskriterierne, med de højeste udvaskede koncentrationer for  $C_6$ - $C_{10}$ . Frekvensen af påvist udvaskning er større for jordprøver op til tre og 10 gange jordkvalitetskriteriet, men de højeste udvaskede koncentrationer er ikke systematisk højere.

De relativt høje koncentrationer af  $>C_{10}$ - $C_{25}$  kulbrinter fordeler sig på tre af 27 prøver noget over testdetektionsgrænsen og to prøver med høje udvaskede koncentrationer. For disse fem prøver foreligger ikke supplerende fraktionsopdeling. En visuel vurdering af kromatogrammerne viser, at hovedparten af kulbrinterne for disse fem prøver ligger under  $C_{20}$ . Der er dog også et enkelt eksempel på en relativt høj koncentration af  $>C_{10}$ - $C_{25}$  kulbrinter, som ud fra visuel vurdering af kromatogrammet har et betydeligt bidrag fra kulbrinter over  $C_{20}$ .

Tabel 4.7  
Udvaskede koncentrationer vist for intervaller af jordkoncentrationer, prøver med påvist udvaskning.

Fraktion	Grænse µg/L	Eluatkoncentrationer over testdetektionsgrænse					
		<JKK		<3*JKK		<10*JKK	
		Fund %	Største µg/L	Fund %	Største µg/L	Fund %	Største µg/L
$C_6$ - $C_{10}$	40	7,0	1.100	9,1	1.900	16	2.500
$>C_{10}$ - $C_{25}$	55	0	-	19	3.300	34	3.300
$>C_{10}$ - $C_{15}$	11	17	13	31	50	32	50
$>C_{15}$ - $C_{20}$	32	0	-	7,7	48	7.7	48
$>C_{20}$ - $C_{25}$	20	17	24	31	27	47	100
$>C_{25}$ - $C_{40}$	10	7,1	24	9,1	24	15	24
$>C_{25}$ - $C_{35}$	10	7,1	24	9,1	24	15	24
$>C_{35}$ - $C_{40}$	10	0	-	0	-	0	-
$C_6$ - $C_{40}$	65	11	2.000	34	5.700	45	10.000

Gennemsnittet af udvaskningen er vist for intervaller af jordkoncentrationer i Tabel 4.8.

For alle intervaller af jordkoncentrationer var den gennemsnitlige udvaskning af  $C_6$ - $C_{10}$  fraktionen over testens detektionsgrænse og over grundvandskvalitetskriteriet. For intervaller over jordkvalitetskriteriet var den gennemsnitlige udvaskning af  $>C_{10}$ - $C_{25}$  fraktionen over testens detektionsgrænse og over grundvandskvalitetskriteriet. For alle intervaller var den gennemsnitlige udvaskning af  $>C_{25}$ - $C_{40}$  under testens detektionsgrænse og

under grundvandskvalitetskriteriet. For jordprøver med supplerende fraktionsopdeling i intervallet  $>C_{10}-C_{25}$  var den gennemsnitlige udvaskning under testens detektionsgrænse og på niveau med mobilitetskriteriet for summen indenfor fraktionen. For summen af kulbrinter,  $C_6-C_{40}$ , var den gennemsnitlige udvaskning over testens detektionsgrænse og mobilitetskriteriet for alle intervaller.

Tabel 4.8  
Udvaskede koncentrationer vist for intervaller af jordkoncentrationer, alle prøver.

Fraktion	Test-detektions- grænse $\mu\text{g/L}$	Eluatkoncentrationer over testdetektionsgrænse		
		<JKK Gennemsnit alle $\mu\text{g/L}$	<3*JKK Gennemsnit alle $\mu\text{g/L}$	<10*JKK Gennemsnit alle $\mu\text{g/L}$
$C_6-C_{10}$	40	48	91	140
$>C_{10}-C_{25}$	55	11	200	160
$>C_{10}-C_{15}$	11	5,8	9,1	8,9
$>C_{15}-C_{20}$	32	6,8	12	14
$>C_{20}-C_{25}$	20	7,8	11	19
$>C_{25}-C_{40}$	10			
$>C_{25}-C_{35}$	10	5,8	6,2	6,6
$>C_{35}-C_{40}$	10	5 <sup>17</sup>	5	5
$C_6-C_{40}$	65	130	270	600

Samlet vurderes, at kulbrinter i fraktionen fra  $C_{25}$  og op kun i begrænset omfang udvaskes (lav hyppighed, lave koncentrationer og lav gennemsnitlig koncentration) uanset jordkoncentration. For fraktionen  $>C_{10}-C_{25}$  vil de fleste jordprøver vise begrænset udvaskning, men for enkelte jordprøver vil der ses betydelig udvaskning allerede i intervallet imellem jordkvalitetskriteriet og tre gange dette. Udvasningen af fraktionen  $C_6-C_{10}$  vil allerede fra koncentrationer under jordkvalitetskriteriet kunne udvaskes i betydelig grad.

#### 4.1.6 Udvasning PAH

Indholdet af PAH i forurenede jord er reguleret af selvstændige kriterier. Udvasningen af PAH er derfor i denne rapport alene benyttet til at supplere udvasningsdata for sum og fraktioner af kulbrinter, der som tidligere beskrevet, se Afsnit 4.1.3, ikke kan udføres med en tilfredsstillende lav detektionsgrænse.

Indholdet af polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH) i jordprøverne er vist i Tabel 4.9 sammen med indholdet i eluater.

Af de testede prøver overskrider 31 ét af jordkvalitetskriterierne for sum af PAH (4 mg/kg TS), benzo(a)pyren (0,3 mg/kg TS) eller dibenz(a,h)anthracen (0,3 mg/kg TS), mens fem tillige overskrider ét af afskæringskriterierne for sum af PAH (40 mg/kg TS), benzo(a)pyren (3 mg/kg TS) eller dibenz(a,h)anthracen (3 mg/kg TS).

Af de testede prøver overskrider de udvaskede koncentrationer for otte af 50 grundvandskvalitetskriteriet for sum af PAH (0,2  $\mu\text{g/L}$ ). En meget stor del af eluatprøverne indeholdt PAH, men med faldende koncentration og hyppighed med stigende størrelse af PAH forbindelserne (lodret nedad i Tabel 4.9).

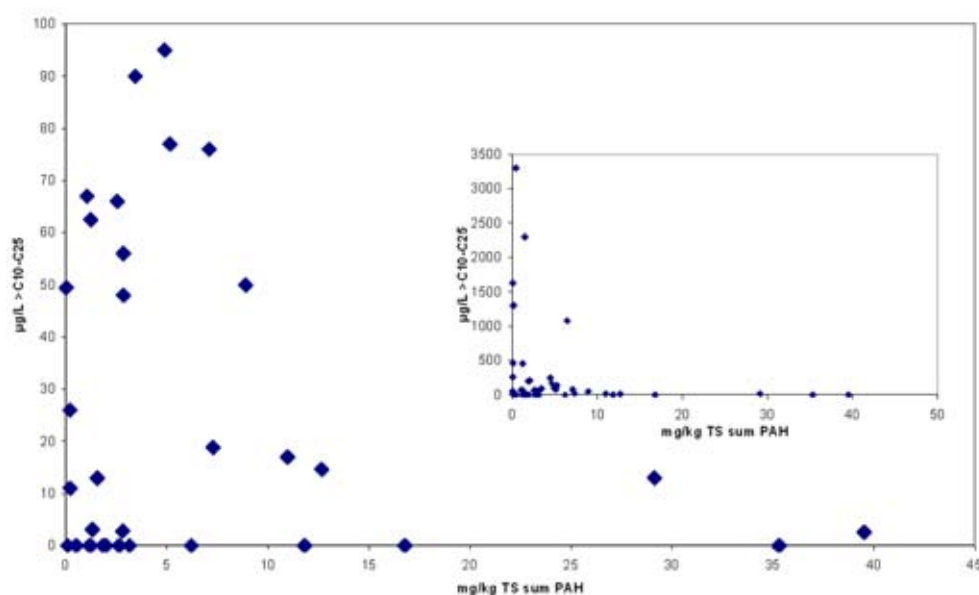
<sup>17</sup> Alle eluater viste mindre end analysedetektionsgrænsen, værdien svarer derfor til  $\frac{1}{2}$  gange detektionsgrænsen.



Jordprøver med høj udvaskning af kulbrinter, se Tabel 4.7, er ikke prøver med indhold af PAH over afskæringskriteriet. Ligeledes er der ikke en klar sammenhæng imellem udvaskede kulbrinter i fraktionerne  $>C_{10}-C_{25}$  (Figur 4.5) og  $>C_{25}-C_{40}$  (ikke vist) og jordprøvernes indhold af PAH. Det er altså ikke sådan, at stor udvaskning af tungere kulbrinter umiddelbart hænger sammen med stor udvaskning af PAH. PAH forbindelser i interval over det, der svarer til  $C_{25}$ , er kun fundet i relativt få eluater og kun i koncentrationer under  $0,1 \mu\text{g/L}$ .

Tabel 4.9  
Indhold af PAH i jord og udvaskede koncentrationer af PAH.

PAH forbindelse	Jord			Eluat		
	Gennemsnit, fundne mg/kg TS	Gennemsnit, alle mg/kg TS	Fund %	Gennemsnit, fundne $\mu\text{g/L}$	Gennemsnit, alle $\mu\text{g/L}$	Fund %
Naphthalen	0,14	0,13	92	8,3	5,2	62
Acenaphthylen	0,19	0,17	91	0,095	0,037	36
Acenaphthen	0,070	0,043	60	0,42	0,21	50
Fluoren	0,089	0,075	83	0,75	0,35	46
Phenanthren	0,80	0,75	94	0,52	0,34	64
Anthracen	0,34	0,31	91	0,15	0,11	70
Fluoranthen* $\square$	1,8	1,8	98	0,12	0,092	76
Pyren	1,7	1,7	100	0,13	0,097	76
Benz(a)anthracen	0,81	0,80	98	0,031	0,013	32
Chrysen/triphenylen	0,84	0,81	96	0,032	0,015	38
Benzofluoranthener (b+j+k)* $\square$	1,6	1,6	98	0,052	0,020	32
Benzo(a)pyren* $\square$	1,0	0,96	94	0,047	0,013	18
Indeno(1,2,3-cd)pyren* $\square$	0,63	0,60	94	0,037	0,010	16
Dibenz(a,h)anthracen*	0,16	0,14	81	0,018	0,0058	6
Benzo(g,h,i)perylen $\square$	0,74	0,57	77	0,045	0,012	18
Sum af PAH <sup>18</sup>	5,0	5,0	100	0,17	0,14	76

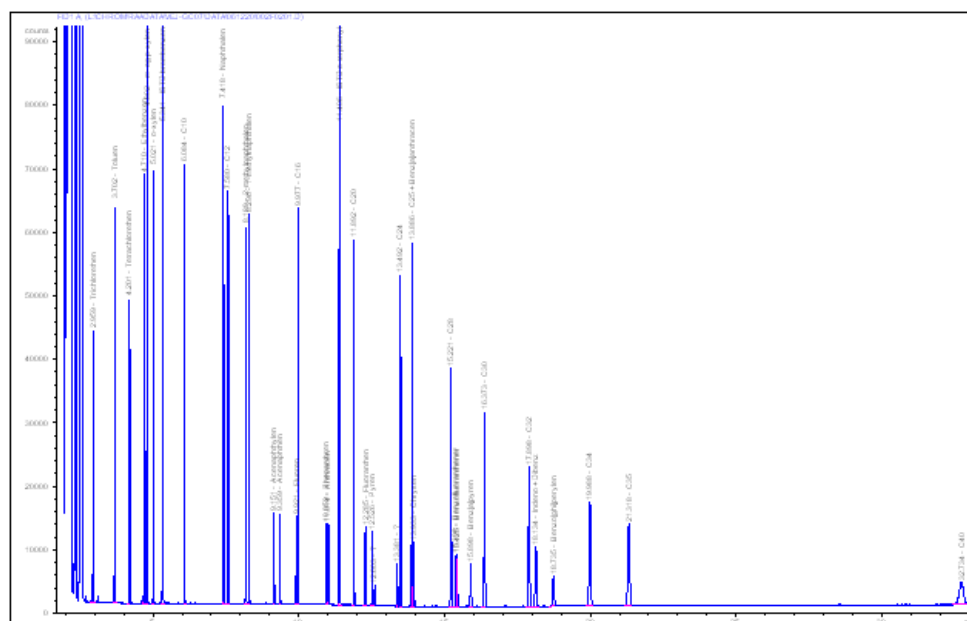


<sup>18</sup> \*Markerede for jord,  $\square$ Markerede for grundvand.

Figur 4.5  
Udvasket fraktion af kulbrinter, >C<sub>10</sub>-C<sub>25</sub>, imod indhold af sum PAH i jordprøverne.

Udvaskningen af alifatiske kulbrinter (f.eks. alkaner) og aromatiske kulbrinter (f.eks. BTEX og PAH) er af samme størrelsesorden indtil et ækvivalent kulstofal<sup>19</sup> på cirka 10 /40/. Derefter falder udvaskeligheden af aromater langsommere med ækvivalent kulstofal end alifater. Sagt på en anden måde, vil vurdering af udvaskning baseret på aromater være forsigtig i forhold til vurdering baseret på alifater.

Ækvivalent kulstofal svarer til rækkefølgen af stoffer, når de ses i et GC-FID kromatogram, se Figur 4.6 og Tabel 4.10.



Figur 4.6  
GC-FID kromatogram af alifatiske og aromatiske kulbrinter.

Man kan altså foretage en forsigtig vurdering af udvaskningen af sum og fraktioner af kulbrinter ved at vurdere udvaskningen af PAH forbindelser opdelt som vist i Tabel 4.11. I denne undersøgelse er ikke analyseret for BTEX, hvorfor der ikke kan foretages en aromat baseret vurdering for fraktionen op til C<sub>10</sub>. På grund af manglende PAH i intervallet C<sub>35</sub>-C<sub>40</sub>, og fordi en del jordprøver ikke er analyseret for denne fraktion, er den øverste fraktion afgrænset til C<sub>35</sub>.

Tabel 4.10  
Retentionstider for alifatiske og aromatiske kulbrinter på GC-FID opdelt efter fraktioner.

Navn	Retentionstid GC-FID
<b>C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub></b>	
Toluen	3,70
Ethylbenzen	4,71
m- og p-xylen	4,80

<sup>19</sup> Ækvivalent kulstofal er antal kulstofatomer normeret til kogepunkt for stoffet.

Navn	Retentionstid GC-FID
o-xylen	5,02
C <sub>10</sub>	6,08
>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	
Naphthalen	7,42
C <sub>12</sub>	7,58
Acenaphthylen	9,15
Acenaphthen	9,36
Fluoren	9,92
C <sub>16</sub>	9,98
Phenanthren	10,96
Anthracen	11,01
C <sub>20</sub>	11,89
Fluoranthren	12,29
Pyren	12,53
C <sub>24</sub>	13,49
C <sub>25</sub> + Benz[a]anthracen	13,89
>C <sub>25</sub> -C <sub>40</sub>	
Chrysen	13,93
C <sub>28</sub>	15,22
Benzofluoranthener	15,40
Benz[a]pyren	15,90
C <sub>30</sub>	16,37
C <sub>32</sub>	17,90
Indeno + Dibenz	18,13
Benzo[ghi]perylen	18,73
C <sub>34</sub>	19,99
C <sub>35</sub>	21,32
C <sub>40</sub>	32,73

Tabel 4.11  
Opdeling af PAH efter fraktionsgrænser for kulbrinter.

Fraktion	PAH
>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	Naphthalen, acenaphthylen, acenaphthen, fluoren, phenanthren, anthracen, fluoranthren, pyren, benz(a)anthracen
>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	Chrysen/triphenylen, benzofluoranthener (b+j+k), benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,h)anthracen og benzo(g,h,i)perylen

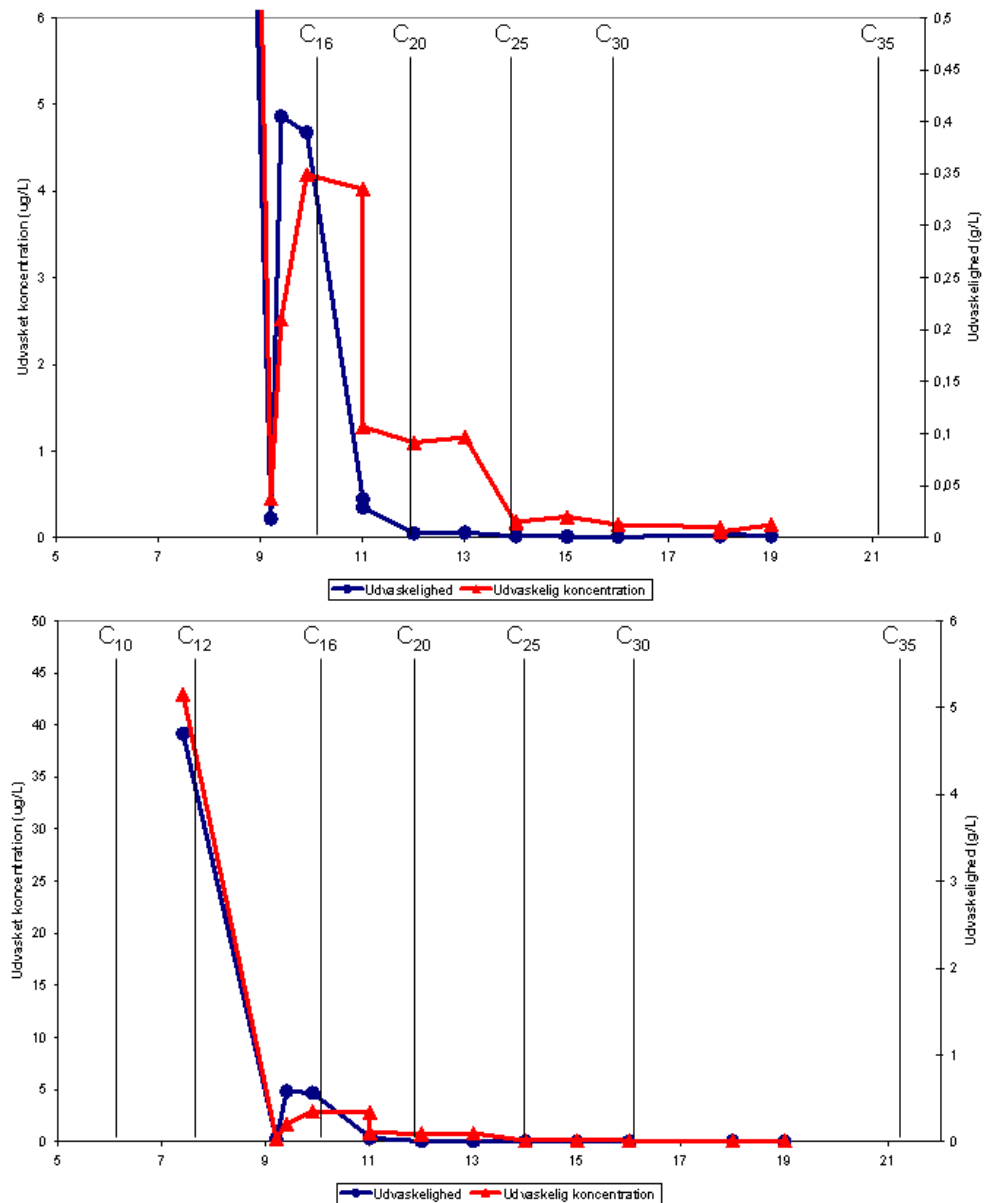
Beregning af den gennemsnitlige udvaskelige fraktion af kulbrinter og af PAH, se Tabel 4.12, viser den forventede langt lavere udvaskelighed af både PAH og kulbrinter for intervallet over C<sub>25</sub>, sammenholdt med intervallet under C<sub>25</sub>.

Tabel 4.12  
Fraktion af kulbrinter i jord udvasket, opdelt efter fraktioner, beregnet som µg/L udvasket pr. mg/kg TS i jorden.

Fraktion	PAH	Kulbrinter
>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	1,2	1,9
>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	0,025	0,12

Samtidig ses, at der udvaskes en mindre del af jordprøvernes PAH i begge fraktioner end af kulbrinter samlet. Dette tyder på, at en del af analyseresultaterne for kulbrinter i eluater omfatter kulbrinter, der er mere polære og udvaskelige end både alifatiske kulbrinter og PAH. Dette er mest markant for >C<sub>25</sub>-C<sub>35</sub>.

En bedre vurdering af udvaskningen kan fås ved at inddrage resultaterne af den supplerende fraktionering og opdele PAH forbindelserne efter disse. Figur 4.7 viser op til cirka  $C_{20}$  i gennemsnit høj udvaskelighed og udvaskning til høje koncentrationer, men med stor variabilitet. Over  $C_{20}$  er udvaskeligheden lav (under 0,05 g/L), og over  $C_{25}$  er de udvaskede koncentrationer også lave (fra 0,020  $\mu\text{g/L}$  og nedad).



Figur 4.7  
Gennemsnitlig udvaskede koncentrationer og udvaskelighed af PAH fra 20+25 jorder, øverst for  $C_{15}$ - $C_{35}$ , nederst for  $C_{10}$ - $C_{35}$ .

En forsigtig overgrænse for udvaskede, gennemsnitlige koncentrationer af fraktioner af kulbrinter er udregnet fra de gennemsnitlige udvaskeligheder af PAH opdelt efter fraktioner af kulbrinter og det gennemsnitlige indhold af fraktionerne i jordprøverne. Der er valgt den højeste gennemsnitlige udvaskelighed for hver fraktion til beregningerne for at fastholde den forsigtige vurdering. Resultaterne viser, se Tabel 4.13, at beregning af udvaskning af kulbrinter ud fra PAH udvaskning overvurderer udvaskningen

målt ved udvaskningstest for kulbrinter under  $C_{15}$ , men giver samme størrelsesorden for kulbrinter over  $C_{15}$ .

Beregningsmetoden baseret på udvaskelighed af PAH er i Tabel 4.14 benyttet til at beregne størrelsesordenen af udvaskede koncentrationer af kulbrinter for indhold i jorden udtrykt i multiplum af jordkvalitetskriteriet.

Tabel 4.13

Udvaskede koncentrationer af kulbrinter beregnet ud fra gennemsnitlig udvaskelighed af PAH og gennemsnitlige jordkoncentrationer af kulbrinter sammenholdt med gennemsnitlige eluatkoncentrationer.

Fraktion	PAH valgt til beregning	Beregnet gennemsnitskoncentration, udvasket $\mu\text{g/L}$	Gennemsnitlig eluatkoncentration, fundet $\mu\text{g/L}$
$>C_{10}-C_{25}$	Naphtalen	3.500	290
$>C_{10}-C_{15}$	Naphtalen	2.500	74
$>C_{15}-C_{20}$	Phenanthren	22	54
$>C_{20}-C_{25}$	Fluoranthen	8,7	30
$>C_{25}-C_{35}$	Benzoflouranthener	6,0	7

Tabel 4.14

Beregnete udvaskede koncentrationer af kulbrinter vist for intervaller af jordkoncentrationer.

Fraktion	JKK $\text{mg/kg TS}$	Beregnet udvasket koncentration		
		$<JKK$ $\mu\text{g/L}$	$<3*JKK$ $\mu\text{g/L}$	$<10*JKK$ $\mu\text{g/L}$
$>C_{10}-C_{25}$	25	100-1.000	$>1.000$	$>1.000$
$>C_{10}-C_{15}$	25	100-1.000	$>1.000$	$>1.000$
$>C_{15}-C_{20}$	25	10-100	10-100	100-1.000
$>C_{20}-C_{25}$	25	$<10$	10-100	10-100
$>C_{25}-C_{35}$	100	$<10$	10-100	10-100

Samlet vurderes, at udvaskede kulbrinter indeholder forbindelser, der er mere polære og udvaskelige end alifatiske kulbrinter og PAH. Desuden vurderes ud fra forsigtige beregninger baseret på PAH forbindelsers udvaskelighed, at kulbrinter i jord op til tre gange jordkvalitetskriteriet kun i begrænset omfang ( $<100 \mu\text{g/L}$ ) vil udvaskes for fraktioner over  $C_{15}$  og op til 10 gange jordkvalitetskriteriet for fraktioner over  $C_{20}$ .

#### 4.1.7 Udvasning NSO

I forbindelse med vurdering af jordforurening med fyringsolie er der peget på, at særligt organiske kvælstof- og svovlforbindelser kan være kritiske med hensyn til både giftighed og lugt af jord forurennet med fyringsolie /37/. Samtidig kan denne type stoffer være mere mobile end andre petrogene kulbrinter som alkaner og PAH forbindelser /45/, og dermed kan NSO udvaskning muligvis bidrage til den fundne relativt høje udvaskning af kulbrinter i fraktionerne  $>C_{10}-C_{25}$  og  $>C_{25}-C_{40}$ .

Udvaskningsresultaterne for NSO er opsummeret i Tabel 4.15. Der er fundet udvaskning af 13 ud af 16 NSO forbindelser, i gennemsnit i intervallet 0,03-0,9 µg/L. For anilin, dimetyldisulfid og dibenzofuran er fundet koncentrationer over 1 µg/L. Anilin, dimetyldisulphid, benzothiophen, dibenzothiophen og dibenzofuran er fundet udvasket fra 20-47% af prøverne, altså med relativ høj hyppighed. De gennemsnitlige koncentrationer for alle prøver var alle under 1 µg/L, og 4-methylanilin, quinoliner, acridin, carbazol, 2-methylthiophen, dibenzothiophen og benzofuraner under 0,1 µg/L.

Summen af NSO forbindelser udgør i gennemsnit 0,61% af den udvaskede fraktion >C<sub>10</sub>-C<sub>25</sub> og højst 7,5% for en enkelt prøve. Tilsvarende udgør summen af udvaskede NSO forbindelser højst 14% af den udvaskede fraktion >C<sub>25</sub>-C<sub>40</sub> for de relativt få jordprøver med udvaskning i denne fraktion. NSO forbindelser giver altså ikke et betydeligt bidrag til udvaskede kulbrinter.

Tabel 4.15  
Indhold af NSO i eluat fundet ved udvaskningstest af 20+21 jordprøver.

Fraktion	Fundne eluatkoncentrationer i de 20+21 udvaskningstest				
	Gennemsnit, fundne µg/L	Gennemsnit, alle µg/L	Fundfrekvens %	Største µg/L	Mindste µg/L
Anilin	0,35	0,25	26	2,9	<0,1
4-Methylanilin	0,035	0,089 <sup>20</sup>	6,4	0,07	<0,01
Pyridin	i.a. <sup>21</sup>	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
4-Methylpyridin	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Quinolin	0,042	0,013	6,4	0,073	<0,01
4-Methylquinolin	0,031	0,027	4,3	0,032	<0,01
Pyrrol	-	-	0	<0,1	<0,1
1-Methylpyrrol	-	-	0	<0,1	<0,1
Acridin	0,12	0,035	11	0,48	<0,01
Carbazol	0,50	0,094	11	1,0	<0,03
Dimetyldisulfid	0,39	0,19	47	2,6	<0,02
Thiophen	-	-	0	<0,1	<0,01
2-Methylthiophen	0,057	0,0089	4,3	0,10	<0,01
Benzothiophen	0,92	0,32	32	4,3	<0,01
Dibenzothiophen	0,087	0,023	21	0,34	<0,01
Benzofuran	0,079	0,026	4,3	0,12	<0,01
2-Methylbenzofuran	0,064	0,012	4,3	0,094	<0,01
Dibenzofuran	0,34	0,12	32	1,2	<0,01

Der er påvist én eller flere NSO forbindelser i alle prøver med en gennemsnitlig værdi på 1,3 µg/L sum NSO og en højeste værdi for en enkelt prøve på 7,5 µg/L sum NSO.

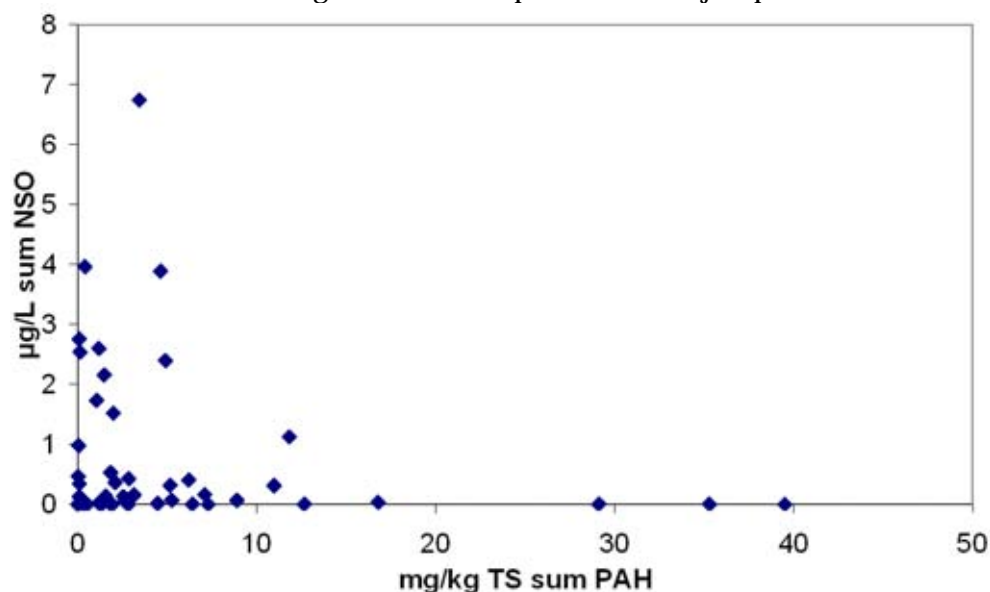
Høje udvaskede koncentrationer af NSO forbindelser er ikke fundet at have sammenhæng med indhold af PAH i jorden over afskæringskriteriet, ligesom der ikke er lineær sammenhæng imellem udvaskede NSO og jordens oprindelige indhold af PAH, se Figur 4.8.

Ligeledes er der ikke lineær sammenhæng imellem udvasket sum af NSO og jordens indhold af sum af NSO (plot ikke vist), og for en række jordprøver

<sup>20</sup> Gennemsnit alle er højere end gennemsnit fund, fordi der for en række prøver har været forhøjet detektionsgrænse.

<sup>21</sup> i.a.: Ikke analyseret.

har indholdet af NSO været under detektionsgrænsen for analysemetoden for jord, mens stofferne har kunnet påvises i eluater. Dette skyldes en kombination af en høj udvaskelighed for de polære NSO forbindelser og en relativt lavere detektionsgrænse for eluatprøver end for jordprøver.



Figur 4.8  
Udvasket sum af NSO imod indhold af sum PAH i jordprøverne.

Samlet vurderes det ikke, at udvaskning af NSO fra en jordprøve kan vurderes ud fra analyseresultater for PAH. Giftighed af NSO er vurderet i Afsnit 5.1 og 5.2.

#### 4.2 Afdampning

Forsøg med afdampning fra jord tilsat forskellige olieprodukter /46/ tydede på, at afdampningskravet ville kunne overholdes fra et sted i intervallet  $C_{15}$ - $C_{20}$ , men undersøgelsen var designet til andet formål og kan dermed ikke eftervise, men kun sandsynliggøre konklusionen. Derfor er foretaget en beregningsmæssig vurdering af afdampningen fra jord forurenet med olieprodukter.

Ud fra målte koncentrationer af kulbrinter efter VKI metoden og opdelt i intervaller efter ækvivalent kulstof, se Afsnit 4.1.6, i 84 jordprøver er beregnet poreluftkoncentrationer for sum og fraktioner og sammenholdt med luftkvalitetskriterierne, samt det opstillede mobilitetskriterium på  $0,1 \text{ mg/m}^3$ , se detaljer i Bilag G, samt omtalen af mobilitetskriterierne i Afsnit 3.1.

De tilsvarende beregninger er foretaget for PAH og NSO forbindelser i de 23 jordprøver analyseret for disse i denne undersøgelse. Der er endvidere foretaget en sammenligning af beregningsmetodens resultater for porevand i forhold til resultaterne fundet ved udvaskningstestene for de sidstnævnte 23 jordprøver, se Bilag F.

Beregningsmetoden svarer til den, der er udarbejdet i forbindelse med projektet *Kemisk profil over sammensætning af olie og benzin* /47/, i det følgende betegnet "oliesammensætningsprojekt", idet profilerne dog er modificeret i forhold til anvendelsen i denne undersøgelse.

Metoden er baseret på data indsamlet vedrørende sammensætningen af en række benzin- og olieprodukter og de på denne baggrund opstillede profiler for disse produkter. Princippet for opstillingen af profilerne er at underinddele det totalt målte kulbrinteindhold dels i alifatiske og aromatiske kulbrinter, dels i et antal fraktioner (baseret på ækvivalent kulstofantal og dermed indirekte på en kombination af kogepunktet og antal kulstofatomer for hver kulbrinte). For hver fraktion blev i "oliesammensætningsprojektet" udpeget en "typisk" indikatorforbindelse (gældende for alle produkttyper), og for hver produkttype opstilledes en procentfordeling for, hvorledes sammensætningen fordeler sig på de valgte fraktioner baseret på de indsamlede data. Ved hjælp af de opstillede profiler kan på tilsvarende måde som ved hjælp af JAGG-modellen beregnes en resulterende koncentration i henholdsvis poreluft og porevand, idet der dog ved beregningerne tages højde for, at hvert produkt er en blanding af enkeltforbindelser, hvorfor molbrøken af enkeltforbindelsen i blandingen inddrages i beregningerne.

Metoden kan tage højde for, at der er målt enten totalindhold af kulbrinter, kulbrinter opdelt i fraktioner (typisk  $C_5$ - $C_{10}$ ,  $C_{10}$ - $C_{25}$  og  $C_{25}$ - $C_{35}$ , plus for AnalyCen metoden  $C_{35}$ - $C_{40}$ ), eller eventuelt supplerende bestemmelse af BTEX og/eller  $C_9$  og  $C_{10}$  aromater. Metoden er nærmere beskrevet i Bilag F, hvor også principielle fejlkilder er diskuteret.

I denne undersøgelse er de i "oliesammensætningsprojektet" udpegede indikatorstoffer suppleret med flere komponenter, specielt  $C_9$ - $C_{10}$  aromater og alifater, dels for at kunne udføre beregningerne for den supplerende fraktion,  $C_{35}$ - $C_{40}$ , som indgår i den ny AnalyCen analysemetode, dels for bedre at beskrive fraktionerne. Der er anvendt oplysninger om procentuelt indhold af enkeltkomponenter og fraktioner svarende til "oliesammensætningsprojektet". Se i øvrigt Bilag F.

På baggrund af sammenligning af beregnede porevandskoncentrationer og målte eluatkoncentrationer fra udvaskningstest er den samlede vurdering, at de beregnede værdier svarer rimeligt til de målte værdier for jordprøver med kulbrinter over  $C_{25}$ . Derimod er der stor variabilitet (beregningerne både over- og underestimerer i forhold til målt udvaskning for forskellige jordprøver) for kulbrintesammensætning med blandede fraktioner og kulbrintefraktioner op til  $C_{25}$ , samt for PAH og NSO i alle jordprøver.

De beregnede poreluftkoncentrationer er vist i Tabel 4.18. Der har ikke i projektet været foretaget måling af afdampning, hvorfor beregningen af afdampningen ikke kan vurderes i forhold til målte koncentrationer. Poreluftkoncentrationerne for de øvrige jordprøver er gengivet i Bilag G.

De beregnede afdampningskoncentrationer er sammenlignet med luftkvalitetskriterierne /31/ for henholdsvis enkeltkomponenter og fraktioner, se Tabel 4.16. Herved er det vurderet, om nogle af de analyserede jordprøver vil overskride luftkvalitetskriteriet i poreluften, samt det her opstillede mobilitetskriterium på  $0,1 \text{ mg/m}^3$ .



Tabel 4.16

Luftkvalitetskriterier /31/, kun parametre relevante for olie- og benzinprodukter med luftkvalitetskriterium vist.

Stofnavn	CAS-nr.	Luftkvalitetskriterium, afdampning
		mg/m <sup>3</sup>
Alkylbenzener, aromatiske kulbrinter	-	0,03
Benzen	71-43-2	0,00013
<u>Benzin (motorbenzin)</u>		
C5-C10 kulbrinter		-
Benzen	71-43-2	0,00013
Toluen	108-88-3	0,4
Xylener	1.330-20-7	0,1
Alkylbenzener		0,03
<u>Dieselolie/ fyringsolie/ gasolie</u>		
C5 - C35 kulbrinter		0,1
Benzen	71-43-2	0,00013
Toluen	108-883	0,4
Xylener	1.330-20-7	0,1
Alkylbenzener, aromatiske kulbrinter		0,03
Mineralsk terpentin, aromatfri		
C7-C12 kulbrinter		0,6
<u>Mineralsk terpentin, aromatholdig</u>		
C7-C12 kulbrinter		0,2
alkylbenzener, aromatiske kulbrinter		0,03
Naphthalen	91-20-3	0,04
<u>Petroleum</u>		
C9 - C16		0,1
Alkylbenzener, aromatiske kulbrinter		0,03
Toluen	108-88-3	0,4
Xylener	1.330-20-7	0,1
(o-,m-,p-xylen + ethylbenzen)		

Kriterierne i Tabel 4.16 er sammen med mobilitetskriteriet benyttet til at udvælge værdier for acceptable poreluftkoncentrationer (ALK) baseret på afdampning af specifikke for enkeltkomponenter eller fraktioner af kulbrinter, Tabel 4.17. ALK værdierne er omformulerede til de fraktionsopdelinger, der opnås ved VKI og AnalyCen analysemetoderne.

Tabel 4.17

Forslag til acceptable luftkoncentrationer (ALK) for enkeltkomponenter og fraktioner af kulbrinter.

Stof/fraktion	ALK mg/m <sup>3</sup>
C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> Kulbrinter	0,1
>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub> Kulbrinter	0,1
>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub> Kulbrinter	0,1
C <sub>5</sub> - C <sub>35</sub> Kulbrinter	0,1
1,3,5-trimethylbenzen	0,03

Der anvendes for 1,3,5-trimethylbenzen luftkvalitetskriteriet for alkylbenzener, da stoffet indgår her. Tilsvarende anvendes for fraktioner af kulbrinter luftkvalitetskriteriet for sum af kulbrinter, da alle fraktioner indgår her.

For kulbrinter op til  $C_{25}$  overskrides ALK værdierne væsentligt i poreluft for alle prøver. For kulbrinter over  $C_{25}$  overskrides ALK værdierne ikke for nogen prøver. For 1,3,5-trimethylbenzen overskrides ALK værdien for omtrent halvdelen af prøverne, i flere tilfælde i væsentlig grad. Bemærk, at 1,3,5-trimethylbenzen er en kulbrinte i intervallet  $C_6$ - $C_{10}$ .

Med henblik på at vise bidraget til indeklima af de beregnede poreluftkoncentrationer er i Tabel 4.19 vist bidrag til indeklimaet for kulbrintefraktionerne (se Bilag F for forudsætninger), samt omregningsfaktorer fra poreluft til indeklimabidrag for fraktioner og sum af kulbrinter. I beregning af den samlede faktor indgår de målte PAH og NSO. Det ses af Tabel 4.19, at for  $>C_{25}$ - $C_{35}$  overskrides luftkvalitets- og mobilitetskriterier som forventeligt ikke i indeklimaet. For  $>C_{10}$ - $C_{25}$  er der enkelte overskridelser for sandede jorder. For  $C_6$ - $C_{10}$  overskrides kriterierne for seks prøver, heraf flere væsentligt. Prøver med overskridelser for fraktionen havde en kulbrintesammensætning med blandede fraktioner, og overskridelserne sås primært igen for sandede jorder. Der erindres om, at beregningernes overensstemmelse med målinger for porevand var dårlig netop for kulbrintesammensætning med blandede fraktioner, og fremgangsmåden kan altså være mindre retvisende for netop disse prøver. Beregningerne vist i Tabel 4.19 viser tillige, at poreluft typisk fortyndes faktor 20.000-40.000 frem til indeklimabidrag, dog væsentligt mindre for sandede jorder. For enkeltstofferne er denne fortyndingsfaktor fundet til imellem 700 og 27.000 afhængigt af stof og jordart (beregningresultater ikke vist).

Det skal bemærkes, at de beregnede indeklimabidrag og fortyndingsfaktorer inddrager både diffusion igennem jorden og transport over gulvkonstruktioner. Fortyndingsfaktorerne kan dermed forventes at være større end de cirka 100, som betragtes som realistisk alene for transport over gulvkonstruktioner /29;48/. Der henvises til Bilag F for en nærmere beskrivelse af de beregningsmæssige forudsætninger for indeklimabidrag og fortyndingsfaktorer.

Af de tidligere nævnte overskridelser af kriterierne i poreluft for enkeltstoffer vil kun en enkelt medføre overskridelse af kriterieværdierne som indeklimabidrag (1,3,5-trimethylbenzen, R-128-6, høj jord koncentration af stoffet, sandet til gruset jord).

Vurdering af beregningerne for de 84 prøver, hvor der ikke er bestemt enkeltkomponenter eller foretaget udvaskningstest, se Bilag G, giver tilsvarende resultater. Jordtypens betydning kan dog ikke inddrages for disse prøver, idet den ikke er ikke beskrevet for disse prøver og dermed sat til lermuld.

Samlet peger beregningerne af afdampning ikke på en væsentlig risiko for, at de foreslåede acceptable luftkoncentrationer vil blive overskredet i indeklima for  $>C_{10}$ - $C_{25}$  og  $>C_{25}$ - $C_{35}$ . For prøver med over cirka 10 mg/kg TS  $C_6$ - $C_{10}$  er der risiko for overskridelser. For poreluften er der risiko for væsentlige overskridelser for fraktionerne  $C_6$ - $C_{10}$ ,  $>C_{10}$ - $C_{25}$  og 1,3,5-trimethylbenzen, men ikke for  $>C_{25}$ - $C_{35}$ .

Det skal dog bemærkes, at vurderingerne er baseret på beregninger med betydelig variabilitet imellem beregnede porevandskoncentrationer og udvaskede koncentrationer for kulbrintesammensætning med blandede fraktioner og kulbrintefraktioner op til  $C_{25}$ .

Tabel 4.18

Beregnete poreluftkoncentrationer for de 23 prøver, hvor der er målt kulbrinter, PAH og NSO.

Jord-prøver	C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>	I	II	III	IV	V	VI
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Mobilitets-kriterium	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
R-048-06	16	79	0,0001	16	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,19	0,33
R-050-06	110	51	0,0002	160	0,04	0,03	<0,01	0,19	0,00	0,02
R-053-06	61	140	0,0001	200	0,04	0,04	<0,01	0,00	0,66	0,05
R-054-06	83	64	0,0001	150	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,17	0,02
R-064-06	56	93	0,0001	150	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,10
R-065-06	67	120	0,0001	190	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,02
R-066-06	74	85	0,0001	160	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,02
R-067-06	47	47	0,0001	94	0,24	<0,01	<0,01	<0,01	0,00	0,02
R-073-06	60	100	0,0001	160	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,02
R-074-06	43	140	<0,0001	180	0,01	0,03	<0,01	0,18	0,00	0,02
R-077-06 A, B	43.000	150	<0,0001	44.000	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,21	9,92
R-079-06	9	140	0,0001	150	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,10	0,01
R-075-06- A, B	47	110	0,0001	160	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,19	0,28
R-080-06	44	190	<0,0001	230	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	0,16	0,38
R-128-06	33.000	200	<0,0001	33.000	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	0,68	51
R-134-06	14	240	<0,0001	250	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,16	0,01
R-139-06	7	240	<0,0001	250	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	0,01
R-140-06	170	220	<0,0001	390	0,16	<0,01	<0,01	<0,01	0,57	7,0
R-173-06	41.000	180	<0,0001	41.000	0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,11	3,4
R-174-06	80.000	23	<0,0001	80.000	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,39	12
R-176-06	8.900	260	<0,0001	9.200	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,23	<0,01
R-178-06	53.000	140	<0,0001	53.000	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,39	15
R-179-06	51.000	130	<0,0001	51.000	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,19	12

**I = Naphthalen**

**II = Quinolin**

**III = Anilin**

**IV = 4-methylanilin**

**V = Dimethyldisulfid**

**VI = 1,3,5-Trimethylbenzen**

Tabel 4.19  
Beregnete indeklimabidrag.

Jordprøver	$C_6-C_{10}$ mg/m <sup>3</sup>	$C_5-C_{10}$ , faktor	$>C_{10}-C_{25}$ mg/m <sup>3</sup>	$>C_{10}-C_{25}$ , faktor	$>C_{25}-C_{35}$ mg/m <sup>3</sup>	$>C_{25}-C_{35}$ , faktor	Sum kul- brinter mg/m <sup>3</sup>	Sum kul- brinter, faktor
R-048-06	0,001	21.000	0,003	24.000	$3,8 \cdot 10^{-9}$	37.000	0,004	23.000
R-050-03	0,002	27.000	0,002	30.000	$3,4 \cdot 10^{-9}$	46.000	0,004	2.800
R-053-06	0,075	810	0,15	900	$6,8 \cdot 10^{-8}$	1.300	0,23	870
R-054-06	0,003	28.000	0,002	30.000	$2,6 \cdot 10^{-9}$	46.000	0,005	29.000
R-064-06	0,002	27.000	0,003	30.000	$2,6 \cdot 10^{-9}$	46.000	0,005	29.000
R-065-06	0,002	28.000	0,004	30.000	$2,2 \cdot 10^{-9}$	47.000	0,006	29.000
R-066-06	0,003	28.000	0,003	30.000	$2,5 \cdot 10^{-9}$	46.000	0,006	29.000
R-067-06	0,002	27.000	0,002	3.000	$3,1 \cdot 10^{-9}$	45.000	0,003	28.000
R-073-06	0,002	27.000	0,003	30.000	$2,3 \cdot 10^{-9}$	46.000	0,006	29.000
R-074-06	0,002	27.000	0,005	30.000	$2,0 \cdot 10^{-9}$	46.000	0,006	29.000
R-077-06	2,2	19.000	0,007	23.000	$1,3 \cdot 10^{-9}$	38.000	2,3	36.000
R-079-06	0,000	21.000	0,006	24.000	$2,4 \cdot 10^{-9}$	37.000	0,006	24.000
R-075-06	0,002	27.000	0,004	30.000	$2,3 \cdot 10^{-9}$	46.000	0,006	29.000
R-080-06	0,002	27.000	0,006	3.000	$9,2 \cdot 10^{-10}$	45.000	0,008	29.000
R-128-06	44	760	0,23	870	$2,2 \cdot 10^{-8}$	1.400	44	760
R-134-06	0,001	21.000	0,010	24.000	$2,4 \cdot 10^{-10}$	37.000	0,011	24.000
R-139-06	0,009	810	0,27	900	$3,0 \cdot 10^{-9}$	1.300	0,28	1.800
R-140-06	0,008	21.000	0,009	24.000	$5,1 \cdot 10^{-10}$	37.000	0,034	11.000
R-173-06	2,1	19.000	0,008	23.000	$9,3 \cdot 10^{-10}$	38.000	2,1	19.000
R-174-06	110	750	0,027	860	$5,1 \cdot 10^{-9}$	1.400	110	750
R-176-06	0,46	19.000	0,014	23.000	$3,9 \cdot 10^{-10}$	38.000	0,48	19.000
R-178-06	2,7	19.000	0,006	23.000	$2,3 \cdot 10^{-10}$	38.000	2,7	20.000
R-179-06	2,6	19.000	0,006	23.000	$3,2 \cdot 10^{-10}$	37.000	2,6	19.000

# 5 Vurdering af forureningernes giftighed

Jordkvalitetskriterier ( $KK_{\text{jord}}$ ) fastlægges normalt på baggrund af toksikologiske egenskaber af enkeltstoffer og er et udtryk for det niveau, hvor der forventes ikke at optræde sundhedsskadelige effekter af stoffet ved eksponering over en livstid eller, hvis der er tale om et stof uden tærskelværdi (f.eks. kræftfremkaldende stoffer), hvor eksponering vil medføre effekter for én ud af hver million eksponerede /38/. En nyere gennemgang af toksicitet af fyringsolie i jord /37/ viste lille akut toksicitet, undtagen for NSO forbindelser og 1,3,5-trimethylbenzen. Gennemgangen omfattede paraffiner, olefiner, naphthener, aromater, kvælstof og svovlforbindelser og var baseret på en gennemgang af offentliggjorte toksikologiske data. På baggrund af den nævnte gennemgang er i denne undersøgelse fokuseret på disse forbindelser, mens f.eks. giftigheden af enkeltstoffer med jordkvalitetskriterier dækkes af disse.

Der er ikke offentliggjort jordkvalitetskriterier for 1,3,5-trimethylbenzen og NSO forbindelserne. Det har ikke været muligt indenfor rammerne af dette projekt at fastsætte egentlige kvalitetskriterier for disse forbindelser, da dette kræver omfattende litteraturgennemgang og vurdering. Derfor er kravet om ikke akut giftige indholdsstoffer belyst med udgangspunkt i sundhedsbaserede screeningskriterier (SK) beregnet som krævet ved fastsættelse af kvalitetskriterier i jord /38/ med udgangspunkt i den tidligere gennemførte gennemgang /37/ og resultaterne af NSO analyser af jordprøver i projektet. Et screeningskriterium kan ikke anvendes som et generelt accepteret jordkvalitetskriterium, men screeningskriterier benyttes i dette projekt som retningsgivende for en sundhedsmæssigt acceptabel værdi.

De benyttede toksikologiske data er opsummerede i Bilag E.

For 1,3,5-trimethylbenzen er mobilitet dækket i form af grundvands- og luftkvalitetskriterier for alkylbenzener, der også omfatter 1,3,5-trimethylbenzen.

## 5.1 Giftighed fra jord

Der foreligger sjældent data for effekter i mennesker, hvorfor de teoretiske udregninger typisk baseres på undersøgelser med dyr. For at korrigere for usikkerheder mellem data fra dyreforsøg og de forventede effekter i mennesker benyttes en række usikkerhedsfaktorer. Usikkerhedsfaktorerne afhænger af kvaliteten af data fra dyreforsøgene, ekstrapolation fra forsøgsdyr til mennesker og følsomme grupper i befolkningen. Den samlede værdi af usikkerhedsfaktorerne ligger typisk mellem 10 og 10.000.

Den dosis, der ideelt anvendes til beregning af TD (Tolerabel enkelt Dosis) og TDI (Tolerabel Daglig Indtagelse), er den højeste forsøgsdosis uden observerede effekter hos dyrene. Denne værdi kaldes NO(A)EL (No Observed (Adverse) Effect Level). Alternativt kan den laveste dosis med effekter anvendes. Denne værdi kaldes LO(A)EL (Lowest Observed (Adverse) Effect Level). Den effekt, der observeres ved den laveste

forsøgsdosis, betegnes som stoffets kritiske effekt, idet det er den effekt, der anvendes ved beregning af TD og TDI.

### 5.1.1 TD – Akut toksicitet

For stoffer med akut toksicitet anvendes TD til udregning af jordkvalitetskriterier /38/:

$$TD = \frac{NO(A)EL_{akut} \text{ eller } LO(A)EL_{akut}}{UF_I * UF_{II} * UF_{III}}$$

Den første usikkerhedsfaktor,  $UF_I$ , tager højde for ekstrapoleringen, der sker, når resultater fra undersøgelser med dyr skal anvendes til risikovurdering i mennesker, og  $UF_I$  er typisk 10.  $UF_{II}$  tager højde for følsomme grupper i befolkningen, og  $UF_{II}$  er typisk 10.  $UF_{III}$  anvendes for at kunne tage højde for manglende kvalitet og relevans af de tilgængelige data og afhænger endvidere af, hvorvidt NOAEL eller LOAEL anvendes.  $UF_{III}$  er normalt 1-100 /38/.

Akut toksicitet er effekter ved en enkelt påvirkning. Når den kritiske effekt er en akut toksisk virkning, beregnes kvalitetskriteriet som følger:

$$KK_{jord} = \frac{TD * V}{E_{I,jord} \text{ (eller } E_{H,jord})} \quad \text{hvor}$$

TD er den tolerable enkeltdosis, det vil sige det laveste effekt- eller højeste ingen-effekt niveau,  $LO(A)EL_{akut}$  eller  $NO(A)EL_{akut}$ , observeret ved akutte toksicitetsforsøg pålagt usikkerhedsfaktorer som beskrevet ovenfor /38/.

- V** Legemsvægt for et 1-3-årigt barn (13 kg)
- $E_I$**  Maksimum enkeltindtagelse af jord (0,010 kg)
- $E_H$**  Maksimal hudkontakt med jord (0,010 kg). Anvendes for særligt hudgennemtrængende stoffer.

Det er sjældent, at der foreligger litteratur, som angiver doser, der ikke forårsager akut toksicitet svarende til NOAEL værdier for korttidseksponering. F.eks. er irritationsdata sjældent rapporteret som No Effekt-niveauer, og for mange stoffer foreligger der heller ikke NOAEL værdier for systemiske virkninger i kroppen ved korttidseksponering. Ligeledes er der sjældent angivet LOAEL værdier, svarende til den laveste dosis, som medfører toksiske effekter, for korttidseksponering.

Mange stoffer medfører de samme virkninger i kroppen ved kort eksponering og ved længerevarende, gentagen eksponering; blot med den forskel, at virkningerne for det meste optræder ved lavere dosis i længerevarende studier. En fremgangsmåde ved manglende  $NO(A)EL/LO(A)EL$  værdier for akutte virkninger kan således være at benytte  $NO(A)EL/LO(A)EL$  værdier fra længerevarende forsøg, ved udregning af TD. Dette vil derfor som regel medføre en mere konservativ bestemmelse af  $KK_{jord}$ .

En anden fremgangsmåde er at forsøge at korrelere  $LD_{50}/LC_{50}$  værdier<sup>22</sup>, der ikke umiddelbart er egnet i forbindelse med kvantitativ risikovurdering, med

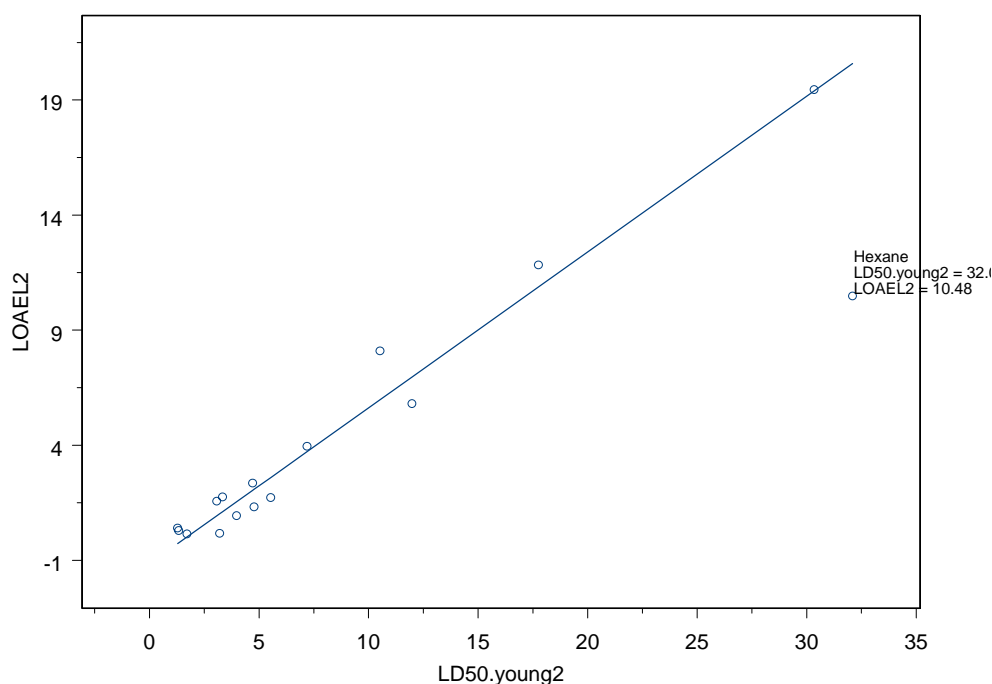
<sup>22</sup>  $LD_{50}/LC_{50}$  værdier = den dosis/luftkoncentration, som slår 50% af en gruppe forsøgsdyr ihjel.

LOAEL eller NOAEL. Metoden har ikke tidligere været anvendt til fastsættelse af et kvalitetskriterium. Nedenfor er opstillet en regressionsligning for korrelation af LD<sub>50</sub>-værdier med LOAEL.

16 almindelige opløsningsmidler, der anvendes i lægemiddelproduktion, er undersøgt for dødelighed (LD<sub>50</sub>) og laveste orale dosis, der medførte observerbare symptomer i unge rotter (LOAEL) /49/. Der er pæn lineær sammenhæng, Figur 5.1, og kun ét stof falder udenfor: hexan. Den forcerede regressionslinie gennem nulpunktet (y,x = 0,0) er testet med Least Trimmed Square robust regression, og ligningen for denne regressionslinie er:

$$\text{LOAEL (g/kg lgv}^{23}) = 0,6167 * \text{LD}_{50} \text{ (g/kg lgv)}; R^2 = 0,9334.$$

Denne regressionsligning kan benyttes til estimering af en LOAEL værdi ud fra en kendt LD<sub>50</sub> værdi. Metoden bør dog kun anvendes for LD<sub>50</sub> værdier baseret på oral dosering af rotter. Der vil selvfølgelig være en række forbehold, men som et første estimat kan metoden være anvendelig. For de stoffer, som indgår i denne rapport, foreligger kun både LOAEL for korttids eksponering og LD<sub>50</sub> værdier for anilin (LOAEL = 1.000 mg/kg lgv<sup>24</sup> og LD<sub>50</sub> = 444 mg/kg lgv). Når regressionsligningen benyttes til estimering af LOAEL for anilin ud fra LD<sub>50</sub> værdien, fås LOAEL = 274 mg/kg lgv, hvilket er 3,6 gange lavere end den eksperimentelt bestemte værdi. På dette spinkle grundlag kan man sige, at den fundne sammenhæng mellem LOAEL og LD<sub>50</sub> kan benyttes til en første estimering af en LOAEL værdi ud fra en eksisterende LD<sub>50</sub> værdi (rotte, oral), og at den estimerede LOAEL værdi er konservativ.



Figur 5.1  
Sammenhæng mellem LD<sub>50</sub> og LOAEL for 16 opløsningsmidler.

I

<sup>23</sup> lgv: legemsvægt.

<sup>24</sup> LOAEL for anilin er angivet som TD<sub>Lo</sub>, svarende til den laveste dosis, der giver toksiske effekter.

Tabel 5.1 er et sundhedsbaseret screeningskriterium for korttidseksponering ( $SK_{\text{akut}}$ ) angivet som udregnet på baggrund af ovenstående regressionsligning, og formelen for beregning  $KK_{\text{jord}} SK_{\text{akut}}$  er kun udregnet for de stoffer, hvor det var muligt at finde orale  $LD_{50}$  værdier for rotter.

### 5.1.2 TDI – Toksicitet ved gentagen påvirkning

Tolerabel Daglig Indtagelse (TDI) er et udtryk for den mængde af et givet stof, der kan indtages hver dag gennem et helt liv uden sundhedsmæssige konsekvenser.

Beregning af TDI kan gøres som følger:

$$TDI = \frac{NO(A)EL \text{ eller } LO(A)EL}{UF_I * UF_{II} * UF_{III}}$$

$UF$ ,  $UF_{II}$  og  $UF_{III}$  antager samme værdier som nævnt i Afsnit 5.1.1 for beregning af TD.

Genotoksiske, kræftfremkaldende stoffer antages almindeligvis ikke at have en tærskelværdi, hvorunder kræft ikke vil opstå. Til beregning af kvalitetskriterier for denne type stoffer anvendes en TDI værdi svarende til en  $10^{-6}$  livstidsrisiko direkte til fastsættelse af kvalitetskriteriet /50/. Det vil sige, at det accepteres, at én ud af en million eksponerede vil få kræft af stoffet. Den foretrukne metode til fastsættelse af TDI er i dette tilfælde T25-metoden, som anvendes i EU. Metoden baserer sig på lineær ekstrapolation fra det laveste eksperimentelle dosisniveau, hvor der optræder et signifikant antal svulster, til det som regel meget lavere dosisniveau, som svarer til en forekomst hos én ud af en million ( $10^{-6}$ ). T25-dosis defineres som den dosis, der ved gentagen eksponering over hele dyrets levetid (enhed: mg/kg legemsvægt pr. dag) vil give 25% af forsøgsdyrene svulster i et specifikt væv efter korrektion for den spontane hyppighed indenfor den standardiserede levetid for den pågældende dyreart. Med udgangspunkt i T25-dosis foretages lineær ekstrapolation til en dosis, der svarer til det tolerable risikoniveau. T25-dosis beregnes ved at gange dosis (D), hvor signifikant forøgede antal svulster forekommer med faktoren  $0,25/p$ , hvor p er den aktuelle hyppighed af svulster:  $T25 = D \times 0,25/p$ . En gennemsnitlig daglig dosis svarende til en øget livstidsrisiko på  $10^{-6}$  kan beregnes på følgende måde /38/:

$$TDI_{(10^{-6} \text{ livstidsrisiko})} = \frac{10^{-6}}{0,25} * T25_{\text{dosis}}$$

Data fra langtidsundersøgelser med dyr er de mest almindeligt anvendte til fastsættelsen af kvalitetskriterier. Når de(n) kritiske effekt(er) er en følge af gentagen udsættelse, udregnes kvalitetskriteriet som følger /38/:

$$KK_{\text{jord}} = \frac{TDI * V * f}{E_{I, \text{jord}} \text{ (eller } E_{H, \text{jord}})} \quad \text{hvor}$$

TDI er den Tolerable Daglige Indtagelse, se eventuelt ovenfor.

**V** Legemsvægt for et 1-3-årigt barn (13 kg)



$f$	Allokeringsfaktor <sup>25</sup>
$E_{i,jord}$	Daglige eksponering via indtagelse
	1) 0,0002 kg jord/dag (svarende til 95% percentilen). Værdien anvendes i tilfælde, hvor hele TDI værdien eller hovedparten af denne anvendes til beregning af kvalitetskriteriet.
	2) 0,0001 kg jord/dag (svarende til medianudsættelse). Værdien anvendes i tilfælde, hvor TDI er en $10^{-6}$ livstidsrisikodosis for et kræftfremkaldende stof eller i tilfælde, hvor der anvendes en mindre del af TDI til jordkvalitetskriteriet.
$E_{H,jord}$	Daglige eksponering via hudkontakt for jord. Standardværdien 0,001 kg jord/dag for børn. Værdien anvendes i forbindelse med særligt hudgennemtrængende stoffer, hvor systemisk bidrag fra hudoptag summeres med det orale bidrag. Hvis den kritiske effekt er relateret direkte til hudpåvirkning, anvendes $E_{H,jord}$ separat.

I Tabel 5.1 er et sundhedsbaseret screeningskriterium for længerevarende eksponering ( $SK_{kronisk}$ ) angivet.  $SK_{kronisk}$  er udregnet på baggrund af ovenstående formel for  $KK_{jord}$ .  $SK_{kronisk}$  er kun udregnet for de stoffer, hvor det var muligt at finde anvendelige data for langtidseffekter.

### 5.1.3 Beregning af sundhedsbaseret screeningskriterium (SK)

Datagrundlaget for at udregne TD har kun været  $LD_{50}$  og  $LC_{50}$  værdier, se Afsnit 5.1.1 og Bilag E for grundlag og yderligere detaljer vedrørende udregninger.

---

<sup>25</sup> Ved væsentlig eksponering for et givet kemisk stof fra andre medier end det medie, for hvilket der skal fastsættes et kvalitetskriterium, tildeles (allokeres) kun en vis procentdel af TDI til det pågældende medie, således at bidragene fra de forskellige medier samlet ikke overskrider TDI. Ved udregning af jordkvalitetskriterierne anvendes en allokeringsfaktor på 50%, der vurderes både at omfatte den orale indtagelse og den fraktion, der eventuelt inhaleres ved fordampning fra jorden.

Tabel 5.1  
Sundhedsbaserede screeningskriterier (SK) beregnet for 1,3,5-trimethylbenzen og NSO forbindelser.

Stof	TD	TDI	SK (g/kg jord)	
	mg/kg	mg/kg lgv/dag	Akut udsættelse	Gentagen (kronisk) udsættelse
Anilin	1,00	$0,17 \cdot 10^{-3}$	1,30	0,011
4-Methylanilin	0,40	$119 \cdot 10^{-3}$	0,52	0,39
Pyridin	0,55	$1 \cdot 10^{-3}$	0,72	0,033
4-Methylpyridin	0,80	$37,8 \cdot 10^{-3}$ <sup>a)</sup>	1,04	1,23 <sup>26</sup>
Quinolin	0,20	$35,3 \cdot 10^{-3}$	0,26	0,085
4-Methylquinolin	-	-	-	-
Pyrrol	-	$147 \cdot 10^{-3}$	-	4,78
1-Methylpyrrol	-	-	-	-
Acridin	1,23	-	1,60	-
Carbazol	3,08	TD <sub>50</sub> = 164 mg/kg lgv/dag	4,00	0,021
Dimethyldisulfid	-	$7,3 \cdot 10^{-3}$	-	0,24
Thiophen	0,86	0,5	1,10	16,3
2-Methylthiophen	1,97	-	2,60	
Benzothiophen	-	$35,3 \cdot 10^{-3}$	-	1,15
Dibenzothiophen	-	$45 \cdot 10^{-3}$	-	1,46
Benzofuran	-	TD <sub>50</sub> = 424 mg/kg lgv/dag	-	0,055
2-Methylbenzofuran	-	-	-	
Dibenzofuran	-	-	-	
1,3,5-Trimethylbenzen	3,08	0,2	4,00	6,5

## 5.2 Giftighed fra grundvand

Der foreligger ikke danske grundvands- eller drikkevandskvalitetskriterier for NSO forbindelser, hvorfor der er ønsket en indledende vurdering af det koncentrationsniveau, som må forventes at være betænkeligt.

Den indledende vurdering indeholder dels en udregning af sundhedsbaseret screeningskriterium i drikkevand ( $SK_{\text{drikkevand}}$ ) baseret på de toksikologiske vurderinger i Afsnit 5.1, dels en screening for udenlandske kriterier for NSO forbindelser i grundvand og drikkevand.

### 5.2.1 Beregning af sundhedsbaseret screeningskriterium for drikkevand ( $SK_{\text{drikkevand}}$ )

Ifølge /38/ er grundlaget for at foretage en sundhedsmæssig beregning af et kvalitetskriterium det samme, hvad enten mediet er jord, luft eller vand. Kvalitetskriterierne udregnes ved at dividere TDI med den daglige eksponering for det relevante medie som beskrevet i Afsnit 5.1. I /38/ er der ikke angivet et grundlag for udregning af kvalitetskriterier i grundvand. Derfor anvendes her metoden til udregning af kvalitetskriterier for drikkevand, som er nærmere beskrevet nedenfor.

Den daglige indtagelse af drikkevand er forskellig for en voksen og et barn og varierer med de klimatiske forhold, som personen lever under. Værdien

<sup>26</sup> Baseret på analogislutning fra 2-methylpyridin.

benyttet i beregninger af kvalitetskriterier varierer endvidere afhængigt af, om der anvendes en gennemsnitsværdi for drikkevandsindtagelse, eller om der benyttes 95% percentil for at tage højde for individer med en høj drikkevandsindtagelse. Følgende formel er her anvendt ved beregning af et sundhedsbaseret screeningskriterium i drikkevand ( $SK_{\text{drikkevand}}$ ):

$$KK_{\text{drikkevand}} = \frac{\text{TDI} * f}{E_{\text{drikkevand}}}$$

TDI	Tolerabel daglig indtagelse (mg/kg lgv/d).
$f$	Den procentdel af TDI, der allokeres til indtagelse af drikkevand, her en valgt værdi på 10%.
$E_{\text{drikkevand}}$	Daglig eksponering for drikkevand, standardværdi:
	1) 0,08 L/ kg lgv/d (svarende til 95% percentilen for 1-10 årige børn). Anvendes i forbindelse med akutvirkende stoffer eller når hovedparten af TDI-værdien benyttes til beregning af drikkevandskvalitetskriteriet.
	2) 0,03 L/ kg lgv/d (svarende til medianværdi for 1-10 årige børn). Anvendes i tilfælde, hvor TDI er en $10^{-6}$ livstidsrisikodosis for et kræftfremkaldende stof, eller i tilfælde, hvor kun en mindre andel af TDI-værdien benyttes til beregning af drikkevandskvalitetskriteriet.

WHO har i relation til fastsættelse af guidelines for drikkevand anført, at eksponering for kemiske stoffer via drikkevand ofte er lav i forhold til andre kilder, som f.eks. levnedsmidler og luft. I de tilfælde, hvor det er muligt, skal der ved fastsættelse af kvalitetskriterier tages udgangspunkt i data vedrørende indtagelse af det givne stof fra forskellige kilder. I tilfælde hvor indtagelsen fra andre kilder ikke er kendt, anvendes en arbitrær faktor på 10% for indtagelse via drikkevandet. Denne faktor vurderes i de fleste tilfælde som værende tilstrækkelig til at tage højde for indtagelse af det givne stof fra andre kilder.

Der er i beregningerne i Tabel 5.2 anvendt en drikkevandsindtagelse på 0,08 L/kg lgv/dag svarende til 95% percentilen for stoffer, hvor den kritiske effekt ikke er kræft, mens en drikkevandsindtagelse på 0,03 L/kg lgv/dag er anvendt for kræftfremkaldende stoffer, svarende til medianen /38/. I /50/ er 95% percentilen for børn (1-10 år) imidlertid angivet som 1,5 L pr. dag (svarende til 0,15 L/kg/dag for et barn på 10 kg), mens medianen er angivet som 0,8 L pr. dag (svarende til 0,08 L/kg/dag for et barn på 10 kg). Der kan således være tale om en overestimering af  $KK_{\text{drikkevand}}$ , hvis der ønskes at tage hensyn til den del af befolkningen, som har en drikkevandsindtagelse, der er over det gennemsnitlige niveau. Til sammenligning anvender WHO en standardværdi for daglig indtagelse af drikkevand for voksne (vægt 60 kg) på 2 L/dag, for børn (vægt 10 kg) på 1 L/dag og for spædbørn (vægt 5 kg) på 0,75 L/dag.

For yderligere detaljer vedrørende udregning af TDI, se Bilag E. Bemærk, at der i projektet kun blev fundet toksikologiske data til beregning af TDI for 12 NSO forbindelser. Bemærk endvidere, at lugt og smag ikke er inddraget her.

Tabel 5.2  
Sundhedsbaserede screeningskriterier i drikkevand ( $SK_{\text{Drikkevand}}$ ).

Stof	TDI (mg/kg lgv/dag)	$SK_{\text{Drikkevand}}$ (g/L vand)	Kritisk effekt
Anilin	$0,17 \cdot 10^{-3}$	0,6	Kræft
4-Methylanilin	$119 \cdot 10^{-3}$	397	Kræft
Pyridin	$1 \cdot 10^{-3}$	1,3	Forhøjet levervægt
4-Methylpyridin <sup>27</sup>	$37,8 \cdot 10^{-3}$	47	Vakuolisering af leverceller
Quinolin	$35,3 \cdot 10^{-3}$	0,1	Kræft
4-Methylquinolin	-	-	-
Pyrrol	$147 \cdot 10^{-3}$	184	Kramper, muskelspasmer og nedsat aktivitet
1-Methylpyrrol	-	-	-
Acridin	-	-	-
Carbazol <sup>28</sup>	$0,328 \cdot 10^{-3}$	1,1	Kræft
Dimethyldisulfid	$7,3 \cdot 10^{-3}$	9,1	-
Thiophen	0,5	625	Nedsat fødeindtagelse og levervægt
2-Methylthiophen	-	-	-
Benzothiophen	$35,3 \cdot 10^{-3}$	44	Effekter på lever og nyrer
Dibenzothiophen	$45 \cdot 10^{-3}$	56	Effekter på lever og milt
Benzofuran <sup>29</sup>	$0,85 \cdot 10^{-3}$	2,8	Kræft
2-methylbenzofuran	-	-	-
Dibenzofuran	-	-	-

### 5.2.2 Screening for udenlandske kriterier

Der blev gennemført en screening for udenlandske kriterier for NSO forbindelser i grundvand og drikkevand dels ved direkte henvendelse til en række europæiske miljømyndigheder (UK, NL, S, AU, N, B), dels ved søgning i toksikologiske referencebaser og generel internet søgning.

Baser omfattet af søgningen, uden resultat, var:

- [www.google.dk](http://www.google.dk): søgeprofil: "ground water/sub soil water" + "det kemiske stofnavn/cas nr." + "limit/threshold/criteria"
- WHO: World Health Organisation:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/GDWQ2004web.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf) og  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/gdwqrevision/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/gdwqrevision/en/index.html)
- JRC: European Commission - Joint Research Centre:  
<http://ies.jrc.cec.eu.int/waterinfo.html>
- EU: Proposal for a Directive Of The European Parliament And Of The Council on the protection of groundwater against pollution:  
[http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2003/com2003\\_0550en01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2003/com2003_0550en01.pdf)
- UBA: Umweltbundesamt:  
<http://www.umweltbundesamt.de/wasser-und-gewaesserschutz-e/index.htm>
- US EPA: United States Environmental protection Agency:  
<http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html#listmcl> og  
<http://www.epa.gov/safewater/drink/basicinformation.htm>

<sup>27</sup> Baseret på analogislutning fra 2-methylpyridin.

<sup>28</sup>  $TDI_{(10 \text{ livstidsrisiko})}^{-6}$  er udregnet på baggrund af en  $TD_{50} = 164 \text{ mg/kg lgv/dag}$  (svarende til den mængde af et stof, som inducerer tumorer i halvdelen af populationen).

<sup>29</sup>  $TDI_{(10 \text{ livstidsrisiko})}^{-6}$  er udregnet på baggrund af en  $TD_{50} = 424 \text{ mg/kg lgv/dag}$  (svarende til den mængde af et stof, som inducerer tumorer i halvdelen af populationen).

- US SDWA (Safe drinking water act) – Health advisories
- United Kingdom Pollution Inventory
- MST: Miljøstyrelsen: <http://www.mst.dk/Common/soeg.htm>
- Vattenportalen: <http://www.vattenportalen.se>
- LOLI: <http://csi.micromedex.com>, indeholder diverse links til miljø og sundhedsmæssige grænseværdier

Fundne værdier fremgår af Tabel 5.3 og fodnoter hertil, hvor også oplysninger opnået fra de europæiske miljømyndigheder er indført.

Den tyske koncentration for ubetydelig koncentration af NSO forbindelser i grundvand er givet til 0,01-0,1 µg/L.

Tabel 5.3  
Søgning for drikkevands- og grundvandskvalitetskriterier (g/L).

Kemisk navn	CAS nr.	IRIS <sup>30</sup> /51/	Florida /52/	Tyskland <sup>31</sup> /53/	Tyskland <sup>32</sup> /54/	Kina <sup>33</sup>
Anilin	62-53-3	6 <sup>34</sup>	6,1	-	-	100
4-Methylanilin	106-49-0	-	- <sup>35</sup>	-	-	-
Pyridin	110-86-1	-	7	-	-	200
4-Methylpyridin	108-89-4	-	-	-	-	-
Quinolin	91-22-5	0,01 <sup>36</sup>	0,01	0,01	0,01	-
4-Methylquinolin	491-35-0	-	-	-	0,01	-
Pyrrol	109-97-7	-	-	-	-	-
1-Methylpyrrol	96-54-8	-	-	-	-	-
Acridin	260-94-6	-	-	-	-	-
Carbazol	86-74-8	-	1,8	0,1	0,1	-
Dimethyl disulfid	624-92-0	-	-	-	-	-
Thiophen	110-02-1	-	-	-	-	-
2-Methylthiophen	554-14-3	-	-	-	-	-
Benzothiophen	11095-43-5	-	-	-	0,01	-
Dibenzothiophen	132-65-0	-	-	-	-	-
Benzofuran	271-89-6	-	-	-	0,01	-
2-methylbenzofuran	4265-25-2	-	-	-	0,01	-
Dibenzofuran	132-64-9	-	28	0,01	0,01	-

### 5.2.3 Intervaller for SK og grundvandskvalitetskriterier

Intervallerne for SK<sub>Drikkevand</sub> og grundvandskvalitetskriterier er sammenfattet i Tabel 5.4, idet de kinesiske værdier for overfladevand ikke er medtaget. Der er kun givet intervaller for stoffer, hvor der har kunnet findes toksikologiske data eller grundvands-/drikkevandskvalitetskriterier.

Det skal bemærkes, at der er tale om en indledende vurdering baseret på en screening, men også at der i litteraturen konstateres en mangel på toksikologiske data for disse stoffer. De relativt store variationer – også

<sup>30</sup> US EPA Integrated Risk Information System

<sup>31</sup> Toksikologisk baseret

<sup>32</sup> Primært forsigtighedsbaseret generel

<sup>33</sup> Højest tilladelig koncentration i overfladevand til brug for fremstilling af drikkevand.

<sup>34</sup> 6 g anilin/L drikkevand giver en øget kræftisiko for én ud af 1.000.000.

<sup>35</sup> 0,1 g/L for 2-methylanilin.

<sup>36</sup> 0,01 g quinolin/L drikkevand giver en øget kræftisiko for én ud af 1.000.000.

imellem toksikologisk baserede kriterier – afspejler formodentlig først og fremmest mangel på toksikologiske data.

Tabel 5.4  
Intervaller for SK<sub>Drikkevand</sub> og grundvandskvalitetskriterier (µg/L).

Stof	Interval
Quinolin	0,01-0,1
Anilin, carbazol	0,1-1
Pyridin, dimetyldisulfid, benzofuran	1-10
4-Methylpyridin, benzothiophen, dibenzothiophen	10-100
4-Methylanilin, pyrrol, thiophen	100-1.000
Dibenzofuran	0,01-100

### 5.3 Giftighed af fundne koncentrationer af NSO forbindelser

I Tabel 5.5 er vist indholdet af NSO og 1,3,5-trimethylbenzen i de 23+21 jordprøver sammen med forslag til sundhedsbaseret screeningskriterium, SK. Med henblik på at anvende konservative værdier for SK er benyttet den mindste af de to værdier for akut og kronisk effekt, Tabel 5.1, se også diskussionen i Afsnit 5.1.1.

For 11 af NSO forbindelserne kunne de ikke påvises i de analyserede prøver. Det skal bemærkes, at flere NSO forbindelser er påvist i eluater, uden at kunne påvises i jordprøverne. Dette skyldes formodentlig de relativt set lavere analysedetektionsgrænser for vandprøver sammenholdt med jordprøver. Analysedetektionsgrænserne for jord har i alle tilfælde været under de SK værdier, der ønskedes kontrolleret.

Resultaterne viste udbredt forekomst af fem NSO forbindelser og 1,3,5-trimethylbenzen, men på et niveau mindst en faktor 10 under SK værdierne. Dibenzofuran blev fundet i omkring halvdelen af prøverne, hovedsagelig i lave koncentrationer, men her har der ikke været toksikologiske data til rådighed til estimering af en SK værdi.

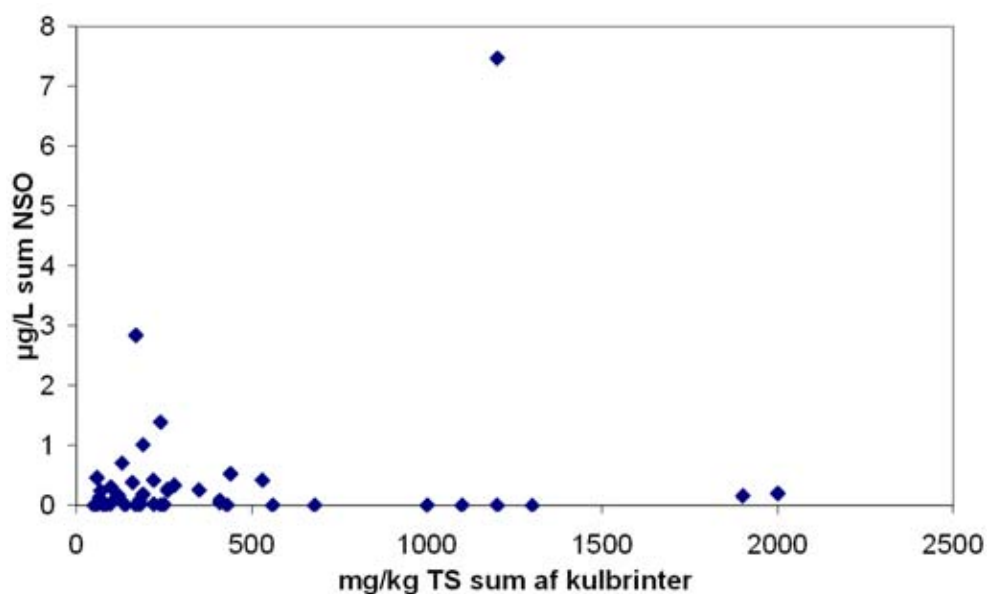
Der er ikke en klar sammenhæng imellem sum af NSO forbindelser og jordprøvernes forureningsgrad målt som koncentration af sum af kulbrinter, Figur 5.2.

Samlet vurderes ingen af prøverne at indeholde NSO forbindelser og 1,3,5-trimethylbenzen i koncentrationer med risiko for akut giftighed. Der har dog ikke været toksikologiske data til rådighed for alle stoffer.

I Tabel 4.15 er vist indholdet af NSO forbindelser i eluater fra udvaskningsforsøg. Sammenholdes de fundne koncentrationer med de sundhedsbaserede screeningskriterier i drikkevand, SK<sub>Drikkevand</sub> fra Tabel 5.2 ses, at kun for anilin optræder en koncentration (2,9 µg/L) over SK værdien (0,6 µg/L). Denne prøve indeholder over jordkvalitetskriteriet benzo(a)pyren (0,72 mg/kg TS imod 0,3 mg/kg TS) og sum af syv PAH (4,6 mg/kg TS imod 4 mg/kg TS), samt 1.900 mg sum af kulbrinter/kg TS (VKI metoden) imod forslag til afskæringskriterium på 450-1.000 mg/kg TS (3-10 gange jordkvalitetskriteriet). Prøven ville altså under alle omstændigheder blive betragtet som forurennet.

Tabel 5.5  
Indhold af NSO og 1,3,5-trimethylbenzen i jord fundet ved analyse af 23+21  
jordprøver.

Stof	SK mg/kg TS	Fundne koncentrationer i de 23+21 prøver			
		mg/kg TS Gennemsnit, fundne	% Fundfrekvens	mg/kg TS Største	mg/kg TS Mindste
Anilin	11	-	0	<0,01	<0,01
4-Methylanilin	390	-	0	<0,02	<0,02
Pyridin	33	-	0	<0,05	<0,05
4-Methylpyridin	1.000	-	0	<0,05	<0,05
Quinolin	85	-	0	<0,02	<0,02
4-Methylquinolin	-	-	0	<0,01	<0,01
Pyrrol	4.800	-	0	<1	<1
1-Methylpyrrol	-	-	0	<1	<1
Acridin	1.600	0,056	12	0,15	<0,01
Carbazol	21	0,16	45	1,5	<0,02
Dimetyldisulfid	240	-	0	<0,01	<0,01
Thiophen	1.100	-	0	<0,01	<0,01
2-Methylthiophen	2.600	0,013	2,0	0,13	0,13
Benzothiophen	1.200	0,029	18	0,090	<0,01
Dibenzothiophen	1.500	0,097	51	0,79	<0,01
Benzofuran	55	0,021	2,0	0,021	0,021
2-Methylbenzofuran	-	-	0	<0,01	<0,01
Dibenzofuran	-	0,092	45	0,38	<0,01
1,3,5-Trimethylbenzen	4.000	0,72	54	7,3	<0,01



Figur 5.2  
Sum af NSO i jordprøverne imod sum af kulbrinter i jordprøverne.

Sammenholdes de fundne koncentrationer, Tabel 4.15, med foreslåede drikkevands- og grundvandskvalitetskriterier, Tabel 5.3, overskrider de fundne koncentrationer de foreslåede kriterier for quinolin (toksikologisk baserede og forsigtighedsbaseret generel), 4-methylquinolin (forsigtighedsbaseret generel), carbazol (toksikologisk baseret og

forsigtighedsbaseret generel), benzothiophen (forsigtighedsbaseret generel), og dibenzofuran (toksikologisk baseret og forsigtighedsbaseret generel).

Tabel 5.6 viser, at udvaskning af NSO til over de foreslåede kriterier er fundet for et bredt udsnit af prøver (18 af 44 jordprøver), samt at disse ikke generelt overskrider hverken et jordkvalitetskriterium eller et afskæringskriterium.

Tabel 5.6

Indhold af forureninger i jordprøver med udvaskede koncentrationer af én eller flere NSO forbindelser til over foreslåede drikkevands- og grundvandskvalitetskriterier.

NSO forbindelse	Sum kulbrinter mg/kg TS	Sum PAH mg/kg TS	Benzo(a) pyren mg/kg TS	Dibenz(a,h) anthracen mg/kg TS
Quinolin	170-220	1,0-4,9	0,20-0,83	0,043-0,11
4-Methylquinolin	180-220	1,0-4,9	0,20-0,83	0,043-0,11
Carbazol	170-1.900	0,40-4,9	0,067-0,91	0,01-0,13
Benzothiophen	75-1.900	0,073-7,1	0,015-1,4	<0,005-0,23
Dibenzofuran	75-1.900	0,041-8,9	<0,005-1,4	<0,005-0,30

Det skal bemærkes, at for en række NSO forbindelser har denne undersøgelses analysedetekteringsgrænser ikke været tilstrækkeligt lave i forhold til de foreslåede drikkevands- og grundvandskvalitetskriterier.

Samlet vurderes det, at der ikke udvaskes NSO forbindelser til over sundhedsmæssige screeningskriterier fra prøver uden stærk forurening med andre stoffer, baseret på denne undersøgelses toksikologiske metode. Dog er der behov for en nærmere vurdering og forbedring af det toksikologiske grundlag, særligt for stofferne quinolin, carbazol og dibenzofuran, hvor der ligger udenlandske forslag til toksikologisk baserede, lave kriterier.

#### 5.4 Lugt

I en toksikologisk vurdering af risikoaspekter ved restforurening af oliespild fra villaolietanke /37/ angives det, at kvælstof- og svovlforbindelser fra fyringsolie kan være kritiske med hensyn til lugt, idet der dog gøres opmærksom på manglende viden om indholdet af disse forbindelser i fyringsolie.

En ikke offentliggjort undersøgelse /46/ af sammenhæng imellem lugt og indhold af kulbrinter i afdampning fra benzin, diesel og fyringsolie har vist, at jord forurenede med diesel og fyringsolie afgiver målelig lugt, efter at der i luft fra jorden på grund af forceret fordampning kun kan måles kulbrinter ( $C_{10}$ - $C_{20}$ ) i relativt lav koncentration (op til godt 10 gange luftkvalitetskriterierne,  $1,1-2,5 \text{ mg/m}^3$ ). Målingen af lugt kunne på grund af lugtmålemetodens detekteringsgrænse ikke foretages ned til det niveau, som ligger bag luftkvalitetskriterier formulerede med henblik på kontrol af lugt. Mindre end 50% af lugten fra jorden kunne forklares med målte, fordampede kulbrinter for frisk forurening og mindre end 2% efter forceret fordampning, svarende til forurening forvitret i uspecificeret grad. Der blev ikke foretaget analyser af jordens indhold af restforurening med kulbrinter efter forceret fordampning. I rapporten foreslås restindhold af organiske svovlforbindelser som forklaring på, at forvitret olie lugtede forholdsvis mere end frisk olie.



#### 5.4.1 Beregning af lugtbaseret screeningskriterium (SK<sub>Luft</sub>)

Ved fastsættelse af KK<sub>jord</sub> tages eventuelle lugtgener fra de kemiske stoffer i betragtning baseret på en 50%-lugtgrænse defineret som den koncentration, hvor 50% af et lugtpanel med frivillige forsøgspersoner netop kan registrere lugten. Idet denne værdi antages at kunne medføre lugtgener hos en væsentlig del af befolkningen, ganges den med 1/3 svarende til et niveau, hvor det forventes, at maksimalt 1-5% af den samlede befolkning kan fornemme lugten. Denne værdi benyttes som lugtbaseret luftkvalitetskriterium /38/.

Flere svovl- og nitrogenholdige stoffer har en ubehagelig og gennemtrængende lugt. I Tabel 5.7 er angivet lugtgrænser for forbindelserne fra analyseprogrammet, samt for enkelte andre relevante forbindelser. Lugtværdierne er aflæst fra responskurver i /55/. Lugtbaseret screeningskriterium (SK<sub>Luft</sub>) er derefter beregnet som beskrevet ovenfor. For stoffer uden SK<sub>Luft</sub> værdier i tabellen er ikke fundet data for lugtværdier. Værdierne er beregnet som µg/L i luft, således at de kan sammenholdes med beregnede koncentrationer i poreluft og indeklima.

I Tabel 5.7 er anført, om stofferne i denne undersøgelse er fundet i jordprøver og/eller i eluatprøver.

Tabel 5.7

Lugtbaserede screeningskriterier (SK<sub>Luft</sub>) for kemiske stoffer fra analyseprogrammet samt andre relevante svovlforbindelser.

Stof	50%-lugtværdi mg/m <sup>3</sup>	SK <sub>Luft</sub> mg/m <sup>3</sup>	Påvist i jord/eluat
Anilin	1	0,3	-/+
4-Methylanilin	0,3	0,1	-/+
Pyridin	0,2	0,07	-/i.a. <sup>37</sup>
4-Methylpyridin	-	-	-/i.a.
Quinolin	0,05	0,02	-/+
4-Methylquinolin	-	-	-/+
Pyrrol	-	-	-/-
1-Methylpyrrol	-	-	-/-
Acridin	-	-	+/+
Carbazol	-	-	+/+
Dimethyldisulfid	2	0,7	-/+
Thiophen	3	1	-/-
2-Methylthiophen	-	-	+/+
Benzothiophen	-	-	+/+
Dibenzothiophen	-	-	+/+
Benzofuran	-	-	+/+
2-Methylbenzofuran	-	-	-/+
Dibenzofuran	-	-	+/+
1,3,5-Trimethylbenzen	0,3	0,1	+/+
Dimethylsulfid <sup>38</sup>	0,007	0,002	i.a./i.a.
Propanthiol <sup>29</sup>	0,003	0,001	i.a./i.a.
Diethylsulfid <sup>29</sup>	0,003	0,001	i.a./i.a.
Diethyldisulfid <sup>29</sup>	0,0003	0,0001	i.a./i.a.

<sup>37</sup> i.a.: ikke analyseret.

<sup>38</sup> Indgår ikke i analyseprogrammet, men forventes at give lugtgener, hvis de er til stede over de anførte koncentrationer.

## 5.4.2 Lugtvurdering for jordprøver

I Tabel 5.8 er  $SK_{Luft}$  værdierne samlet for de NSO forbindelser, der er fundet i jord og/eller eluat i denne undersøgelse. Som eksempel på en aromatisk kulbrinte er medtaget 1,3,5-trimethylbenzen. Det skal bemærkes, at der for en række stoffer ikke er fundet lugtværdier, samt at en lille gruppe af svovlforbindelser med lave lugtgrænser ikke har været analyseret i denne undersøgelse, fordi gennemgangen af lugtværdier ikke var gennemført ved fastlæggelsen af analyseprogrammet for jordprøver.

Det skal endvidere bemærkes, at for NSO forbindelser påvist i eluat, men ikke i jord, er jordkoncentrationen beregningsmæssigt sat til værdier for sammensætningen af olieprodukter, se Bilag F.

I Tabel 5.8 er indført denne undersøgelses beregnede poreluftkoncentrationer af NSO forbindelser og 1,3,5-trimethylbenzen (se Tabel 4.18 for enkeltværdier) for de 23 jordprøver med analyseresultater for kulbrinter, PAH og NSO.

For anilin og dimethyldisulphid er der med de beregnede poreluftkoncentrationer ikke overskridelser af  $SK_{Luft}$  værdierne. For quinolin og 4-methylanilin ses kun få og begrænsede overskridelser. Der fandtes altså ikke væsentlige overskridelser af de lugtbaserede kriterier for enkeltstoffer i NSO gruppen.

Tabel 5.8

$SK_{Luft}$  værdier for stoffer fundet i denne undersøgelse for 23 jordprøver med analyser for kulbrinter, PAH og NSO, samt beregnede poreluftkoncentrationer.

Stof/fraktion	$SK_{Luft}$ mg/m <sup>3</sup>	Beregnete poreluftkoncentrationer	
		Hyppighed af >0,01 mg/m <sup>3</sup> %	Interval mg/m <sup>3</sup>
Quinolin	0,02	13	0,03-0,04
Anilin	0,3	4,3	0,02
4-methylanilin	0,1	8,7	0,18-0,19
Dimethyldisulfid	0,7	87	0,08-0,68
1,3,5-Trimethylbenzen	0,1	83	0,02-51

Stoffet 1,3,5-trimethylbenzen ikke er en NSO forbindelse, se ovenfor, men er inddraget som et eksempel på en flygtig kulbrinte. Stoffet bidrager til sum af kulbrinter, men er desuden en alkylbenzen omfattet af luftkvalitetskriteriet for disse stoffer (0,03 mg/m<sup>3</sup> for summen). En vurdering af stoffet i forhold til lugt viser overskridelser i poreluft af  $SK_{Luft}$  for flere prøver (10 af 23 prøver, 43%) og for nogle betydelige overskridelser (op til godt 500 gange). Dog viser det sig, at af de 10 prøver med overskridelser for 1,3,5-trimethylbenzen viser de syv samtidig koncentrationer i jorden, der overskrider jordkvalitetskriterier for fraktionerne  $C_6-C_{10}$  og/eller  $>C_{10}-C_{25}$ . Samlet vil altså tre prøver ud af 23 overskride  $SK_{Luft}$  uden at overskride jordkvalitetskriterierne for fraktionerne  $C_6-C_{10}$  og/eller  $>C_{10}-C_{25}$ , men denne prøve vil overskride luftkvalitetskriteriet for stoffet selv (inklusive andre stoffer i gruppen alkylbenzener), der er lavere end  $SK_{Luft}$ .

Inddrages koncentrationsreduktionen ved transport til indeklime, mindst faktor 750 under denne undersøgelses forudsætninger, se Tabel 4.19, for den

flygtige kulbrinteaktion,  $C_6$ - $C_{10}$ , vil påvirkningen af indeklima for alle stofferne være under  $SK_{Luft}$  værdierne.

Det vurderes ud fra de gennemførte undersøgelser og det begrænsede materiale om lugtbærende stoffer i olieprodukter, at de analyserede prøver ikke ville give anledning til lugtgener i bygninger ud fra denne undersøgelse. Lugt ved selve jorden (dvs. lugtgener i udendørs luft) vil ikke være væsentlig for jordprøver, der overholder jordkvalitetskriterier for flygtige og lette kulbrinter, samt luftkvalitetskriterier for 1,3,5-trimethylbenzen.

Der skal dog bemærkes, at vurderingerne er baseret på beregninger med en væsentlig usikkerhed, som det kan ses af den betydelige variabilitet imellem beregnede porevandskoncentrationer og udvaskede koncentrationer for kulbrintesammensætning med blandede fraktioner og kulbrinteaktioner op til  $C_{25}$ , samt for PAH og NSO i alle jordprøver. Desuden skal bemærkes, at en række organiske svovlforbindelser med lav lugtgrænse ikke har været inddraget i undersøgelserne. Usikkerhederne betragtes dog ikke som afgørende i forhold til de foretagne vurderinger.



## 6 Vurdering af muligheden for afskæringskriterier

Forudsætningerne for, at kortlægningskriteriet for sum af kulbrinter kan ændres fra jordkvalitetskriteriet til et niveau på op til 10 gange dette svarende til et afskæringskriterium er, se Kapitel 3, at:

- Forureningerne er lav-mobile (i forhold til grundvand og poreluft, herunder lugt)
- Akut giftige stoffer ikke er dimensionerende for fastsættelse af jordkvalitetskriteriet

I Kapitlerne 4 og 5 er undersøgelsens resultater med hensyn til mobilitet beskrevet. Vurderingen af mulighederne for at opstille et afskæringskriterium for sum og fraktioner af kulbrinter er her foretaget i forhold til de omformulerede jordkvalitetskriterier, se Afsnit 2.2, ved anvendelse af VKI metoden, se Tabel 6.1.

Tabel 6.1

Jordkvalitetskriterier og afskæringskriterier (mg/kg TS) til afprøvning for sum og fraktioner af kulbrinter ved analyse efter VKI metoden.

Kulbrinter	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{35}$	$C_6-C_{35}$
Jordkvalitetskriterium, JKK	25	25	100	100
3 X JKK	75	75	300	300
10 X JKK	750	750	1.000	1.000

Undersøgelsens resultater er opsummeret i Tabel 6.2. I tabellen er angivet de jordkoncentrationer, hvor de opstillede mobilitets-, giftigheds- og lugtkriterier er overholdt, udtrykt i forhold til jordkvalitetskriteriet. Angivelser i parentes viser, hvor kriterier kan forventes overholdt ikke i porevand og -luft, men i grundvand eller indeklima. For grundvand er benyttet en typisk fortyndingsfaktor på 10, for indeklima er benyttet en reduktionsfaktor på 750 for overgang fra poreluft, se Afsnit 4.2. For eksempel betyder ( $<10 \times \text{JKK}$ ) i søjlen for  $>C_{25}-C_{35}$  for udvaskning, at med jordkoncentrationer op til 10 gange jordkvalitetskriteriet, vil grundvandskvalitetskriteriet kunne overholdes i grundvand, men ikke i porevand. Som et andet eksempel betyder  $<<\text{JKK}$  i søjlen for  $C_6-C_{10}$  for udvaskning, at mobilitetskriteriet ikke vil kunne forventes overholdt. Der er ikke foretaget mobilitetsvurdering for jordkoncentrationer under jordkvalitetskriterierne.

Det er i vurderingen forudsat, at eksisterende kriterier for identificerede enkeltstoffer og sum af sådanne, som for eksempel PAH, benyttes til at regulere disse, se Afsnit 2.1.

Vurderingen af mobilitet ved udvaskning for kulbrintefractionen  $>C_{10}-C_{25}$  baseret på kulbrinter, Afsnit 4.1.5, var ikke klar med hensyn til mobilitetens fordeling på supplerende fraktioner,  $>C_{10}-C_{15}$ ,  $>C_{15}-C_{20}$  og  $>C_{20}-C_{25}$ , men vurderingen baseret på PAH forbindelsers udvaskning, Afsnit 4.1.6, tyder på, at mobiliteten falder med stigende ækvivalent kulstofal. Udvasningen af de

højere fraktioner opfylder ikke mobilitetskravet (udvaskning til højst 9 µg/L i porevand), men kan opfylde 10 gange mobilitetskravet (udvaskning til under 100 µg/L i grundvand).

En nærmere vurdering af udvaskningsdata for fraktionerne af lette kulbrinter  $>C_{10}-C_{25}$ , se Tabel 4.7 og Tabel 4.8, viser, at hyppighed af overskridelse af mobilitetskriteriet, største udvaskede koncentration og gennemsnitlig udvasket koncentration ikke påvirkes væsentligt ved skift fra tre til 10 gange jordkvalitetskriteriet for  $>C_{10}-C_{20}$ . For fraktionen  $>C_{20}-C_{25}$  derimod øges hyppighed af overskridelse faktor 1,5 og gennemsnitlig koncentration faktor 1,7.

Vurderingen af mobilitet ved afdampning viste, at mobilitetskravet i poreluft ( $0,1 \text{ mg/m}^3$ ) ikke var opfyldt til og med  $C_{25}$ , men var opfyldt for alle prøver for kulbrinter over  $C_{25}$ . Benyttedes i stedet mobilitetskravet for indeklime, opfyldtes dette for alle prøver for kulbrinter over  $C_{25}$  og for alle prøver undtagen tre med begrænsede overskridelser for kulbrinter over  $C_{10}$ .

Tabel 6.2

Overholdelse af forudsætninger for mobilitet, herunder lugt, og giftighed fordelt på koncentrationsintervaller.

Forudsætning	Vurderingsparameter	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{35}$	$C_6-C_{35}$
<b>Mobilitet</b>					
Udvaskning	Kulbrinter	<<JKK	<<JKK	(<10 X JKK)	<< JKK
	PAH	<<JKK	$>C_{10}-C_{15}$ << JKK $>C_{15}-C_{20}$ (< 3 X JKK) $>C_{20}-C_{25}$ (< 10 X JKK)	(<10 X JKK)	<<JKK
	NSO	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK
Afdampning	Kulbrinter	<<JKK	(<10 X JKK)	<10 X JKK	<<JKK
Lugt	NSO	(<10 X JKK)	(<10 X JKK)	(<10 X JKK)	(<10 X JKK)
	1,3,5-Trimethylbenzen	(<10 X JKK)	(<10 X JKK)	(<10 X JKK)	(<10 X JKK)
<b>Akut giftighed</b>					
	NSO jord	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK
	1,3,5-Trimethylbenzen jord	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK
	NSO eluat	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK
	1,3,5-Trimethylbenzen eluat	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK	<10 X JKK

Vurderingen af akut giftighed er foretaget for NSO forbindelser og 1,3,5-trimethylbenzen, idet disse tidligere er identificeret som de forbindelser i fyringsolie, hvor der er størst risiko for akut giftighed /37/.

Vurderingen af akut giftighed i Tabel 6.2 er resultatet af denne undersøgelses toksikologisk baserede såkaldte sundhedsbaserede screeningskriterier. Det skal bemærkes, at enkelte NSO optræder i eluatkoncentrationer, der ligger over internationalt foreslåede grundvands-/drikkevandskvalitetskriterier, se Tabel 5.3.

Lugt vil for NSO forbindelser kun i begrænset omfang optræde ved selve jorden, og slet ikke i bygninger. For 1,3,5-trimethylbenzen kan der optræde lugt af jorden, men jord eller luft vil da overskride andre kvalitetskriterier, mens der ikke vil optræde lugt i bygninger. Det skal dog bemærkes, at en række lugtbærende svovlforbindelser ikke har været inddraget i undersøgelsen.

På baggrund af opsummeringen i Tabel 6.2 vurderes det, at der er tilstrækkelig dokumentation for lav-mobilitet og for fravær af akut giftighed og lugt til at begrunde fastlæggelse af afskæringskriterier. Der kan foreslås to niveauer af afskæringskriterier afhængig af den ønskede beskyttelse i forhold til udvaskning af fraktionen  $>C_{20}-C_{25}$  og lugt fra 1,3,5-trimethylbenzen, som angivet i Tabel 6.3.

Tabel 6.3

Sammenfatning af jordkvalitets- og afskæringskriterier (mg/kg TS) understøttet af denne undersøgelse ved analyse efter VKI metoden.

Kulbrinter	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{20}$	$>C_{20}-C_{35}$	$C_6-C_{35}$
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
Jordkvalitetskriterium	25	25	100	100
Afskæringskriterium A	-	-	300	300
Afskæringskriterium B	-	-	1.000	1.000

Bemærk, at fraktionsopdelingen er ændret fra  $C_{25}$  til  $C_{20}$  som skel imellem lette og tunge kulbrinter. Denne ændring er baseret på, at udvaskningen af fraktionen  $C_{20}-C_{25}$  opfylder samme mobilitetskrav som den tunge fraktion, se Tabel 6.2.

Med fastholdelse af kriterieværdien for lette kulbrinter ( $>C_{10}-C_{20}$ ) vil ændringen alt andet lige betyde en mindre reduktion i beskyttelsesniveauet for denne fraktion. Tilsvarende vil beskyttelsesniveauet blive strammet for fraktionen for den tunge fraktion ( $>C_{20}-C_{35}$ ). Alternativt kan kriteriet for lette kulbrinter reduceres til 20 mg/kg TS svarende til det gennemsnitlige bidrag af fraktionen  $>C_{20}-C_{25}$  for 25 forskellige jordprøver i denne undersøgelse, og kriteriet for tunge øges tilsvarende.

Ved overgangen fra VKI metoden til AnalyCen metoden for bestemmelse af sum og fraktioner af kulbrinter i jord skal kriterieværdierne justeres for det øgede interval (fra  $C_{35}$  til  $C_{40}$ ), se Tabel 6.4.

Tabel 6.4

Sammenfatning af jordkvalitets- og afskæringskriterier (mg/kg TS) understøttet af denne undersøgelse ved analyse efter AnalyCen metoden.

Kulbrinter	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{20}$	$>C_{20}-C_{40}$	$C_6-C_{40}$
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
Jordkvalitetskriterium	25	25	150	150
Afskæringskriterium A	-	-	450	450
Afskæringskriterium B	-	-	1.500	1.500

Det foreslås endvidere, at det tillades at se bort fra et bidrag fra biogene kulbrinter til  $>C_{20}-C_{40}$  fraktionen med henvisning til den reviderede AnalyCen metode, se Afsnit 1.9, men med krav om fuldstændig opfyldelse af metodens krav ved kvantificering heraf.





# 7 Konsekvenser af foreslåede afskæringskriterier

Konsekvenserne af implementering af de foreslåede afskæringskriterier er undersøgt ved en vurdering af resultaterne af en tidligere gennemført undersøgelse af diffust forurenede jord /56/, se Bilag P.

Resultaterne omfatter jordprøver udtaget i gamle byområder med seks lokaliteter i København og fem lokaliteter i Ringsted. Derudover omfatter resultaterne trafikbelastede områder med to lokaliteter, henholdsvis langs Frederikssundsvej og Hareskovvej, begge i Storkøbenhavn. Der indgår i alt 86 jordprøver fra gamle byområder og 30 trafikbelastede jordprøver.

Jordprøverne er oprindeligt analyserede for sum af kulbrinter og fraktionerne  $C_6-C_{10}$ ,  $>C_{10}-C_{25}$  og  $>C_{25}-C_{35}/C_{40}$ . Der er benyttet en version af VKI metoden med udvidet interval, der på grund af valg af ekstraktionsmiddel (dichlormethan) forventes at give analyseresultater svarende til AnalyCen metoden.

Med henblik på vurdering af konsekvenserne af de foreslåede afskæringskriterier er i denne undersøgelse efterfølgende gennemført en supplerende opdeling af prøvernes indhold af kulbrinter i intervallerne  $>C_{10}-C_{15}$ ,  $>C_{15}-C_{20}$ ,  $>C_{20}-C_{25}$ ,  $>C_{25}-C_{30}$ ,  $>C_{30}-C_{35}$  og  $>C_{35}-C_{40}$ . Den supplerende opdeling er gennemført ved at genberegne de kromatogrammer, der oprindeligt blev opnået ved analyserne af de diffust forurenede jordprøver.

I alt 27% af de 116 diffust forurenede jordprøver overholdt ikke kravet om sum af kulbrinter ( $C_6-C_{35}$ ) under 100 mg/kg TS. Ingen jordprøver overskred 1.000 mg  $C_6-C_{35}$ /kg TS. I alt 18% af prøverne overholdt ikke kravet om sum af kulbrinter ( $C_6-C_{40}$ ) under 150 mg/kg TS. Ingen jordprøver overskred 1.500 mg  $C_6-C_{40}$ /kg.

Tabel 7.1

Hyppighed af overskridelse af foreslåede jordkvalitetskriterier for diffust forurenede jorder for sum og fraktioner af kulbrinter, fraktionsgrænse ved  $C_{20}$ .

Kulbrinter	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{20}$	$>C_{20}-C_{40}$	$C_6-C_{40}$
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
Hyppighed af overskridelse (%)	0	6,0	17	18

Der er som forventet ingen af de forurenede jorder, der vil overskride kriteriet for flygtige kulbrinter, og hyppigheden af overskridelser stiger med stigende interval, se Tabel 7.1.

Fordelingen af kulbrinter på intervaller er yderligere belyst i Tabel 7.2. De hyppigste påvisninger var i fraktionerne imellem  $C_{20}$  og  $C_{35}$ , hvor også de højeste koncentrationer blev fundet.

Tabel 7.2  
Indhold af sum og fraktioner af kulbrinter i diffust forurenede jord.

Fraktion	Fundne koncentrationer			
	mg/kg TS Gennemsnit, fundne	% Fundfrekvens	mg/kg TS Største	mg/kg TS Mindste
$C_6-C_{10}$	6,0	6,0	9,0	<5
$>C_{10}-C_{15}$	14	1,7	14	<10
$>C_{15}-C_{20}$	19	31	130	<10
$>C_{20}-C_{25}$	39	53	300	<10
$>C_{25}-C_{30}$	45	64	270	<10
$>C_{30}-C_{35}$	38	61	210	<10
$>C_{35}-C_{40}$	46	15	120	<25

Af 85 prøver af byjord overskred 15 (18%) ikke jordkvalitetskriteriet for bly (40 mg/kg TS), og kun én af disse 15 prøver ville overskride et kriterium på 100 mg  $C_6-C_{35}$ /kg TS, men ikke kriterier baseret på  $C_6-C_{40}$ . Denne ene prøve overskred ligeledes kriteriet for sum af PAH og for benzo(a)pyren. For de trafikbelastede jorder var tilsvarende syv af 30 jorder uden overskridelse af jordkvalitetskriteriet for bly, og ingen af disse syv overskred jordkvalitetskriterier for sum og fraktioner af kulbrinter.

Inddrages kun de jordprøver, som ikke overskred afskæringskriterier (metaller, PAH), 72 prøver af byjord og 26 trafikbelastede jorder, er billedet som for alle jorder, se Tabel 7.2. Ingen af jorderne ville overskride de foreslåede afskæringskriterier type B for tunge kulbrinter og sum af kulbrinter.

Tabel 7.3  
Hyppighed af overskridelse af foreslåede jordkvalitets- og afskæringskriterier for sum og fraktioner af kulbrinter for diffust forurenede jorder uden overskridelse af afskæringskriterier for andre stoffer.

Kulbrinter	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{20}$	$>C_{20}-C_{40}$	$C_6-C_{40}$
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
Hyppighed af overskridelse af jordkvalitetskriterium (%)	0	4,0	8,1	14
Hyppighed af overskridelse af afskæringskriterium A (%)	0	4,0	2,0	2,0
Hyppighed af overskridelse af afskæringskriterium B (%)	0	4,0	0	0

Hyppigheden af overskridelser som funktion af kriteriets værdi kan ses i Tabel 7.4 for sum af kulbrinter.

Tabel 7.4  
Hyppighed af overskridelse af kriterier for sum af kulbrinter for diffust forurenede jorder uden overskridelse af afskæringskriterier for andre stoffer.

Kriterieværdi	150 mg/kg TS	300 mg/kg TS	450 mg/kg TS	600 mg/kg TS	750 mg/kg TS
Hyppighed af overskridelse af kriterium (%)	14	2,0	2,0	2,0	0

Et afskæringskriterium på 2-4 gange det foreslåede jordkvalitetskriterium vil altså for disse jordprøver medføre, at omkring 2% af de undersøgte jordprøver

uden overskridelse af andre afskæringskriterier vil være over kriteriet for sum af kulbrinter, mens ingen af disse jordprøver vil overskride kriterier på fem gange jordkvalitetskriteriet og derover.

Flytning af fraktionsgrænsen imellem lette og tunge kulbrinter fra  $C_{20}$  til  $C_{25}$  betyder, at næsten to gange så mange jordprøver vil overskride jordkvalitetskriteriet for lette eller tunge kulbrinter, se Tabel 7.1 og Tabel 7.5.

Tabel 7.5

Hyppighed af overskridelse af foreslåede jordkvalitetskriterier for diffust forurenede jorder for sum og fraktioner af kulbrinter, fraktionsgrænse ved  $C_{25}$ .

Kulbrinter	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}$	$C_6-C_{40}$
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
Hyppighed af overskridelse (%)	0	29	8,8	18

For 85 forventet ikke forurenede jorder indsamlet og analyseret for sum og fraktioner af kulbrinter efter AnalyCen metoden under metodeudviklingsprojektet, se Afsnit 1.4.1, vil afskæringskriterier på både 450 og 1.500 mg/kg TS betyde en væsentlig reduktion af antallet af prøver med overskridelse, se Tabel 7.6, både for sum af kulbrinter og for den tunge fraktion. En række af disse prøver havde et højt indhold af naturligt organisk stof og forventedes derfor at udvise høje indhold af biogene kulbrinter.

Tabel 7.6

Hyppighed af overskridelse af foreslåede jordkvalitets- og afskæringskriterier for sum og fraktioner af kulbrinter for forventet uforurenede jorder.

Kulbrinter uden biogene	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}$	$C_6-C_{40}$
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
Hyppighed af overskridelse af jordkvalitetskriterium (%)	2,4	58	41	55
Hyppighed af overskridelse af afskæringskriterium A (%)	-	-	15	17
Hyppighed af overskridelse af afskæringskriterium B (%)	-	-	9,4	11

Det skal bemærkes, at resultaterne fra uforurenede jorder ikke er beregnede med en fraktionsgrænse ved  $C_{20}$ , hvorfor effekten af fraktionsgrænseskift ikke kan vurderes. Det må dog forventes, at et fraktionsgrænseskift vil betyde en reduktion i antallet af overskridelser af kriterierne i den lette fraktion også for disse jorder.

For 40 prøver indsamlet og analyseret for sum og fraktioner af kulbrinter efter AnalyCen metoden under metodeudviklingsprojektet, hvor prøverne som udgangspunkt var forurenede men med varierende forureningshistorie og forureningsgrad, se Afsnit 1.4.1, vil et afskæringskriterier på 450 eller 1.500 mg/kg TS ligeledes betyde en væsentlig reduktion af antallet af prøver med overskridelse, se Tabel 7.7, for sum af kulbrinter og for den tunge fraktion. Her vil hovedparten af prøverne dog overskride både jordkvalitets- og afskæringskriterium for lette kulbrinter.

Igen skal bemærkes, at resultaterne fra forurenede jorder ikke er beregnede med en fraktionsgrænse ved  $C_{20}$ , hvorfor effekten af fraktionsgrænseskift ikke kan vurderes. Det må dog forventes, at et fraktionsgrænseskift vil betyde nogen reduktion i antallet af overskridelser af kriterierne i den lette fraktion også for disse jorder.

Tabel 7.7

Hyppighed af overskridelse af foreslåede jordkvalitets- og afskæringskriterier for sum og fraktioner af kulbrinter for jordprøver med varierende forureningshistorie og forureningsgrad.

<b>Kulbrinter uden biogene</b>	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{40}$	$C_6-C_{40}$
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
Hyppighed af overskridelse af jordkvalitetskriterium (%)	6,5	87	81	90
Hyppighed af overskridelse af afskæringskriterium A (%)	-	-	28	45
Hyppighed af overskridelse af afskæringskriterium B (%)	-	-	9,7	15

Samlet vil anvendelse af de foreslåede jordkvalitets- og afskæringskriterier i kombination med de eksisterende kriterier for andre forureninger (metaller og PAH) betyde, at:

- Meget få diffust forurenede jorder vil overskride jordkvalitetskriterier for kulbrinter uden at overskride jordkvalitetskriterier for andre forureninger
- Meget få diffust forurenede jorder vil overskride afskæringskriterier for kulbrinter uden at overskride afskæringskriterier for andre forureninger
- En betydelig del af forventet uforurenede, organisk rige jorder vil overskride både jordkvalitetskriterier og afskæringskriterier for kulbrinter
- De fleste forventet forurenede jorder vil overskride både jordkvalitets- og afskæringskriterier for kulbrinter

Desuden vurderes, at:

- Flytning af fraktionsgrænsen imellem lette og tunge kulbrinter fra  $C_{25}$  til  $C_{20}$  vil reducere hyppigheden af overskridelser af jordkvalitetskriterierne for kulbrinter væsentligt
- Afskæringskriterium for sum af kulbrinter kan sættes ned til 300 mg/kg TS uden at have væsentlig betydning for antallet af overskridelser for diffust forurenede jorder

## 8 Implementering

Det foreslås, at AnalyCen metoden til bestemmelse af sum og fraktioner af kulbrinter, BTEX og PAH i jord inklusive bestemmelse af bidrag fra biogene kulbrinter anvises som metode til kontrol af jordkvalitetskriterier efter den beskrevne tilpasning. Den ændrede fraktionsopdeling er indarbejdet i forslaget til ændret analysemetode i Afsnit 1.9.

I forbindelse med den endelige formulering af forslag til jordkvalitetskriterier for fraktionen af lette kulbrinter,  $>C_{10}-C_{20}$ , (se også Tabel 2.3) blev der sat spørgsmålstegn ved, om forslaget reelt ville opfylde ønsket om fastholdt beskyttelsesniveau efter omformulering til kulbrinteintervaller og ny analysemetode. En nærmere gennemgang af forslaget, se Bilag Q, førte til en reformulering af jordkvalitetskriterierne med en supplerende fraktionsopdeling af lette kulbrinter ved  $C_{15}$ .

Afskæringskriterium foreslået til implementering er forslag A fra Kapitel 6.

Det foreslås endvidere at formulere kriterierne for sum og fraktioner af kulbrinter som vist i Tabel 8.1. Derudover foreslås det at fastholde de eksisterende kriterier for enkeltstoffer og for sum af identificerede stoffer i olie- og benzinprodukter, f.eks.: benzen, alkylbenzener, etc. Det bør overvejes at henvise til de relevante enkeltstoffer og summer af identificerede stoffer i formuleringen for sum og fraktioner af kulbrinter.

Tabel 8.1

Forslag til formulering af kriterier for sum og fraktioner af kulbrinter fra olie- og/eller benzinprodukter.

Stofnavn	CAS-nr.	Jordkvalitets- kriterie mg/kg	Afskærings- kriterie mg/kg	Grundvands- kvalitets- kriterie µg/liter	Luftkvalitets- kriterie, afdampning mg/m <sup>3</sup>
<b>Olie- og/eller benzinprodukter<sup>a</sup></b>					
$C_6-C_{10}$ kulbrinter		25 <sup>b</sup>	-	-	-
$>C_{10}-C_{15}$ kulbrinter		35 <sup>b</sup> (40) <sup>f</sup>	-	-	-
$>C_{15}-C_{20}$ kulbrinter		55 <sup>b</sup>	-	-	-
$>C_{20}-C_{40}$ kulbrinter		150 <sup>b, c</sup>	450 <sup>b, c, e</sup>	-	-
Sum af kulbrinter, $C_6-C_{40}$		150 <sup>b, c, d</sup>	450 <sup>b, c, d, e</sup>	9	0,1

<sup>a</sup>: Foruden kriterier for sum og fraktioner af kulbrinter skal kriterier for enkeltkomponenter og sum heraf, der kan forekomme i olie- og/eller benzinprodukter, overholdes: benzen, toluen, xylener, alkylbenzener, 1,2-dibrom- og 1,2-dichlorethan, MTBE, tetraethyl- og tetramethylbly, samt PAH.

<sup>b</sup>: Analysen skal udføres efter den af Miljøstyrelsen anviste metode.

<sup>c</sup>: Der kan ses bort fra bidrag af biogene kulbrinter bestemt som i den af Miljøstyrelsen anviste metode.

<sup>d</sup>: Både kriterier for de enkelte kulbrintefraktioner og kriteriet for sum af kulbrinter skal være opfyldt samtidig.

<sup>e</sup>: Jordkvalitetskriterierne for kulbrinter fra olie- og/eller benzinprodukter op til  $C_{20}$  skal samtidig være overholdt.

<sup>f</sup>: Miljøstyrelsen har efterfølgende fastsat kriteriet til 40 mg/kg TS.

Grundvands- og luftkvalitetskriterierne er foreslået som eksisterende krav til sum af kulbrinter, idet dette vil være det begrænsende uanset tilsvarende eller højere kriterieværdier for delfraktioner.

Baggrunden for forslaget er:

- Akut giftighed af kulbrinterne kan undgås op til 10 gange jordkvalitetskriteriet
- Lugt kan stort set undgås, så længe andre kulbrintekvalitetskriterier er opfyldt
- Tunge kulbrinter er generelt begrænset mobile op til tre gange jordkvalitetskriteriet

Det skal understreges, at:

- Flygtige og lette kulbrinter kan udvaskes til betydeligt over kontrolkriteriet for lav-mobilitet med jordkoncentrationer under jordkvalitetskriteriet
- Der kan for tunge kulbrinter i nogle situationer udvaskes op til cirka tre gange kontrolkriteriet for lav-mobilitet med jordkoncentrationer under jordkvalitetskriteriet

Disse sidste forhold er imidlertid ikke i modstrid med situationen med de nugældende kriterier.

## 9 Referencer

1. Miljøstyrelsen. Prøvetagning og analyse af jord. 13. 1998. København, Miljøstyrelsen. Vejledninger.
2. Dybdahl, H. P. Bestemmelse af tungtflygtige kulbrinter i jord. 2000. Miljøstyrelsen.
3. Dybdahl, H. P. Interferenser ved bestemmelse af olie i jordprøver. 2001. Amternes Videncenter for Jordforurening.
4. Miljøstyrelsen. Miljøstyrelsens udbud af en tjenesteydelse om "videreudvikling af metoder til analyse af olie i jord". 2001.
5. International Standardization Organisation. Soil quality - Determination of content of hydrocarbon in the range C10-C40 by gas chromatography. ISO 16703. 2004. International Standardization Organisation.
6. Halling, K., Nielsen, K. B., Madsen, J., Hessellund, L., Klausen, H. S., Weibel, N., Andersen, J., Knudsen, K., and Wendelbo, T. Vurdering af metoder til analyse af olie i jord. 2004. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt 905.
7. Lund, U. Method Evaluation Study - Oil in Soil. 2004. Danish Environmental Protection Agency's Reference Laboratory for Environmental Chemistry.
8. Eurofins A/S. Proficiency test SOLID-9 (2005-9). 2005.
9. Lund, U. Method Evaluation Study - Oil in soil Interlaboratory Study 2004 and Supplementary Study 2005. 2006. Danish Environmental Protection Agency.
10. Miljøministeriet. Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger udført af akkrediterede laboratorier, certificerede personer m.v. Bekendtgørelse 1353. 2006.
11. Lund, U. Personlig information om præstationsprøvning af analysemetode for olie i jord 2005. 2005.
12. VKI. Bestemmelse af olie i jord, gaskromatografisk metode. 1998. Miljøstyrelsens Referencelaboratorium.

13. Grøn, C., Falkenberg, J., Andersen, J. S., Børresen, M., Pettersen, A., Nilsson, S., Håkansson, K., and Laiho, J. V. P. Quality Control Manual for Field Measurements. 2005.
14. Nielsen, HK, Primdahl, G: Er benzen altid benzen. *AVJinfo* 2004:5-7, 2004.
15. Casarett and Doull's toxicology : the basic science of poisons. New York, N.Y. : McGraw-Hill, 2001, p. -19+1236.
16. RTECS®: Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio. (Volume 61 - Expires Nov 30, 2004 ). 2004. Greenwood Village, Colorado, USA, Thomson MICROMEDEX®. ChemKnowledge® System.
17. HSDB: Hazardous Substances Data Bank. National Library of Medicine, Bethesda, Maryland. (Volume 61 - Expires Nov 30, 2004 ). 2004. Greenwood Village, Colorado, USA, Thomson MICROMEDEX®. ChemKnowledge® System.
18. Lewis Sr RJ: Sax's dangerous properties of industrial materials. New York (NY), Wiley, 2000, p. -26+950.
19. Patty's industrial hygiene and toxicology. Vol. 2: Toxicology. New York (NY), Wiley, 1994.
20. Morrison, R. D. Critical Review of Environmental Forensic Techniques: Part II. *Environmental Forensics* 1, 175-195. 2000.
21. Murphy, B. L. and Morrison, R. D. Introduction to environmental forensics. 2002. Academic Press.
22. Kaplan, I. R., Galperin, Y, Lu, S. H., and Lee, R. P. Forensic Environmental Geochemistry: differentiation of fuel-types, their sources and release time. *Organic Geochemistry* 27, 289-317. 1997.
23. Christensen, LB, Larsen, TH: Method for Determining the Age of Diesel Oil Spills in the Soil. *Ground Water Monitoring and Remediation* 1993:142-149, 1993.
24. Wade, MJ: Age-dating Diesel Fuel Spills: Using the European Empirical Time-based Model in the U.S.A. *Environmental Forensics* 2:347-358, 2001.
25. Miljøministeriet. Bekendtgørelse nr. 884 om kvaliteten af benzin og dieselolie til brug i motorkøretøjer. 2003.
26. Parsons Engineering Service Inc. Light Nonaqueous-phase liquid weathering at various fuel release sites. 1999.



27. Svendsen, KG, Ravn-Sørensen, H: Naturlige kulbrinter i søslam har betydning for forureningsklassifikation. *Stads- og Havneingeniøren* 2006:47-50, 2006.
28. DHI. Kemisk profil over sammensætning af olie og benzin. 2007. Hørsholm.
29. Miljøstyrelsen. Oprydning på forurenede lokaliteter. Miljøstyrelsens Vejledninger nr. 6 og 7 1998. 1998.
30. Miljøkontrollen Københavns Kommune. Arbejder du med jord i Københavns Kommune. 2003.
31. Miljøstyrelsen. Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord. December 2005.
32. Kriteriegruppen. Vurdering og forslag til kortlægningskriterier. 6-12-2004.
33. Miljøstyrelsen. Afskæringskriterier for forurennet jord. 1998. København, Miljøstyrelsen. Miljøprojekt 425.
34. Miljøstyrelsen. Rådgivning af beboere i lettere forurenede områder. 2000.
35. Miljøstyrelsen. Acceptkriterier for mikrobiologisk rensed jord. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 8. 1992. Miljøministeriet.
36. Larsen, P. B. Benzin- og dieselolieforurenede grunde. 1993. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt 223.
37. Cohr, K-H., Andersen, D. N., Holmberg, R. D., Nielsen. C., and Skak, C. Risikoaspekter ved restforurening af oliespild fra villaolietanke. 2004. Udarbejdet af Dansk Toksikologi Center for Oliebranchens Miljøpulje.
38. Miljøstyrelsen. Metoder til fastsættelse af kvalitetskriterier for kemiske stoffer i jord, luft og drikkevand med henblik på beskyttelse af sundheden. 2006.
39. DHI. Håndtering af lettere forurennet jord, supplerende tests. 2007.
40. American Petroleum Industry. Selection of representative TPH fractions based on fate and transport considerations. 1997.
41. Hansen, JB, Oomen, AG, Edelgaard, I, Grøn, C: Oral Bioaccessibility and Leaching Tests for Soil Risk Assessment. *Engineering in Life Sciences* Submitted: 2005.

42. Hansen, J B, Grøn, C., Hjelmar, O., Asmussen, O. W., Klem, S., Mizutani, S., Gamst, J., Wahlström, M., Håkansson, K., and Breedweld, G. Leaching tests for non-volatile organic compounds - development and testing. 2004.
43. Hjelmar, O., Andersen, L., Broholm, K., Hansen, J B, Kjeldsen, P., Christensen, T. H., Gamst, J., Grøn, C., Hansen, N., and Østfeldt, P. Udvaskning af organiske stoffer fra jord: udvikling og afprøvning af testmetoder. 2004. Miljøstyrelsen.
44. International Standardization Organisation. Statistical interpretation of data - Techniques of estimation and tests related to means and variances. ISO 2854. 1976.
45. Miljøstyrelsen. Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. 1996. Miljøstyrelsen. Projekt nr. 20 om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen.
46. Oxbøl, A. and Boje, J. Afdampning af olieprodukter fra jord. Udkast. 2003. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt.
47. Miljøstyrelsen. Kemisk profil over sammensætningen af olie og benzin. Udkastrapport. 2006.
48. Indeklimapåvirkning fra forurenede grunde, Modelberegninger og indeklimamålinger. 1. 2002. Amternes Videncenter for Jordforurening. Teknik og Administration.
49. Kimura,ET, Ebert,DM, Dodge,PW: Acute Toxicity and Limits of Solvent Residue for Sixteen Organic Solvents. *Toxicology and Applied Pharmacology* 19:699-704, 1970.
50. Nielsen, E. and Østergård, G. Principper for sundhedsmæssig vurdering af kemiske stoffer med henblik på fastsættelse af kvalitetskriterier i luft, jord og drikkevand. 2004. København, Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 974.
51. IRIS: Integrated Risk Information System. 2007.
52. Florida. Grundvandskvalitetskriterier. 2007.
53. Thomas Held, ARCADIS Tyskland. Toksikologisk baserede kriterier fra forskningsprojekt. 2007.
54. Thomas Held, ARCADIS Tyskland. Forslag til koncentrationer i grundvand uden betydning udarbejdet af LAWA (German Working Group of the Federal States on Water Issues). 2007.
55. Verschuere K: Handbook of environmental data on organic chemicals. New York (NY), Wiley, 2001, p. -2064.

56. Falkenberg, J. A., Thomsen, A. D., Persson, B., Schmidt, T. S., and Andersen, J. S. Diffus jordforurening og kulturlag. 2004. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt 912.



# Analyseresultater benyttet til faktorberregning fra metodeudviklingsprojektet

Resultater er givet uden sædvanlig afrunding til det antal betydende cifre, som analysekvaliteten betinger.



## Resultater opnået med AnalyCen metoden

### Olieforurenet jord og kompost

Prøve ID AnalyCen	Sum C <sub>6</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> mg/kg TS	> C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub> mg/kg TS	> C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub> mg/kg TS	> C <sub>35</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS	Sum C <sub>25</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS
N1 B	250,1	9,4	31,6	146,6	62,5	209,1
N1 C	276,8	8,0	36,7	160,8	71,3	232,1
N1 D	306,6	9,0	38,8	175,3	83,5	258,8
N2 A	328,9	9,1	41,1	174,6	104,1	278,7
N2 B	305,4	8,7	38,7	161,9	96,0	257,9
N2 C	323,2	9,1	37,8	170,1	106,3	276,3
N2 D	309,9	8,7	38,2	163,8	99,2	263,0
O1 A	651,5	8,5	106,8	447,4	88,9	536,3
O1 B	714,2	8,5	110,8	482,8	112,0	594,9
O1 C	827,4	9,9	125,0	544,7	147,8	692,6
O1 D	782,4	8,3	122,3	522,9	128,8	651,7
O2 A	664,7	7,5	79,2	400,7	177,4	578,1
O2 B	759,3	7,9	86,5	444,4	220,5	664,9
O2 C	713,8	7,4	83,2	419,3	204,0	623,2
O2 D	784,4	7,5	92,0	460,7	224,2	684,9

### Kompost tilsat gasolie/motorolie

Prøve ID AnalyCen	Sum C <sub>6</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> mg/kg TS	> C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub> mg/kg TS	> C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub> mg/kg TS	> C <sub>35</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS	Sum C <sub>25</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS
N1 spike A	644,5	15,9	383,8	224,3	20,5	244,9
N1 spike B	659,1	15,1	379,3	231,6	33,0	264,7
N2 spike A	737,8	16,9	433,7	241,5	45,7	287,1
N2 spike B	770,6	17,7	450,4	251,9	50,5	302,4

### Kompost tilsat gasolie, motorolie eller fuelolie

Prøve ID AnalyCen	Sum C <sub>6</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> mg/kg TS	> C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub> mg/kg TS	> C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub> mg/kg TS	> C <sub>35</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS	Sum C <sub>25</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS
A1	1337,4	109,1	916,1	241,0	71,1	312,2
A12	1242,5	100,6	871,0	212,8	58,0	270,9
A2	960,5	70,0	557,6	232,3	100,6	332,9
A22	938,3	67,1	549,4	225,3	96,3	321,7
A3	363,2	8,8	115,8	152,6	86,0	238,6
A32	387,2	9,1	125,2	164,6	88,3	252,9
A4	338,5	8,3	75,9	161,6	92,6	254,2
A42	324,8	7,4	75,0	155,6	86,8	242,4
B1	1041,3	5,0	138,5	594,2	303,6	897,8
B12	832,8	3,9	121,3	488,6	219,0	707,6
B2	586,6	4,1	79,9	306,9	195,6	502,6
B22	552,0	5,6	80,7	299,8	165,9	465,7
B3	348,6	3,0	57,4	183,9	104,2	288,2
B32	370,7	3,3	60,2	192,9	114,3	307,2
B4	214,5	4,9	39,9	106,4	63,4	169,7

Kompost tilsat gasolie, motorolie  
eller fuelolie

Prøve ID AnalyCen	Sum C <sub>6</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> mg/kg TS	> C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub> mg/kg TS	> C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub> mg/kg TS	> C <sub>35</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS	Sum C <sub>25</sub> -C <sub>40</sub> mg/kg TS
B42	335,4	3,5	51,3	162,7	118,0	280,6
C1	923,7	6,7	241,9	426,0	249,2	675,1
C12	958,7	5,7	239,5	440,6	272,9	713,5
C2	589,8	6,9	144,2	271,9	166,7	438,7
C22	626,6	5,1	148,3	286,2	187,0	473,2
C3	406,8	9,9	99,9	189,6	107,4	297,0
C32	455,9	6,3	107,7	211,1	130,9	341,9
D1	364,9	4,6	55,6	166,0	138,7	304,7
D12	323,3	1,6	53,0	148,8	121,5	270,3





Resultater opnået med VKI og AnalyCen metoderne

Prøve ID	VKI metoden				AnalyCen metoden					
	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	Sum $C_6-C_{35}$	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_{25}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
G1006-4	<2,0	27,0	28,0	55,0	<2,5	57,9	79,0	44,0	123	180,8
G10807-6	<2,0	39,0	59,0	98,0	<2,5	105,8	211,9	82,3	294	400,0
G11006-1	<2,0	450,0	660,0	1110,0	9,9	572,8	1129,1	509,3	1638	2221,1
G11006-2	<2,0	420,0	570,0	1000,0	10,3	220,0	991,4	506,0	1497	1727,6
G11006-3	<2,0	150,0	290,0	440,0	7,0	240,4	598,2	400,5	999	1246,2
G12516-5	<2,0	16,0	100,0	120,0	<2,5	22,0	79,3	95,3	175	196,6
G13939-1	760,0	390	<20	1100,0	660,9	426,0	83,0	92,2	175	1262,2
G13941-2	16,0	370,0	<20	380,0	11,2	368,3	12,1	<15	12	391,5
G13941-3	<2,0	7,5	24,0	31,0	<2,5	9,0	-	<15	0	18,5
G14050-1A	<2,0	170,0	54,0	220,0	<5,0	325,7	236,2	137,6	374	699,5
G1785-1A	<2,0	120,0	340,0	460,0	3,6	308,0	266,5	173,8	440	751,9
G1785-2A	<2,0	51,0	110,0	160,0	293,8	98,8	242,5	203,3	446	550,1
G218-2A	<2,0	41,0	81,0	120,0	3,1	101,0	177,0	106,2	283	387,2
G218-3A	<2,0	36,0	43,0	79,0	<5,0	112,7	181,2	118,6	300	416,3
G2214-1A	<2,0	84,0	130,0	220,0	<5,0	197,7	576,5	381,2	958	1165,4
G259-5A	<2,0	27,0	36,0	63,0	<2,5	20,2	30,7	33,5	64	84,3
G271-1A	<2,0	34,0	35,0	72,0	<2,5	18,0	35,0	18,9	54	71,8
G4082-8A	<2,0	36,0	140,0	180,0	12,2	117,5	309,7	233,0	543	672,4
G4186-3A	<2,0	59,0	57,0	120,0	<5,0	384,3	458,4	233,0	691	1093,1
G5504-4A	<2,0	52,0	210,0	260,0	<5,0	85,2	250,5	103,7	354	439,4
G5664-1A	2,1	35,0	270,0	310,0	7,9	84,8	355,1	216,0	571	663,7
G6367-10A	<10	30,0	<100	30,0	3,8	59,7	219,0	137,4	356	416,1
G6367-1A	<4,0	19,0	70,0	89,0	<5,0	59,6	257,7	167,4	425	484,7
G6367-2A	<2,0	20,0	73,0	93,0	5,8	63,9	277,6	198,1	476	542,5
G6367-3A	<4,0	22,0	78,0	100,0	6,0	70,3	310,0	233,5	544	616,8
G6367-4A	<2,0	24,0	60,0	83,0	3,4	49,4	159,0	81,0	240	289,3
G6367-5A	<2,0	17,0	63,0	80,0	3,5	54,1	139,1	96,2	235	327,3
G6367-6A	<2,0	19,0	71,0	90,0	4,1	61,7	329,6	106,2	436	497,4
G6367-7A	<4,0	14,0	62,0	76,0	3,0	59,5	201,8	124,5	326	385,7
G6367-8A	<2,0	17,0	61,0	78,0	4,4	59,7	192,3	111,4	304	363,4
G6485-1A	<2,0	59,0	29,0	87,0	3,4	114,5	132,9	51,3	184	298,6
G6531-1B	<2,0	<5,0	<20	<30	<2,5	46,2	149,5	79,0	229	247,0
G7602-1A	3,3	25,0	120,0	150,0	<2,5	10,4	57,7	41,6	99	109,7
G7700-1A	<2,0	210,0	140,0	350,0	3,5	536,7	227,8	199,1	427	967,1
G7743-1A(b)	3,8	1300,0	860,0	2200,0	6,4	863,6	763,3	139,6	903	1973,5

Prøve ID	VKI metoden				AnalyCen metoden					
	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	Sum $C_6-C_{35}$	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_{25}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
G7836-1A	85,0	920,0	3100,0	4100,0	29,2	695,8	2720,2	1285,7	4006	4731,0
G7836-2A (b)	600,0	490	240	1300,0	413,5	400,5	147,0	141,9	289	1102,7
G8016-A	14,0	330,0	1100,0	1500,0	13,9	585,3	2140,0	709,0	2849	3450,0
G8533-2A	2,5	63,0	77,0	140,0	20,6	120,5	165,1	90,9	256	397,1
G8767-2A	<2,0	11,0	<20	11,0	<2,5	23,3	85,6	96,9	183	205,8

Akkrediterede rapporter for test af  
jordprøver for udvaskning af  
kulbrinter



Ligevægtskolonettest: DHI - metode M22-1			Lab nr.: R-048-06			
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Muldjord med ler			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	B6436			
Dato for modtagelse:	17.maj.06	Mængde af testprøve (kg):	3.807			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	3.807					
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	Sten			
Fraarteret materiale (kg):	1.014	Type af fraarteret materiale:	Sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risarpose hvortil homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er fraarteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	827	Vandindhold i testprøve (g/kg):	173.5			
Mængde anvendt i testportion (g):	2298	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1573.8	L/S - forhold (l/kg):	1.04			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaN <sub>3</sub> /l	Dato for testning:	23.maj.06			
<b>Testresultater</b>						
Sammenligning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		7.96	DOC	mg/kg TS	
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	449	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	
Turbiditet*		NTU	2.93	C6-C10	µg/kg TS	
DOC				C10-C25	µg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l		C25-C35	µg/kg TS	
C6-C10	GC-FID	µg/l		C35-C40	µg/kg TS	
C10-C25	GC-FID	µg/l		naphthalen	µg/kg TS	< 0.010
C25-C35	GC-FID	µg/l		acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.010
C35-C40	GC-FID	µg/l		acenaphthen	µg/kg TS	< 0.012
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.010
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	phenanthren	µg/kg TS	< 0.019
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.012	anthracen	µg/kg TS	0.025
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoranthren	µg/kg TS	0.053
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.018	pyren	µg/kg TS	0.062
anthracen	GC-MS	µg/l	0.024	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.010
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.051	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0.011
pyren	GC-MS	µg/l	0.06	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.010
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.010
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0.011	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.010
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzo(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.010
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylen	µg/kg TS	< 0.010
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	0.037
dibenzo(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.10
benzo(g,h,i)perylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.10
quinolin*	GC-MS	µg/l	0.038	carbazol*	µg/kg TS	< 0.10
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	acridin*	µg/kg TS	< 0.10
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	benzothiophen*	µg/kg TS	0.016
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	dibenzothiophen*	µg/kg TS	0.033
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.1	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.010
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.015	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.010
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.032	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.021
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	0.042
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	anilin*	µg/kg TS	0.090
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.02	4-methylanilin*	µg/kg TS	0.016
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0.04	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.062
anilin*	GC-MS	µg/l	0.087	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.010
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	0.015	dimethylsulfid*	µg/kg TS	< 0.12
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.06	thiophen*	µg/kg TS	< 0.03
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01			
dimethylsulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.12			
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03			
*: kemisk analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.:  Test udført (dato/init.): 23.maj.06 owa Sagsbehandling (dato/init.): 9.aug.06 aob Kvalitetskontrol (dato/init.):  13/1			

Ligevægtskolonne-test: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-050-06	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Muldjord med sand			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	KE 2A			
Dato for modtagelse:	17-maj-06	Mængde af testprøve (kg):	4.85			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	4.85					
<b>Forbehandling</b>						
Knuening af testprøve ?	nej	Knuningsmetode:	Sten			
Frasorteret materiale (kg):	0.75	Type af frasorteret materiale:	Sten			
Bemærkninger:	Jordproven er i nedkølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigle og overført i små portioner til en rilsæpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	896	Vandindhold i testprøve (g/kg):	104.2			
Mængde anvendt i testportion (g):	2506	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1511.0	L/S - forhold (l/kg):	0.79			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dato for testning:	23-maj-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		7.41			
Ledningssevne*	DS/EN 27888	mS/m	273			
Turbiditet*		NTU	65.1			
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l		Sum af kulbrinter	µg/kg TS	
C6-C10	GC-FID	µg/l		C6-C10	µg/kg TS	
C10-C25	GC-FID	µg/l		C10-C25	µg/kg TS	
C25-C35	GC-FID	µg/l		C25-C35	µg/kg TS	
C35-C40	GC-FID	µg/l		C35-C40	µg/kg TS	
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	naphthalen	µg/kg TS	< 0.0079
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.0079
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthen	µg/kg TS	< 0.0079
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.0079
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.013	phenanthren	µg/kg TS	0.010
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	anthracen	µg/kg TS	< 0.0079
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.013	fluoranthren	µg/kg TS	0.010
pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	pyren	µg/kg TS	< 0.0079
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0079
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.0079
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0079
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0079
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0079
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0079
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0079
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	< 0.0079
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.079
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.079
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.079
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	acridin*	µg/kg TS	< 0.008
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0079
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0079
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0079
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0079
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0079
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0.019	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	0.015
anilin*	GC-MS	µg/l	0.059	anilin*	µg/kg TS	0.047
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.0079
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.0079
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0079
dimetyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.02	dimetyldisulfid*	µg/kg TS	< 0.016
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.024
* er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø			Testrapport nr.: 001-07			
Årgen Allé 5			Test udført (dato/inkl.): 23-maj-06 owa			
2870 Hershølm			Sagsbehandling (dato/inkl.): 9-aug-06 acb			
Tlf. nr. 45 16 92 00			Kvalitetskontrol (dato/inkl.): 8-jun-07 BH			

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-053-06	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	B6253			
Dato for modtagelse:	17-maj-06	Mængde af testprøve (kg):	3.715			
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	Sten			
Frasorteret materiale (kg):	0.893	Type af frasorteret materiale:	Sten			
Bemærkninger:	Jordsproven er i redskolet bløddet sigtet gennem en 10 mm sigle og overført i små portioner til en rissepose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på siglen. Al forbehandling er foretaget på en redskolet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	861	Vandindhold i testprøve (g/kg):	139.5			
Mængde anvendt i testportion (g):	2664	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1479.3	L/S - forhold (l/kg):	0.81			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaN <sub>3</sub> /l	Dato for testning:	23-maj-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat				Akkumuleret stofudvaskning		
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		9.99			
Ledningsævn*	DS/EN 27888	mS/m	261			
Turbiditet*		NTU	51.8			
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l		Sum af kulbrinter	µg/kg TS	
C6-C10	GC-FID	µg/l		C6-C10	µg/kg TS	
C10-C25	GC-FID	µg/l		C10-C25	µg/kg TS	
C25-C35	GC-FID	µg/l		C25-C35	µg/kg TS	
C35-C40	GC-FID	µg/l		C35-C40	µg/kg TS	
naphthalen	GC-MS	µg/l	0.2	naphthalen	µg/kg TS	0.16
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.0081
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.053	acenaphthen	µg/kg TS	0.043
fluoren	GC-MS	µg/l	0.082	fluoren	µg/kg TS	0.066
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.21	phenanthren	µg/kg TS	0.17
anthracen	GC-MS	µg/l	0.037	anthracen	µg/kg TS	0.030
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.089	fluoranthren	µg/kg TS	0.072
pyren	GC-MS	µg/l	0.072	pyren	µg/kg TS	0.058
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0081
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0.013	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0.010
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0081
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0081
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0081
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0081
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0081
quinolin*	GC-MS	µg/l	0.084	quinolin*	µg/kg TS	0.068
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.081
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.081
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.081
acridin*	GC-MS	µg/l	0.18	acridin*	µg/kg TS	0.15
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.017	benzothiophen*	µg/kg TS	0.014
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.066	dibenzothiophen*	µg/kg TS	0.053
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0081
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0081
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	0.045	dibenzofuran*	µg/kg TS	0.036
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0.21	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	0.17
anilin*	GC-MS	µg/l	0.78	anilin*	µg/kg TS	0.63
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	0.18	4-methylanilin*	µg/kg TS	0.15
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.1	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.081
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0081
dimethylsulfid*	GC-MS	µg/l	0.18	dimethylsulfid*	µg/kg TS	0.15
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.024
*: kemisk analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00				Testrapport nr.: 01-07 Test udført (dato/init.): 23-maj-06 owa Sagsbehandling (dato/init.): 9-aug-06 aob Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-jan-07 jbt		

Ligevægtskolonne-test: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-064-06		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurenet jord			
Sagnummer:	53576	Kundens prøve ID:	B0674			
Dato for modtagelse:	17-maj-06	Mængde af testprøve (kg):	4.139			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):						
<b>Forbehandling</b>						
Knuaning af testprøve ?	nej		Knuaningsmetode:			
Frasorteret materiale (kg):			Type af frasorteret materiale:			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risanpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	889	Vandindhold i testprøve (g/kg):	111.1			
Mængde anvendt i testportion (g):	2853	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilføjet (ml):	1411.7	L/S - forhold (l/kg):	0.88			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaNO <sub>3</sub>	Dato for testning:	1-jun-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287		7.45			
Lødningsævnene*	DS/EN 27888	mS/m	313			
Turbiditet*		NTU	0.196			
DOC		µg/l	4	DOC	mg/kg TS	2.7
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	<	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	<
C6-C10	GC-FID	µg/l	< 2	C6-C10	µg/kg TS	< 1.4
C10-C25	GC-FID	µg/l	< 8	C10-C25	µg/kg TS	< 5.5
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 6.8
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 6.8
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	naphthalen	µg/kg TS	< 0.0068
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.0068
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.016	acenaphthen	µg/kg TS	0.011
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.0068
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.018	phenanthren	µg/kg TS	0.012
anthracen	GC-MS	µg/l	0.01	anthracen	µg/kg TS	0.0068
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.022	fluoranthren	µg/kg TS	0.015
pyren	GC-MS	µg/l	0.029	pyren	µg/kg TS	0.020
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0068
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.0068
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0068
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0068
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0068
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0068
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0068
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	< 0.0068
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.068
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.068
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.068
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	acridin*	µg/kg TS	< 0.0068
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0068
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0068
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0068
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0068
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0068
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0.016	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	0.011
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	anilin*	µg/kg TS	< 0.034
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.0068
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.0068
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0068
dimetyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.02	dimetyldisulfid*	µg/kg TS	< 0.014
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.020
* er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø		Testrapport nr.:		001 - 07		
Agern Allé 5		Test udført (dato/init.):		1-jun-06 owa		
2970 Hørsholm		Sagsbehandling (dato/init.):		9-aug-06 acb		
Tlf. nr. 45 15 92 00		Kvalitetskontrol (dato/init.):		8-jun-06 jbt		



Ligevægtskolonne-test: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-064-06	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagenummer:	53576	Kundens prøve ID:	B5802			
Dato for modtagelse:	30-maj-06	Mængde af testprøve (kg):	3.804			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	3.804					
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:				
Frasorteret materiale (kg):	-	Type af frasorteret materiale:				
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet stand sigtet gennem en 10 mm sigt og overført i små portioner til en ribapose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigt. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	861	Vandindhold i testprøve (g/kg):	139.2			
Mængde anvendt i testportion (g):	2763	Kontaktid (dage):	7			
Udvækningsmedium tilset (ml):	1479.6	L/S - forhold (l/kg):	0.78			
Udvækningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaN <sub>3</sub>	Dato for testning:	1-jun-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvækning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH	D5287		7.43			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	243			
Turbiditet*		NTU	0.15			
DOC		mg/l	48	DOC	mg/kg TS	38
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	13	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	10
C6-C10	GC-FID	µg/l	< 2	C6-C10	µg/kg TS	< 2
C10-C25	GC-FID	µg/l	13	C10-C25	µg/kg TS	10
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 7.8
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 7.8
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	naphthalen	µg/kg TS	< 0.0078
acenaphthylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylene	µg/kg TS	< 0.0078
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthen	µg/kg TS	< 0.0078
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.0078
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	phenanthren	µg/kg TS	< 0.0078
anthracen	GC-MS	µg/l	0.011	anthracen	µg/kg TS	0.0086
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.022	fluoranthren	µg/kg TS	0.017
pyren	GC-MS	µg/l	0.021	pyren	µg/kg TS	0.016
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0078
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.0078
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0078
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0078
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0078
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0078
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0078
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	< 0.0078
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.078
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.078
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.078
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	acridin*	µg/kg TS	< 0.0078
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0078
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0078
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0078
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0078
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0078
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0.011	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	0.0086
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	anilin*	µg/kg TS	< 0.039
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylanilin*	µg/kg TS	< 0.0078
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.0078
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0078
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	0.13	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	0.10
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.024
*: kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
<b>DHI - Institut for Vand &amp; Miljø</b>		Testrapport nr.:				
Agerø Allé 5		Test udført (dato/init.):		1-jun-06 owa/bek		
2870 Hørsholm		Sagsbehandling (dato/init.):		306		
Tlf. nr. 45 16 92 00		Kvalitetskontrol (dato/init.):		8. JUN 06 2011		

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-065-06	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurenset jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	B5930			
Dato for modtagelse:	30-maj-06	Mængde af testprøve (kg):	5.334			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	5.334					
<b>Forbehandling</b>						
Krusning af testprøve ?	nej	Krusningsmetode:				
Frasorteret materiale (kg):		Type af frasorteret materiale:				
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedskælet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigle og overført i små portioner til en rilsenpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedskælet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	886	Vandindhold i testprøve (g/kg):	114.5			
Mængde anvendt i testportion (g):	2529	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1504.2	L/S - forhold (l/kg):	0.80			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaN <sub>3</sub> /l	Dato for testning:	1-jun-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuløret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287		7.21			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	352			
Turbiditet*		NTU	0.13			
DOC		mg/l	1	DOC	mg/kg TS	0.8
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	11	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	8.8
C6-C10	GC-FID	µg/l	< 2	C5-C10	µg/kg TS	< 1.6
C10-C25	GC-FID	µg/l	11	C10-C25	µg/kg TS	8.8
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 8.0
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 8.0
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	naphthalen	µg/kg TS	< 0.0080
acenaphthilen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthilen	µg/kg TS	< 0.0080
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthen	µg/kg TS	< 0.0080
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.0080
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	phenanthren	µg/kg TS	< 0.0080
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	anthracen	µg/kg TS	< 0.0080
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.022	fluoranthren	µg/kg TS	0.018
pyren	GC-MS	µg/l	0.019	pyren	µg/kg TS	0.015
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0080
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.0080
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0080
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0080
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0080
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0080
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0080
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	< 0.0080
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.080
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.080
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.080
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	acridin*	µg/kg TS	< 0.0080
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0080
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0080
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0080
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0080
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0080
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	< 0.0080
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	anilin*	µg/kg TS	< 0.040
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylanilin*	µg/kg TS	< 0.0080
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.0080
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0080
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.02	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	< 0.016
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.024
*: kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: CC1-07 Test udført (dato/init.): 1-jun-06 owa/sok Sagsbehandling (dato/init.): 9-aug-06 aco Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-juli-06 JGH			

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-066-06	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	B6141			
Dato for modtagelse:	30-maj-06	Mængde af testprøve (kg):	4.421			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	4.421					
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:				
Frasorteret materiale (kg):	-	Type af frasorteret materiale:				
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedskælet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risapose hvorn homogenisering er foretaget. Sten, bus og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedskælet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	878	Vandindhold i testprøve (g/kg):	121.9			
Mængde anvendt i testportion (g):	2637	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	2076.7	L/S - forhold (l/kg):	1.04			
Udvaskningsmedium:	0.005 M CaCl <sub>2</sub> + 0.5 g NaN <sub>3</sub>	Dato for testning:	1-jun-06			
<b>Testresultater</b>						
<b>Sammensætning af eluat</b>			<b>Akkumuleret stofudvaskning</b>			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		7.6			
Ledningsevne*	DS/EN 27886	mS/m	305			
Turbiditet*		NTU	0.55			
DOC		mg/l	8.1	DOC	mg/kg TS	8
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l		Sum af kulbrinter	µg/kg TS	
C6-C10	GC-FID	µg/l	< 2	C6-C10	µg/kg TS	< 2
C10-C25	GC-FID	µg/l	< 8	C10-C25	µg/kg TS	< 8
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 10.4
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 10.4
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	naphthalen	µg/kg TS	< 0.010
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.010
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthen	µg/kg TS	< 0.010
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.010
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	phenanthren	µg/kg TS	< 0.010
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	anthracen	µg/kg TS	< 0.010
fluoranthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoranthren	µg/kg TS	< 0.010
pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	pyren	µg/kg TS	< 0.010
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.010
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.010
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.010
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.010
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.010
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.010
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.010
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	< 0.010
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.10
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.10
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.10
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	acridin*	µg/kg TS	< 0.010
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0.010
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.010
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.010
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.010
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.010
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	< 0.010
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	anilin*	µg/kg TS	< 0.052
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.010
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.010
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.010
dimetyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.02	dimetyldisulfid*	µg/kg TS	< 0.021
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.031
*: kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Ager Allé 5 2870 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: 001-07 Test udført (dato/tid): 1-jun-06 owa/tek Sagsbehandling (dato/tid): 9-aug-06 zmb Kvalitetskontrol (dato/tid): 8-jun-07 tch			

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-067-06		
Testrapport						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	B6448			
Dato for modtagelse:	30-maj-06	Mængde af testprøve (kg):	4.07			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	4.07					
Forbehandling						
Kruisning af testprøve ?	nej	Kruisningsmetode:				
Frasorteret materiale (kg):		Type af frasorteret materiale:				
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand siglet gennem en 10 mm sigle og overført i små portioner til en ribpose for at homogenisere er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på siglen. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
Testoplysninger						
Tørstof i testprøve (g/kg):	893	Vandindhold i testprøve (g/kg):	106.8			
Mængde anvendt i testportion (g):	2788	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1456.7	L/S - forhold (l/kg):	0.70			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaNO <sub>3</sub>	Dato for testning:	22-jun-06			
Testresultater						
Sammenstilling af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		8.44			
Ledningssevne*	DS/EN 27888	mS/m	222			
Turbiditet*		NTU	3.19			
DOC		mg/l	11	DOC	mg/kg TS	8
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l		Sum af kulbrinter	µg/kg TS	
C6-C10	GC-FID	µg/l	< 2	C6-C10	µg/kg TS	< 1
C10-C25	GC-FID	µg/l	< 8	C10-C25	µg/kg TS	< 6
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 7.0
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 7.0
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	naphthalen	µg/kg TS	< 0.0070
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.0070
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthen	µg/kg TS	< 0.0070
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.0070
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	phenanthren	µg/kg TS	< 0.0070
anthracen	GC-MS	µg/l	0.018	anthracen	µg/kg TS	0.013
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.017	fluoranthren	µg/kg TS	0.012
pyren	GC-MS	µg/l	0.029	pyren	µg/kg TS	0.020
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0070
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.0070
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0070
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0070
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0070
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0070
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0070
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	< 0.0070
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.3	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.21
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.3	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.21
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.070
acridin*	GC-MS	µg/l	0.025	acridin*	µg/kg TS	0.018
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0070
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0070
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0070
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0070
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0070
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	< 0.0070
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	anilin*	µg/kg TS	< 0.035
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.03	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.021
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.0070
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0070
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	1.1	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	0.78
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.021
* kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agerm Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: C01-07 Test udført (dato/init.): 22-jun-06 sek Sagsbehandling (dato/init.): 14-aug-06 acb Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-jan-07 JAH			

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-073-06	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Fonuranet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	KE 2 G206-5216.2			
Dato for modtagelse:	21-jun-06					
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	4.667	Mængde af testprøve (kg):	4.667			
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	sten			
Frasereret materiale (kg):	0.332	Type af frasereret materiale:	sten			
<b>Bemærkninger:</b> Jordprøven er i nedkølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en rislapse hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasereret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.						
<b>Testoplysninger</b>						
Tarstof i testprøve (g/kg):	922	Vandindhold i testprøve (g/kg):	78.5			
Mængde anvendt i testportion (g):	2743	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilset (ml):	1453.3	L/S - forhold (l/kg):	0.66			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dato for testning:	22-jun-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat				Akkumuleret stofudvaskning		
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	D5267		7.92			
Ledningsevne*	DG/EN 27888	mS/m	310			
Turbiditet*		NTU	1.80			
DOC		mg/l	13	DOC	mg/kg TS	8.6
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l		Sum af kulbrinter	µg/kg TS	
C6-C10	GC-FID	µg/l	< 2	C6-C10	µg/kg TS	< 1.3
C10-C25	GC-FID	µg/l	< 8	C10-C25	µg/kg TS	< 5.3
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 6.6
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 6.6
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	naphthalen	µg/kg TS	< 0.0066
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.0066
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthen	µg/kg TS	< 0.0066
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.0066
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	phenanthren	µg/kg TS	< 0.0066
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	anthracen	µg/kg TS	< 0.0066
fluoranthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoranthren	µg/kg TS	< 0.0066
pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	pyren	µg/kg TS	< 0.0066
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0066
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.0066
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0066
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0066
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0066
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0066
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0066
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	< 0.0066
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.0660
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.3	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.20
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.066
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	acridin*	µg/kg TS	< 0.007
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0066
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0066
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0066
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0066
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0066
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	< 0.0066
anilin*	GC-MS	µg/l	0.056	anilin*	µg/kg TS	0.037
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.0066
4-metylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-metylquinolin*	µg/kg TS	< 0.0066
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0066
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.02	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	< 0.013
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.020
* kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø		Testrapport nr.:		001-07		
Agern Allé 5		Test udført (dato/init.):		22-jun-06		
2970 Hørsholm		Sagsbehandling (dato/init.):		14-aug-06		
Tlf. nr. 45 16 92 00		Kvalitetskontrol (dato/init.):		8-jul-07		
				sek		
				apb		
				104		

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-074-06	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirert:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	B5100 6206-5217.6			
Dato for modtagelse:	21-jun-06					
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	7.324	Mængde af testprøve (kg):	7.324			
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:				
Frasorteret materiale (kg):	0.332	Type af frasorteret materiale:	sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand siglet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risepose hvorn henomgenisering er foretaget. Sten, træ og byggenaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	889	Vandindhold i testprøve (g/kg):	112.1			
Mængde anvendt i testportion (g):	2951	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1463.3	L/S - forhold (l/kg):	0.70			
Udvaskningsmedium:	0.005 M CaCl <sub>2</sub> + 0.5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dato for testning:	22-jun-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		8.04			
Ledningsevne*	DS/EN 27886	mS/m	ikke nok prøve			
Turbiditet*		NTU	ikke nok prøve			
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l		Sum af kulbrinter	µg/kg TS	
C6-C10	GC-FID	µg/l	< 2	C6-C10	µg/kg TS	< 1
C10-C25	GC-FID	µg/l	< 6	C10-C25	µg/kg TS	< 6
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 7.0
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 7.0
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	naphthalen	µg/kg TS	< 0.007
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.007
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthen	µg/kg TS	< 0.007
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.007
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	phenanthren	µg/kg TS	< 0.007
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	anthracen	µg/kg TS	< 0.007
fluoranthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoranthren	µg/kg TS	< 0.007
pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	pyren	µg/kg TS	< 0.007
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.007
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.007
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.007
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.007
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.007
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.007
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.007
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.02	quinolin*	µg/kg TS	< 0.014
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.3	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.21
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.3	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.21
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.07
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.013	acridin*	µg/kg TS	< 0.009
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0.007
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.007
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.007
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.007
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.012	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.008
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	< 0.007
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.11	anilin*	µg/kg TS	< 0.077
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.08	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.056
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.007
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.007
dimetyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 1.4	dimetyldisulfid*	µg/kg TS	< 0.986
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.021
*: kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Ages Allé 5 2870 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: 001-07 Test udført (dato/tilt.): 22-jun-06 sek Sagsbehandling (dato/tilt.): 14-aug-06 aab Kvalitetskontrol (dato/tilt.): 8-jul-06 781			

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-075-06 A		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Søgsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	B3431			
Dato for modtagelse:	21-jun-06	Mængde af testprøve (kg):	7.394			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	15.122					
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	sten			
Frasorteret materiale (kg):	0.375	Type af frasorteret materiale:	sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risepose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	922	Vandindhold i testprøve (g/kg):	78.3			
Mængde anvendt i testportion (g):	2604	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1437.0	L/S - forhold (l/kg):	0.68			
Udvaskningsmedium:	0.005 M CaCl <sub>2</sub> + 0.5 g NaN <sub>3</sub>	Dato for testning:	25-jul-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287	mS/m	7.54			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	NTU	235			
Turbiditet*		mg/l	1.34			
DOC		µg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	84	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	57
C6-C10	GC-FID	µg/l	4.8	C6-C10	µg/kg TS	3
C10-C25	GC-FID	µg/l	67	C10-C25	µg/kg TS	46
C25-C35	GC-FID	µg/l	12	C25-C35	µg/kg TS	8.2
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 6.8
naphthalen	GC-MS	µg/l	0.24	naphthalen	µg/kg TS	0.16
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.0068
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.016	acenaphthen	µg/kg TS	0.011
fluoren	GC-MS	µg/l	0.02	fluoren	µg/kg TS	0.014
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.058	phenanthren	µg/kg TS	0.040
anthracen	GC-MS	µg/l	0.014	anthracen	µg/kg TS	0.010
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.038	fluoranthren	µg/kg TS	0.026
pyren	GC-MS	µg/l	0.047	pyren	µg/kg TS	0.032
benzo(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0069
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.007
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0068
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0068
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0068
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0068
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0068
quinolin*	GC-MS	µg/l	0.02	quinolin*	µg/kg TS	0.014
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.068
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.068
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.068
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.02	acridin*	µg/kg TS	< 0.014
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.043	benzothiophen*	µg/kg TS	0.029
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0068
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0068
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0068
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	0.019	dibenzofuran*	µg/kg TS	0.013
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0.36	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	0.25
anilin*	GC-MS	µg/l	0.096	anilin*	µg/kg TS	0.066
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	0.025	4-methylanilin*	µg/kg TS	0.017
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	0.032	4-methylquinolin*	µg/kg TS	0.022
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0068
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	1.5	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	1.0
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.021
*: kemiske analyse er ikke omfattende af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2970 Herstholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: 001-07 Test udført (dato/tid): 25-jul-06 sek Sagsbehandling (dato/tid): 11-jul-06 aob Kvalitetskontrol (dato/tid): 8-jul-06 jh			

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-075-06 B		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	83431			
Dato for modtagelse:	21-jun-06					
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	15.122	Mængde af testprøve (kg):	7.394			
<b>Forbehandling</b>						
Krusning af testprøve ?	nej	Krusningsmetode:	sten			
Frasorteret materiale (kg):	0.375	Type af frasorteret materiale:	sten			
<b>Bemærkninger:</b> Jordprøven er i nedkølet tilstand siglet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risanpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.						
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	922	Vandindhold i testprøve (g/kg):	78.3			
Mængde anvendt i testportion (g):	2638	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1693.3	L/S - forhold (l/kg):	0.74			
Udvaskningsmedium:	0.005 M CaCl <sub>2</sub> + 0.5 g NaN <sub>3</sub> I	Dato for testning:	25-jul-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		7.52			
Ledningsevne*	DS/EN 27086	mS/m	243			
Turbiditet*		NTU	3.08			
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	72	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	53
C6-C10	GC-FID	µg/l	5.7	C6-C10	µg/kg TS	4.2
C10-C25	GC-FID	µg/l	66	C10-C25	µg/kg TS	49
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 7.4
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 7.4
naphthalen	GC-MS	µg/l	0.21	naphthalen	µg/kg TS	0.15
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.0074
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.016	acenaphthen	µg/kg TS	0.012
fluoren	GC-MS	µg/l	0.021	fluoren	µg/kg TS	0.015
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.041	phenanthren	µg/kg TS	0.030
anthracen	GC-MS	µg/l	0.011	anthracen	µg/kg TS	0.0061
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.032	fluoranthren	µg/kg TS	0.024
pyren	GC-MS	µg/l	0.046	pyren	µg/kg TS	0.034
benzo(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0074
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.0074
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0074
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0074
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0074
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0074
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0074
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	< 0.0074
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.074
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.074
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.074
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.02	acridin*	µg/kg TS	< 0.015
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.016	benzothiophen*	µg/kg TS	0.012
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0074
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0074
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0074
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0074
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0.042	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	0.031
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	anilin*	µg/kg TS	< 0.037
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.02	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.015
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.0074
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0074
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	0.11	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	0.081
thiophen*	GC-MS	µg/l	0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.022
* kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø		Testrapport nr.: 001-07		Test udført (dato/init.): 25-jul-06 sek		
Agern Allé 5		Sagsbehandling (dato/init.): 11-okt-06		adp		
2370 Hørsholm		Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-jul-07		DHI		
Tlf. nr. 45 16 92 00						



Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-077-06 A		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	7827-1			
Dato for modtagelse:	10-jul-06	Mængde af testprøve (kg):	13.84			
Mottaget mængde af laboratorieprøve (kg):	13.84					
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	sten			
Frasorteret materiale (kg):	1.39	Type af frasorteret materiale:	sten			
Demærkninger: Jordprøven er i nedskælet tilstand siglet gennem en 10 mm sigle og overført i små portioner til en risapose hvorn homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedskælet jordprøve.						
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	910	Vandindhold i testprøve (g/kg):	90.5			
Mængde anvendt i testportion (g):	2597	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1653.0	L/S - forhold (l/kg):	0.80			
Udvaskningsmedium:	0.005 M CaCl <sub>2</sub> + 0.5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dato for testning:	12-jul-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		7.42			
Lødningsæmne*	DS/EN 27888	mS/m	328			
Turbiditet*		NTU	1.56			
DOC		mg/l	19.7	DOC	mg/kg TS	16
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	420	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	337
C6-C10	GC-FID	µg/l	210	C6-C10	µg/kg TS	168
C10-C25	GC-FID	µg/l	210	C10-C25	µg/kg TS	168
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 8.0
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 8.0
naphthalen	GC-MS	µg/l	5.1	naphthalen	µg/kg TS	4.09
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	0.017	acenaphthylen	µg/kg TS	0.014
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.067	acenaphthen	µg/kg TS	0.054
fluoren	GC-MS	µg/l	0.24	fluoren	µg/kg TS	0.19
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.26	phenanthren	µg/kg TS	0.21
anthracen	GC-MS	µg/l	0.042	anthracen	µg/kg TS	0.034
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.23	fluoranthren	µg/kg TS	0.18
pyren	GC-MS	µg/l	0.23	pyren	µg/kg TS	0.18
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	0.016	benz(a)anthracen	µg/kg TS	0.013
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0.023	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0.018
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	0.0080
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0060
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0080
di-benz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	di-benz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0080
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0080
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	quinolin*	µg/kg TS	< 0.040
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.080
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.080
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.080
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.1	acridin*	µg/kg TS	< 0.080
benzothiofophen*	GC-MS	µg/l	0.31	benzothiofophen*	µg/kg TS	0.25
di-benzothiofophen*	GC-MS	µg/l	0.021	di-benzothiofophen*	µg/kg TS	0.017
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.02	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.016
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0080
di-benzofuran*	GC-MS	µg/l	0.034	di-benzofuran*	µg/kg TS	0.027
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	20	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	16
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.1	anilin*	µg/kg TS	< 0.080
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.1	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.080
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.040
2-methylthiofophen*	GC-MS	µg/l	< 0.02	2-methylthiofophen*	µg/kg TS	< 0.016
dimetyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.02	dimetyldisulfid*	µg/kg TS	< 0.016
thiofophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiofophen*	µg/kg TS	< 0.024
* komiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2970 Herstholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: Test udført (dato/tid): 12-jul-06 Sagsbehandling (dato/init.): 15-aug-06 Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-jul-06			

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-077-06 B	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirant:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	7827-1			
Dato for modtagelse:	10-jul-06	Mængde af testprøve (kg):	13,84			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	13,84					
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	sten			
Frasorteret materiale (kg):	1,39	Type af frasorteret materiale:	sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand siglet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risanpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	910	Vandindhold i testprøve (g/kg):	90,5			
Mængde anvendt i testportion (g):	2495	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1562,8	L/S - forhold (l/kg):	0,80			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dato for testning:	12-jul-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		7,58			
Ladningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	319			
Turbiditet*		NTU	25,40			
DOC		mg/l	21,6	DOC	mg/kg TS	17
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	260	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	207
C6-C10	GC-FID	µg/l	64	C6-C10	µg/kg TS	51
C10-C25	GC-FID	µg/l	200	C10-C25	µg/kg TS	159
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 8,0
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 8,0
naphthalen	GC-MS	µg/l	3	naphthalen	µg/kg TS	2,4
acenaphthylene	GC-MS	µg/l	0,025	acenaphthylene	µg/kg TS	0,020
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0,1	acenaphthen	µg/kg TS	0,080
fluoren	GC-MS	µg/l	0,39	fluoren	µg/kg TS	0,31
phenanthren	GC-MS	µg/l	0,37	phenanthren	µg/kg TS	0,29
anthracen	GC-MS	µg/l	0,061	anthracen	µg/kg TS	0,049
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0,37	fluoranthren	µg/kg TS	0,29
pyren	GC-MS	µg/l	0,38	pyren	µg/kg TS	0,30
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	0,027	benz(a)anthracen	µg/kg TS	0,022
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0,042	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0,033
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	0,013	benzofluoranthener	µg/kg TS	0,010
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0,01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0,0080
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0,01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0,0080
di(benz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0,01	di(benz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0,0080
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0,01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0,0080
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0,05	quinolin*	µg/kg TS	< 0,040
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0,1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0,080
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0,1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0,080
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0,1	carbazol*	µg/kg TS	< 0,080
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0,2	acridin*	µg/kg TS	< 0,16
benzothiofphen*	GC-MS	µg/l	0,45	benzothiofphen*	µg/kg TS	0,36
di(benzothiofphen*	GC-MS	µg/l	0,031	di(benzothiofphen*	µg/kg TS	0,025
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0,02	benzofuran*	µg/kg TS	< 0,016
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0,02	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0,016
di(benzofuran*	GC-MS	µg/l	0,046	di(benzofuran*	µg/kg TS	0,037
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	22	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	18
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0,1	anilin*	µg/kg TS	< 0,080
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0,2	4-methylanilin*	µg/kg TS	< 0,16
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0,05	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0,040
2-methylthiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0,03	2-methylthiofphen*	µg/kg TS	< 0,024
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0,02	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	< 0,016
thiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0,03	thiofphen*	µg/kg TS	< 0,024
* komiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2870 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: 001-07 Test udført (dato/tilt.): 12-jul-06 owa Sagbehandling (dato/tilt.): 15-aug-06 acb Kvalitetskontrol (dato/tilt.): 21-aug-06 JPH			

Ligevægtskolonne-test: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-079-06		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagnummer:	53576	Kundens prøve ID:	7863-1			
Dato for modtagelse:	10-jul-06					
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	7.49	Mængde af testprøve (kg):	7.49			
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	Sten			
Frasorteret materiale (kg):	0.809	Type af frasorteret materiale:	Sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand siglet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risarpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jorddråve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	892	Vandindhold i testprøve (g/kg):	108.4			
Mængde anvendt i testportion (g):	2495	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1610.0	L/S - forhold (l/kg):	0.65			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaN <sub>3</sub> /l	Dato for testning:	12-jul-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287	mS/m	7.67			
Ledningssevne*	DS/EN 27888	NTU	295			
Turbiditet*		mg/l	15.10			
DOC		µg/l	55.5	DOC	mg/kg TS	47
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	174	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	147
C6-C10	GC-FID	µg/l	4.1	C6-C10	µg/kg TS	3.5
C10-C25	GC-FID	µg/l	170	C10-C25	µg/kg TS	144
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 8.5
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 8.5
naphthalen	GC-MS	µg/l	1.5	naphthalen	µg/kg TS	1.3
acenaphthylene	GC-MS	µg/l	0.49	acenaphthylene	µg/kg TS	0.41
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.12	acenaphthen	µg/kg TS	0.10
fluoren	GC-MS	µg/l	0.62	fluoren	µg/kg TS	0.52
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.61	phenanthren	µg/kg TS	0.52
anthracen	GC-MS	µg/l	0.23	anthracen	µg/kg TS	0.19
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.25	fluoranthren	µg/kg TS	0.21
pyren	GC-MS	µg/l	0.28	pyren	µg/kg TS	0.24
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	0.028	benz(a)anthracen	µg/kg TS	0.024
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0.048	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0.041
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	0.076	benzofluoranthener	µg/kg TS	0.064
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	0.047	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	0.040
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	0.049	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	0.041
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0065
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	0.042	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	0.036
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	quinolin*	µg/kg TS	< 0.042
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.085
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.085
carbazol*	GC-MS	µg/l	0.4	carbazol*	µg/kg TS	0.34
acridin*	GC-MS	µg/l	0.08	acridin*	µg/kg TS	0.068
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.052	benzothiophen*	µg/kg TS	0.044
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.035	dibenzothiophen*	µg/kg TS	0.030
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0085
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0085
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	0.3	dibenzofuran*	µg/kg TS	0.25
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0.28	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	0.24
anilin*	GC-MS	µg/l	2.9	anilin*	µg/kg TS	2.5
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 1	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.85
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.042
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	0.013	2-methylthiophen*	µg/kg TS	0.011
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	0.11	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	0.093
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.025
*: kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agerø Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: C01-07 Test udført (dato/inl.): 12-jul-06 owa Sagbeholdning (dato/inl.): 15-aug-06 acb Kvalitetskontrol (dato/inl.): 8-sep-07 jbh			

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-080-06		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagennummer:	53576	Kundens prøve ID:	K2787-1			
Dato for modtagelse:	12-jul-06	Mængde af testprøve (kg):	4.351			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	4.351					
<b>Forbehandling</b>						
Knuaning af testprøve ?	nej	Knuaningsmetode:				
Frasorteret materiale (kg):	0.51	Type af frasorteret materiale:	sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand siglet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en ribkåse hvor homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	896	Vandindhold i testprøve (g/kg):	104.7			
Mængde anvendt i testportion (g):	2337	Kontaktid (dage):	7			
Udvækningsmedium tilsat (ml):	1593.0	L/S - forhold (l/kg):	0.88			
Udvækningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaN <sub>3</sub> I	Dato for testning:	25-jul-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af aluat			Akkumuieret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287		7.59			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	279			
Turbiditet*		NTU	0.50			
DOC		mg/l	28.7	DOC	mg/kg TS	25
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	280	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	246
C6-C10	GC-FID	µg/l	<	C6-C10	µg/kg TS	<
C10-C25	GC-FID	µg/l	250	C10-C25	µg/kg TS	220
C25-C35	GC-FID	µg/l	24	C25-C35	µg/kg TS	21.1
C35-C40	GC-FID	µg/l	<	C35-C40	µg/kg TS	<
naphthalen	GC-MS	µg/l	<	naphthalen	µg/kg TS	<
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	<	acenaphthylen	µg/kg TS	<
acemaphthen	GC-MS	µg/l	0.019	acenaphthen	µg/kg TS	0.017
fluoren	GC-MS	µg/l	0.017	fluoren	µg/kg TS	0.015
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.023	phenanthren	µg/kg TS	0.020
anthracen	GC-MS	µg/l	0.017	anthracen	µg/kg TS	0.015
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.028	fluoranthren	µg/kg TS	0.025
pyren	GC-MS	µg/l	0.037	pyren	µg/kg TS	0.032
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	<	benz(a)anthracen	µg/kg TS	<
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0.009
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	0.026	benzofluoranthener	µg/kg TS	0.023
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	0.009
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	0.02	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	0.018
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	<	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	<
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	0.021	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	0.018
quinolin*	GC-MS	µg/l	<	quinolin*	µg/kg TS	<
pyrrol*	GC-MS	µg/l	<	pyrrol*	µg/kg TS	<
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	<	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	<
carbazol*	GC-MS	µg/l	<	carbazol*	µg/kg TS	<
acridin*	GC-MS	µg/l	<	acridin*	µg/kg TS	<
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	<	benzothiophen*	µg/kg TS	<
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	<	dibenzothiophen*	µg/kg TS	<
benzofuran*	GC-MS	µg/l	<	benzofuran*	µg/kg TS	<
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	<	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	<
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	0.011	dibenzofuran*	µg/kg TS	0.010
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	<	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	<
anilin*	GC-MS	µg/l	<	anilin*	µg/kg TS	<
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	<	4-methylanilin*	µg/kg TS	<
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	<	4-methylquinolin*	µg/kg TS	<
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	<	2-methylthiophen*	µg/kg TS	<
dimethylidauifid*	GC-MS	µg/l	<	dimethylidauifid*	µg/kg TS	<
thiophen*	GC-MS	µg/l	<	thiophen*	µg/kg TS	<
*: kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agerø Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: 001-07 Test udført (dato/init.): 25-jul-06 Sagsbehandling (dato/init.): 11-okt-06 Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-jan-07			

Ligevægtskolonnenest: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-128-06		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	NIRAS 1			
Dato for modtagelse:	12-sep-06	Mængde af testprøve (kg):	7.089			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	14.2					
<b>Forbehandling</b>						
Krusning af testprøve ?	nej	Krusningsmetode:	-			
Frasorteret materiale (kg):	-	Type af frasorteret materiale:	-			
Bemærkninger:	Jordprøven er i redskolet tilstand siglet gennem en 10 mm sigle og overført i små portioner til en ribapose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på siglen. Al forbehandling er foretaget på en redskolet jordprøve.					
<b>Tæstoptlysninger</b>						
Tørret i testprøve (g/kg):	912	Vandindhold i testprøve (g/kg):	86.3			
Mængde anvendt i testportion (g):	2828	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1472.1	L/S - forhold (l/kg):	0.67			
Udvaskningsmedium:	0.005 M CaCl <sub>2</sub> + 0.5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dato for testning:	9-okt-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat				Akkumuleret stofudvaskning		
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287	mS/m	7.6			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	NTU	191			
Turbiditet*		mg/l	1.27			
DOC		µg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	2000	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	1336
C6-C10	GC-FID	µg/l	690	C6-C10	µg/kg TS	461
C10-C25	GC-FID	µg/l	1300	C10-C25	µg/kg TS	868
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 6.7
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 6.7
naphthalen	GC-MS	µg/l	7.5	naphthalen	µg/kg TS	5.0
acrenaphthylen	GC-MS	µg/l	0.013	acrenaphthylen	µg/kg TS	0.0087
acrenaphthen	GC-MS	µg/l	0.22	acrenaphthen	µg/kg TS	0.15
fluoren	GC-MS	µg/l	2	fluoren	µg/kg TS	1.3
phenanthren	GC-MS	µg/l	1.7	phenanthren	µg/kg TS	1.1
anthracen	GC-MS	µg/l	0.064	anthracen	µg/kg TS	0.043
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.087	fluoranthren	µg/kg TS	0.058
pyren	GC-MS	µg/l	0.17	pyren	µg/kg TS	0.11
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	0.011	benz(a)anthracen	µg/kg TS	0.0073
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0.011	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0.0073
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0067
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0067
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0067
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0067
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0067
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	quinolin*	µg/kg TS	< 0.033
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.067
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.067
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.067
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	acridin*	µg/kg TS	< 0.033
benzothiofphen*	GC-MS	µg/l	2.7	benzothiofphen*	µg/kg TS	1.8
dibenzothiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0.05	dibenzothiofphen*	µg/kg TS	< 0.033
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.3	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.20
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.1	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.067
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.05	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.033
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	600	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	401
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.5	anilin*	µg/kg TS	< 0.33
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.5	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.33
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.033
2-methylthiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiofphen*	µg/kg TS	< 0.0067
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	0.050	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	0.039
thiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiofphen*	µg/kg TS	< 0.020
*: kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
<b>DHI - Institut for Vand &amp; Miljø</b>				Testrapport nr.: 001-07		
Agern Allé 5				Test udført (dato/init.): 9-okt-06 sek		
2970 Hørsholm				Sagsbehandling (dato/init.): 0-jan-00 0		
Tlf. nr. 45 16 92 00				Kvalitetskontrol (dato/init.): 2-jan-07 JH		

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-134-06
<b>Testrapport</b>					
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord		
Saganummer:	53576	Kundens prøve ID:	R7893		
Dato for modtagelse:	12-sep-06	Mængde af testprøve (kg):	8.684		
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	36				
<b>Forbehandling</b>					
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	sten		
Frasorteret materiale (kg):	0.091	Type af frasorteret materiale:	sten		
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand siglet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risåpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Af forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.				
<b>Testoplysninger</b>					
Tørstof i testprøve (g/kg):	869	Vandindhold i testprøve (g/kg):	130.7		
Mængde anvendt i testportion (g):	2866	Kontaktid (dage):	7		
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1347.2	L/S - forhold (l/kg):	0.69		
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dato for testning:	9-okt-06		
<b>Testresultater</b>					
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning		
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Resultat
pH*	DS267		7.44		
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	188		
Turbiditet*		NTU	2.17		
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	260	Sum af kulbrinter	µg/kg TS
C6-C10	GC-FID	µg/l <	2	C6-C10	µg/kg TS <
C10-C25	GC-FID	µg/l	260	C10-C25	µg/kg TS
C25-C35	GC-FID	µg/l <	10	C25-C35	µg/kg TS <
C35-C40	GC-FID	µg/l <	10	C35-C40	µg/kg TS <
naphthalen	GC-MS	µg/l <	0.1	naphthalen	µg/kg TS <
acenaphthylen	GC-MS	µg/l <	0.01	acenaphthylen	µg/kg TS <
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.037	acenaphthen	µg/kg TS
fluoren	GC-MS	µg/l	0.11	fluoren	µg/kg TS
phenanthren	GC-MS	µg/l <	0.01	phenanthren	µg/kg TS <
anthracen	GC-MS	µg/l <	0.01	anthracen	µg/kg TS <
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.02	fluoranthren	µg/kg TS
pyren	GC-MS	µg/l	0.075	pyren	µg/kg TS
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l <	0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS <
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l <	0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS <
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l <	0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS <
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l <	0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS <
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l <	0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS <
dibenzo(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l <	0.01	dibenzo(a,h)anthracen	µg/kg TS <
benzo(g,h,i)perylen	GC-MS	µg/l <	0.01	benzo(g,h,i)perylen	µg/kg TS <
quinolin*	GC-MS	µg/l <	0.1	quinolin*	µg/kg TS <
pyrrol*	GC-MS	µg/l <	0.1	pyrrol*	µg/kg TS <
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l <	0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS <
carbazo*	GC-MS	µg/l <	0.1	carbazo*	µg/kg TS <
acridin*	GC-MS	µg/l <	0.05	acridin*	µg/kg TS <
benzothiophen*	GC-MS	µg/l <	0.2	benzothiophen*	µg/kg TS <
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l <	0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS <
benzofuran*	GC-MS	µg/l <	0.01	benzofuran*	µg/kg TS <
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l <	0.2	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS <
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l <	0.02	dibenzofuran*	µg/kg TS <
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0.42	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS
anilin*	GC-MS	µg/l <	0.1	anilin*	µg/kg TS <
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l <	0.03	4-methylanilin*	µg/kg TS <
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l <	0.1	4-methylquinolin*	µg/kg TS <
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l <	0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS <
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l <	0.02	dimethyldisulfid*	µg/kg TS <
thiophen*	GC-MS	µg/l <	0.03	thiophen*	µg/kg TS <
*: kemiske analyse er ikke omløst af akkrediteringen					
DHI - Institut for Vand & Miljø Agerm Allé 5 2970 Hersholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: Test udført (dato/init.): 9-okt-06 Sagbehandling (dato/init.): 7-jan-07 Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-jan-07		

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-139-06
<b>Testrapport</b>					
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord		
Sagenummer:	53576	Kundens prøve ID:	R7917		
Dato for modtagelse:	12-sep-06				
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	31	Mængde af testprøve (kg):	7.532		
<b>Forbehandling</b>					
Krusning af testprøve ?	nej	Krusningsmetode:			
Fraorteret materiale (kg):	1.265	Type af fraorteret materiale:	sten		
Bemærkninger:	Jordprøven er i røddetligt låsland siglet gennem en 10 mm sigle og overført i små portioner til en rilsærpase hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er fraorteret på siglen. Al forbehandling er foretaget på en røddetlet jordprøve.				
<b>Testoplysninger</b>					
Tørstof i testprøve (g/kg):	843	Vandindhold i testprøve (g/kg):	157.3		
Mængde anvendt i testportion (g):	2637	Kontaktid (dage):	7		
Udvaakningemedium tilsat (ml):	1389.2	U/S - forhold (U/kg):	0.81		
Udvaakningemedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaN <sub>3</sub>	Dato for testning:	9-okt-06		
<b>Testresultater</b>					
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaakning		
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Resultat
pH*	DS267		7.52		
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	189		
Turbiditet*		NTU	2.38		
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	470	Sum af kulbrinter	µg/kg TS
C6-C10	GC-FID	µg/l	7.4	C6-C10	µg/kg TS
C10-C25	GC-FID	µg/l	460	C10-C25	µg/kg TS
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS
naphthalen	GC-MS	µg/l	0.29	naphthalen	µg/kg TS
acenaphthylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylene	µg/kg TS
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.021	acenaphthen	µg/kg TS
fluoren	GC-MS	µg/l	0.082	fluoren	µg/kg TS
phenanthren	GC-MS	µg/l	0.026	phenanthren	µg/kg TS
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	anthracen	µg/kg TS
fluoranthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoranthren	µg/kg TS
pyren	GC-MS	µg/l	< 0.02	pyren	µg/kg TS
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	quinolin*	µg/kg TS
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.1	acridin*	µg/kg TS
benzothiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0.2	benzothiofphen*	µg/kg TS
dibenzothiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiofphen*	µg/kg TS
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.03	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS
dlbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.05	dlbenzofuran*	µg/kg TS
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	4.2	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	anilin*	µg/kg TS
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	4-methylanilin*	µg/kg TS
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.5	4-methylquinolin*	µg/kg TS
2-methylthiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiofphen*	µg/kg TS
dlmethylidialfid*	GC-MS	µg/l	0.02	dlmethylidialfid*	µg/kg TS
thiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiofphen*	µg/kg TS
*: kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen					
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: <u>001-07</u> Test udført (dato/init.): 9-okt-06 owa Sagsbehandling (dato/init.): 7-jan-07 jbh Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-jan-07 jbh		

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-140-06 - 4		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Saganummer:	53576	Kundens prøve ID:	B6722			
Dato for modtagelse:	12-sep-06	Mængde af testprøve (kg):	6.887			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	2 poser 14,249 kg					
<b>Forbehandling</b>						
Knuvning af testprøve ?	nej	Knuvningemetode:	sten			
Frasorteret materiale (kg):	0.517	Type af frasorteret materiale:	sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i neckalet tilstand siglet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en ribsepose hvortil homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en neckalet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	916	Vandindhold i testprøve (g/kg):	83.6			
Mængde anvendt i testportion (g):	2497	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1554.2	L/S - forhold (l/kg):	0.77			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0.5 g NaN <sub>3</sub> I	Dato for testning:	9-okt-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuieret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287		7.79			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	308			
Turbiditet*		NTU	0.83			
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l		Sum af kulbrinter	µg/kg TS	
C6-C10	GC-FID	µg/l		C6-C10	µg/kg TS	
C10-C25	GC-FID	µg/l		C10-C25	µg/kg TS	
C25-C35	GC-FID	µg/l		C25-C35	µg/kg TS	
C35-C40	GC-FID	µg/l		C35-C40	µg/kg TS	
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0.01	naphthalen	µg/kg TS	< 0.0077
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	< 0.0077
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthen	µg/kg TS	< 0.0077
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	< 0.0077
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	phenanthren	µg/kg TS	< 0.0077
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	anthracen	µg/kg TS	< 0.0077
fluoranthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoranthren	µg/kg TS	< 0.0077
pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	pyren	µg/kg TS	< 0.0077
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.0077
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0.0077
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.0077
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0077
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0077
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0077
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0077
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	< 0.0077
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.077
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.077
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.077
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.03	acridin*	µg/kg TS	< 0.023
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.1	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0.077
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0.0077
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.0077
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0077
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0.0077
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	< 0.077
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.1	anilin*	µg/kg TS	< 0.077
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.03	4-methylanilin*	µg/kg TS	< 0.023
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.0077
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.0077
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	0.021	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	0.016
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.023
* kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00		Testrapport nr.: Test udført (dato/init.): 9-okt-06 Sagsbehandling (dato/init.): 7-jan-07 Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-jan-07				



Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-140-06 - B	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Saganummer:	53576	Kundens prøve ID:	B6722			
Dato for modtagelse:	12-sep-06					
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	28,5	Mængde af testprøve (kg):	6,687			
<b>Forbehandling</b>						
Krukning af testprøve ?	nej	Krukningsmetode:				
Frasorteret materiale (kg):	0,517	Type af frasorteret materiale:	sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en filterpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	916	Vandindhold i testprøve (g/kg):	83,6			
Mængde anvendt i testportion (g):	2553	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	2064,0	L/S - forhold (l/kg):	0,97			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + NaNO <sub>3</sub>	Dato for testning:	28-nov-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS267		7,72			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	2,7			
Turbiditet*		NTU	0,24			
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l		Sum af kulbrinter	µg/kg TS	
C6-C10	GC-FID	µg/l	< 2	C6-C10	µg/kg TS	< 2
C10-C25	GC-FID	µg/l	< 8	C10-C25	µg/kg TS	< 8
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 9,7
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 9,7
naphthalen	GC-MS	µg/l	< 0,03	naphthalen	µg/kg TS	< 0,029
acenaphthylene	GC-MS	µg/l	< 0,01	acenaphthylene	µg/kg TS	< 0,010
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0,01	acenaphthen	µg/kg TS	< 0,010
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0,01	fluoren	µg/kg TS	< 0,010
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0,01	phenanthren	µg/kg TS	< 0,010
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0,01	anthracen	µg/kg TS	< 0,010
fluoranthren	GC-MS	µg/l	< 0,01	fluoranthren	µg/kg TS	< 0,010
pyren	GC-MS	µg/l	< 0,01	pyren	µg/kg TS	< 0,010
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0,01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0,010
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0,01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	< 0,010
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0,01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0,010
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0,01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0,010
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0,01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0,010
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0,01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0,010
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0,01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0,010
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0,01	quinolin*	µg/kg TS	< 0,010
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0,1	pyrrol*	µg/kg TS	< 0,10
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0,1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0,10
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0,1	carbazol*	µg/kg TS	< 0,10
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0,01	acridin*	µg/kg TS	< 0,010
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0,02	benzothiophen*	µg/kg TS	< 0,019
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0,01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	< 0,010
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0,01	benzofuran*	µg/kg TS	< 0,010
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0,01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0,010
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0,01	dibenzofuran*	µg/kg TS	< 0,010
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	0,031	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	0,030
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0,05	anilin*	µg/kg TS	< 0,049
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0,01	4-methylanilin*	µg/kg TS	< 0,010
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0,01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0,010
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0,01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0,010
dimethyldiaulfid*	GC-MS	µg/l	< 0,02	dimethyldiaulfid*	µg/kg TS	< 0,019
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0,03	thiophen*	µg/kg TS	< 0,029
*: komiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agerø Allé 5 2970 Hershølm Tlf. nr. 45 16 92 00			Testrapport nr.: 001-07 Test udført (dato/tid): 28-nov-06 sek Sagbehandling (dato/tid): 7-jan-07 jbn Kvalitetskontrol (dato/tid): 8-jan-07 jbn			

Ligevægtskolonne: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-173-06	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagnummer:	53576	Kundens prøve ID:	Prøve C			
Dato for modtagelse:	1-nov-06	Mængde af testprøve (kg):	11.11			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	11.11					
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	sten			
Frasorteret materiale (kg):	0.621	Type af frasorteret materiale:	sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedskølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risarpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedskølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	791	Vandindhold i testprøve (g/kg):	209.4			
Mængde anvendt i testportion (g):	2502	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	1994.7	L/S - forhold (l/kg):	1.27			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dato for testning:	14-nov-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287		7.03			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	2.02			
Turbiditet*		NTU	80.20			
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	10000	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	12732
C6-C10	GC-FID	µg/l	7700	C6-C10	µg/kg TS	9803
C10-C25	GC-FID	µg/l	2300	C10-C25	µg/kg TS	2928
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 13
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 13
naphthalen	GC-MS	µg/l	84	naphthalen	µg/kg TS	107
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	0.042	acenaphthylen	µg/kg TS	0.053
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.91	acenaphthen	µg/kg TS	1.2
fluoren	GC-MS	µg/l	1.2	fluoren	µg/kg TS	1.5
phenanthren	GC-MS	µg/l	1.1	phenanthren	µg/kg TS	1.4
anthracen	GC-MS	µg/l	0.23	anthracen	µg/kg TS	0.29
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.27	fluoranthren	µg/kg TS	0.34
pyren	GC-MS	µg/l	0.18	pyren	µg/kg TS	0.23
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	0.013	benz(a)anthracen	µg/kg TS	0.017
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0.014	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0.016
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	< 0.013
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.013
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.013
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.013
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.013
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.03	quinolin*	µg/kg TS	< 0.038
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.2	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.25
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.13
carbazol*	GC-MS	µg/l	0.59	carbazol*	µg/kg TS	0.75
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	acridin*	µg/kg TS	< 0.064
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	1	benzothiophen*	µg/kg TS	1.3
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.086	dibenzothiophen*	µg/kg TS	0.11
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.3	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.38
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.05	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.064
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	0.48	dibenzofuran*	µg/kg TS	0.61
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	630	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	802
anilin*	GC-MS	µg/l	< 5	anilin*	µg/kg TS	< 6.4
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 5	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 6.4
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.02	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.025
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.05	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.064
dimethylsulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.05	dimethylsulfid*	µg/kg TS	< 0.064
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.038
* komiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø		Testrapport nr.:		001-07		
Agern Allé 5		Test udført (dato/init.):		14-nov-06		
2970 Herfølge		Sagsbehandling (dato/init.):		2-nov-07		
Tlf. nr. 45 16 92 00		Kvalitetskontrol (dato/init.):		2-nov-07		

Ligevægtskolonne-test: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-174-06		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagnummer:	53576	Kundens prøve ID:	Skåstrupvej 62, Bogense PX prøve			
Dato for modtagelse:	7-nov-06					
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	7.868	Mængde af testprøve (kg):	7.868			
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	sten			
Frasorteret materiale (kg):	0.305	Type af frasorteret materiale:	sten			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedskølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risarpåse hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedskølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	862	Vandindhold i testprøve (g/kg):	138.5			
Mængde anvendt i testportion (g):	2723	Kontaktid (dage):	7			
Udvækningsmedium tilføjet (ml):	1849.7	L/S - forhold (l/kg):	0.95			
Udvækningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaNO <sub>3</sub>	Dato for testning:	14-nov-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvækning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	D5287		7.29			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	1.928			
Turbiditet*		NTU	0.38			
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	5700	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	5410
C6-C10	GC-FID	µg/l	2500	C6-C10	µg/kg TS	2373
C10-C25	GC-FID	µg/l	3300	C10-C25	µg/kg TS	3132
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 9.5
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 9.5
naphthalen	GC-MS	µg/l	74	naphthalen	µg/kg TS	70
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	0.029	acenaphthylen	µg/kg TS	0.028
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.39	acenaphthen	µg/kg TS	0.37
fluoren	GC-MS	µg/l	1.1	fluoren	µg/kg TS	1.0
phenanthren	GC-MS	µg/l	1	phenanthren	µg/kg TS	0.95
anthracen	GC-MS	µg/l	0.22	anthracen	µg/kg TS	0.21
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.2	fluoranthren	µg/kg TS	0.19
pyren	GC-MS	µg/l	0.15	pyren	µg/kg TS	0.14
benzo(a)anthracen	GC-MS	µg/l	0.014	benzo(a)anthracen	µg/kg TS	0.013
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0.016	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0.015
benzofluorantener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluorantener	µg/kg TS	< 0.0095
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.0095
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.0095
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.0095
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.0095
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	quinolin*	µg/kg TS	< 0.047
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.4	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.38
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.09
carbazol*	GC-MS	µg/l	0.23	carbazol*	µg/kg TS	0.22
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.06	acridin*	µg/kg TS	< 0.057
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	3.5	benzothiophen*	µg/kg TS	3.3
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.045	dibenzothiophen*	µg/kg TS	0.043
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.7	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.66
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.05	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.047
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	0.19	dibenzofuran*	µg/kg TS	0.18
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	470	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	446
anilin*	GC-MS	µg/l	< 5	anilin*	µg/kg TS	< 4.7
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.2	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.19
4-metylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.02	4-metylquinolin*	µg/kg TS	< 0.019
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.05	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.047
dimetyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.02	dimetyldisulfid*	µg/kg TS	< 0.019
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.028
* komiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø		Testrapport nr.:		001-01		
Agern Alle 5		Test udført (dato/tid):		14-nov-06 sek		
2970 Hørsholm		Sagbehandling (dato/tid):		7-jan-07 JH		
Tlf. nr. 45 16 52 00		Kvalitetskontrol (dato/tid):		8-jul-06 JH		

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-176-06		
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Founeret jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	Ebeltoftevej 24-26 Tåstrup Rønde			
Dato for modtagelse:	10-nov-06	Mængde af testprøve (kg):	7.837			
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	7.837					
<b>Forbehandling</b>						
Krusning af testprøve ?	nej	Krusningsmetode:				
Frasorteret materiale (kg):	-	Type af frasorteret materiale:				
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en rilsanpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	921	Vandindhold i testprøve (g/kg):	78.8			
Mængde anvendt i testportion (g):	2587	Kontaktid (dage):	7			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	2083.0	L/S - forhold (l/kg):	0.96			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dato for testning:	14-nov-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat				Akkumuleret stofudvaskning		
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287	mS/m	7.31			
Ledningsevne*	DS/EN 27088	NTU	2.15			
Turbiditet*		mg/l	0.24			
DOC		µg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	3200	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	3071
C6-C10	GC-FID	µg/l	1900	C6-C10	µg/kg TS	1823
C10-C25	GC-FID	µg/l	1300	C10-C25	µg/kg TS	1247
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	< 9.6
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	< 9.6
naphthalen	GC-MS	µg/l	54	naphthalen	µg/kg TS	52
acrenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acrenaphthylen	µg/kg TS	< 0.010
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0.78	acenaphthen	µg/kg TS	0.75
fluoren	GC-MS	µg/l	3.4	fluoren	µg/kg TS	3.3
phenanthren	GC-MS	µg/l	2.3	phenanthren	µg/kg TS	2.2
anthracen	GC-MS	µg/l	0.12	anthracen	µg/kg TS	0.12
fluoranthren	GC-MS	µg/l	0.16	fluoranthren	µg/kg TS	0.15
pyren	GC-MS	µg/l	0.19	pyren	µg/kg TS	0.17
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	< 0.010
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	0.015	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	0.014
benzofluoranthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthren	µg/kg TS	< 0.010
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	< 0.010
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	< 0.010
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	< 0.010
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	< 0.010
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.06	quinolin*	µg/kg TS	< 0.058
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.3	pyrrol*	µg/kg TS	< 0.29
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	< 0.10
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	< 0.10
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.2	acridin*	µg/kg TS	< 0.19
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	1	benzothiophen*	µg/kg TS	0.96
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	0.34	dibenzothiophen*	µg/kg TS	0.33
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.2	benzofuran*	µg/kg TS	< 0.19
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.05	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	< 0.048
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	1.2	dibenzofuran*	µg/kg TS	1.2
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	130	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	125
anilin*	GC-MS	µg/l	< 2	anilin*	µg/kg TS	< 1.9
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.1	4-metylanilin*	µg/kg TS	< 0.096
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	4-methylquinolin*	µg/kg TS	< 0.048
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.02	2-methylthiophen*	µg/kg TS	< 0.019
dimetyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.05	dimetyldisulfid*	µg/kg TS	< 0.048
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	< 0.029
* kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00				Testrapport nr.: 01-07 Test udført (dato/tid): 14-nov-06 sek Sagsbehandling (dato/tid): 7-nov-07 jbn Kvalitetskontrol (dato/tid): 8-nov-07 jbn		

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.:	R-178-06	
<b>Testrapport</b>						
Rekvirent:	Miljøstyrelsen	Prøvetype:	Forurennet jord			
Sagsnummer:	53576	Kundens prøve ID:	Prøve K			
Dato for modtagelse:	1-nov-06					
Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):	7,21	Mængde af testprøve (kg):	7,2			
<b>Forbehandling</b>						
Knusning af testprøve ?	nej	Knusningsmetode:	-			
Frasorteret materiale (kg):	-	Type af frasorteret materiale:	-			
Bemærkninger:	Jordprøven er i nedkølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en rilsarpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
Tørstof i testprøve (g/kg):	773	Vandindhold i testprøve (g/kg):	227,2			
Mængde anvendt i testportion (g):	2681	Kontaktid (dage):	1			
Udvaskningsmedium tilsat (ml):	233,2	L/S - forhold (l/kg):	kan ikke beregnes			
Udvaskningsmedium:	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaNO <sub>3</sub>	Dato for testning:	28-nov-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat			Akkumuleret stofudvaskning			
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH*	DS287		7,35			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	mS/m	0,1997			
Turbiditet*		NTU	-			
DOC		mg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	150	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	kan ikke beregnes
C6-C10	GC-FID	µg/l	130	C6-C10	µg/kg TS	kan ikke beregnes
C10-C25	GC-FID	µg/l	26	C10-C25	µg/kg TS	kan ikke beregnes
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	kan ikke beregnes
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	kan ikke beregnes
naphthalen	GC-MS	µg/l	1,3	naphthalen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0,01	acenaphthylen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
acenaphthen	GC-MS	µg/l	0,013	acenaphthen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
fluoren	GC-MS	µg/l	0,017	fluoren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0,01	phenanthren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0,01	anthracen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
fluoranthren	GC-MS	µg/l	< 0,01	fluoranthren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
pyren	GC-MS	µg/l	< 0,01	pyren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0,01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0,01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0,01	benzofluoranthener	µg/kg TS	kan ikke beregnes
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0,01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0,01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0,01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benzo(g,h,i)perylene	GC-MS	µg/l	< 0,01	benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	kan ikke beregnes
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0,01	quinolin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0,1	pyrrol*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0,1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0,1	carbazol*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0,01	acridin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benzothiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0,05	benzothiofphen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
dibenzothiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0,01	dibenzothiofphen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0,03	benzofuran*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0,01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0,01	dibenzofuran*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	9,7	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0,05	anilin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
4-methylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0,01	4-methylanilin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0,01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
2-methylthiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0,01	2-methylthiofphen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
dimethyldisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0,02	dimethyldisulfid*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
thiofphen*	GC-MS	µg/l	< 0,03	thiofphen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
* kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø			Testrapport nr.:			
Agerø Allé 5			Test udført (dato/inl.): 28-nov-06			
2970 Hørsholm			Sagbehandling (dato/inl.): 7-nov-07			
Tlf. nr. 45 16 92 00			Kvalitetskontrol (dato/inl.): 8-nov-07			

Ligevægtskolonnetest: DHI - metode M22-1				Lab nr.: R-179-06		
<b>Testrapport</b>						
<b>Høkvirent:</b>	Miljøstyrelsen	<b>Prøvetype:</b>	Forurennet jord			
<b>Sagnummer:</b>	53576	<b>Kundens prøve ID:</b>	Prøve L			
<b>Dato for modtagelse:</b>	1-nov-06	<b>Mængde af testprøve (kg):</b>	Proven ællet i risarpose			
<b>Modtaget mængde af laboratorieprøve (kg):</b>	6.74					
<b>Forbehandling</b>						
<b>Knusning af testprøve ?</b>	nej	<b>Knusningsmetode:</b>	-			
<b>Frasorteret materiale (kg):</b>	-	<b>Type af frasorteret materiale:</b>	-			
<b>Bemærkninger:</b>	Jordprøven er i nedkølet tilstand sigtet gennem en 10 mm sigte og overført i små portioner til en risarpose hvori homogenisering er foretaget. Sten, træ og byggeaffald større end 10 mm er frasorteret på sigten. Al forbehandling er foretaget på en nedkølet jordprøve.					
<b>Testoplysninger</b>						
<b>Tørstof i testprøve (g/kg):</b>	769	<b>Vandindhold i testprøve (g/kg):</b>	230.6			
<b>Mængde anvendt i testportion (g):</b>	2606	<b>Kontaktid (dage):</b>	1			
<b>Udvaskningsmedium tilsat (ml):</b>	201.5	<b>L/S - forhold (l/kg):</b>	kan ikke beregnes			
<b>Udvaskningsmedium:</b>	0,005 M CaCl <sub>2</sub> + 0,5 g NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	<b>Dato for testning:</b>	28-nov-06			
<b>Testresultater</b>						
Sammensætning af eluat				Akkumuleret stofudvaskning		
Parameter	Metode	Enhed	Resultat	Parameter	Enhed	Resultat
pH	D5287	mS/m	7.09			
Ledningsevne*	DS/EN 27888	NTU	2			
Turbiditet		mg/l				
DOC		µg/l		DOC	mg/kg TS	
Sum af kulbrinter	GC-FID	µg/l	18	Sum af kulbrinter	µg/kg TS	kan ikke beregnes
C6-C10	GC-FID	µg/l	18	C6-C10	µg/kg TS	kan ikke beregnes
C10-C25	GC-FID	µg/l	< 8	C10-C25	µg/kg TS	kan ikke beregnes
C25-C35	GC-FID	µg/l	< 10	C25-C35	µg/kg TS	kan ikke beregnes
C35-C40	GC-FID	µg/l	< 10	C35-C40	µg/kg TS	kan ikke beregnes
naphthalen	GC-MS	µg/l	0.28	naphthalen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
acenaphthylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthylen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
acenaphthen	GC-MS	µg/l	< 0.01	acenaphthen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
fluoren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
phenanthren	GC-MS	µg/l	< 0.02	phenanthren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	anthracen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
fluoranthren	GC-MS	µg/l	< 0.01	fluoranthren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	pyren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benz(a)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benz(a)anthracen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
chrysen/triphenylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	chrysen/triphenylen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benzofluoranthener	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofluoranthener	µg/kg TS	kan ikke beregnes
(b+j+k) benzo(a)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	(b+j+k) benzo(a)pyren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
indeno(1,2,3-cd)pyren	GC-MS	µg/l	< 0.01	indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	kan ikke beregnes
dibenz(a,h)anthracen	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenz(a,h)anthracen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benzo(g,h,i)perylen	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzo(g,h,i)perylen	µg/kg TS	kan ikke beregnes
quinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	quinolin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
pyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	pyrrol*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
1-methylpyrrol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	1-methylpyrrol*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
carbazol*	GC-MS	µg/l	< 0.1	carbazol*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
acridin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	acridin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.05	benzothiophen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
dibenzothiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzothiophen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
benzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	benzofuran*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
2-methylbenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylbenzofuran*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
dibenzofuran*	GC-MS	µg/l	< 0.01	dibenzofuran*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
1,3,5-trimethylbenzen*	GC-MS	µg/l	1.8	1,3,5-trimethylbenzen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
anilin*	GC-MS	µg/l	< 0.05	anilin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
4-metylanilin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-metylanilin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
4-methylquinolin*	GC-MS	µg/l	< 0.01	4-methylquinolin*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
2-methylthiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.01	2-methylthiophen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
dimethydisulfid*	GC-MS	µg/l	< 0.02	dimethydisulfid*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
thiophen*	GC-MS	µg/l	< 0.03	thiophen*	µg/kg TS	kan ikke beregnes
* kemiske analyse er ikke omfattet af akkrediteringen						
DHI - Institut for Vand & Miljø Agern Allé 5 2970 Hørsholm Tlf. nr. 45 16 92 00				Testrapport nr.: 001-07 Test udført (dato/init.): 28-nov-06 Sagsbehandling (dato/init.): 7-jan-07 Kvalitetskontrol (dato/init.): 8-jan-07		

# Ligevægtskolonnetest for ikke- flygtige organiske stoffer

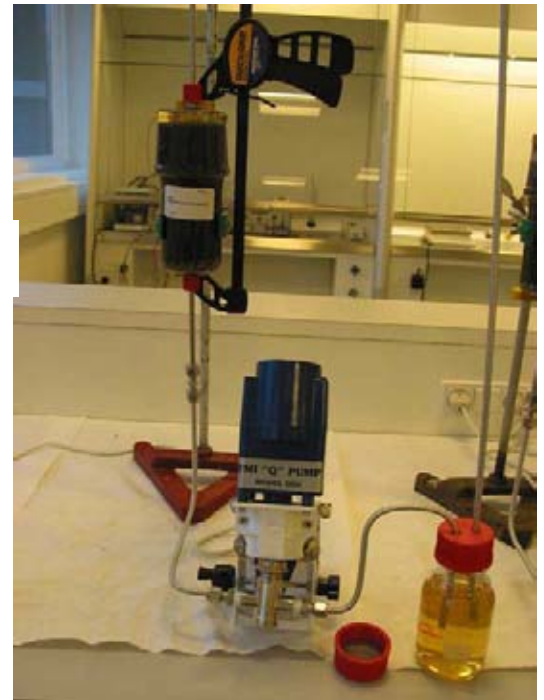
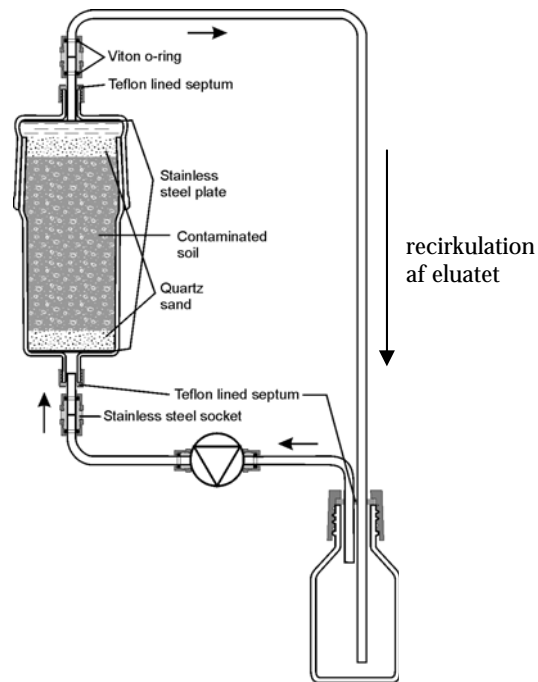




Der blev gennemført ligevægtskolonneudvaskningstests for ikke-flygtige organiske forbindelser (sum og fraktioner af kulbrinter, PAH og NSO-forbindelser). Metoden er mest velegnet til ikke-flygtige organiske stoffer og kan give for lave resultater for flygtige stoffer.

Metoden er opskaleret i forhold til den tidligere udviklede metode for at give tilstrækkelige prøvemængder til analyse for sum og fraktioner af kulbrinter i projektet.

Testene blev gennemført i glaskolonner. Som udvaskningsmedie anvendtes en 0,005 M  $\text{CaCl}_2$ -opløsning tilsat  $\text{NaN}_3$ .  $\text{NaN}_3$  blev tilsat for at forhindre biologisk nedbrydning af de organiske stoffer. Der blev anvendt opadrettet gennemstrømning for at undgå præferentielt flow og luftbobler i testmaterialet, og flowhastigheden var ca. 0,1 L/time. Eluatet blev recirkuleret gennem kolonnerne over en periode på 7 døgn. Recirkulationen af eluatet sikrede god kontakt mellem eluat og jordpartiklerne. Figuren viser en principskitse og et billede af testopstillingen.





## Prøver brugt til udvaskningstest



Prøve ID Analycen	DHI registrerings- nummer	Jordtype		Tørstof	Kolonne-test				Test type
		Beskrivelse	Type		Kulbrinter efter VKI metoden				
				TS	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$C_6-C_{35}$	
				%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
B6436	R-048-06	Muld med ler	Muld	82,9	<2	270	770	1000	Kulbrinte foruren
KE.2A	R-050-06	Muld med sand	Muld	90,4	<2	20	100	120	
B6253	R-053-06	Grus/ler	Grus	89,5	<2	130	140	270	
B0674	R-054-06	Fint grus med lidt ler og muld	Grus	89,5	<2	12	39	51	
B5802	R-064-06	Sand og grus med ler	Sand	86,2	<2	39	83	120	
B5930	R-065-06	Fint sand med silt, sten, ler og træ	Sand	89,8	<2	33	46	78	
B6141	R-066-06	Muld med groft sand, ler og slagge	Muld	87,8	<2	20	40	66	
B6448	R-067-06	Grus med muld, lidt ler, sten og træ	Grus	89,3	<2	29	140	170	
KE 2	R-073-06	Muld med sand	Muld	89,2	<2	36	61	97	
B5100	R-074-06	Muld med sand og grus	Muld	92,5	<2	120	130	250	
B6431	R-075-06 A+B	Muld med ler, sand og grus	Muld	92,1	8	85	130	220	Replikat
7827-1	R-077-06 A+B	Muld med ler og lidt sand	Muld	91,4	140	180	87	410	Replikat
7863-1	R-079-06	Sand med lerklumper	Sand	89,4	5	950	950	1900	
K2787-1	R-080-06	Sandblandet muld med lidt småsten	Sand	89,7	<2	130	46	180	
NIRAS 1	R-128-06	Fint grus	Grus	92	22	47	<20	69	
R7893	R-134-06	Ler og sand	Ler	86	4	980	60	1000	
R7917	R-139-06	Groft grus med sten	Grus	93	16	2000	53	2000	
B6722	R-140-06 A+B	Fint grus og ler	Grus	84,7	3	72	<20	75	Replikat
C	R-173-06	Ler med grus	Ler	79,1	380	610	180	1200	
Px	R-174-06	Sand med lidt ler	Sand	86,8	210	25	<20	240	
Tåstrup Rønde	R-176-06	Fint sand	Sand	93,1	75	470	31	530	
K	R-178-06	Ler	Ler	78,1	110	110	<20	220	
L	R-179-06	Ler	Ler	77,6	80	80	<20	160	



## Toksikologiske data

I dette bilags Kapitel 1 er sammenfattet de toksikologiske data for NSO forbindelser og 1,3,5-trimethylbenzen i form af  $LC_{50}$  værdi, NOAEL og/eller NOEL. I Kapitel 2 er givet baggrundsdata, i Kapitel 3 givet de forudsatte størrelser og beregningsregler for jordkvalitetskriterier, og i Kapitel 4 kommentarer til udregningerne for de enkelte stoffer. Bemærk, at de beregnede jordkvalitetskriterier ikke har kunnet underbygges af data i samme omfang, som det normalt gøres ved fastlæggelse af jordkvalitetskriterier. I hoveddelen af denne rapport benævnes de beregnede kriterier derfor screeningskriterier.





# 1 Toksikologiske data for NSO-forbindelser

## 1.1 Toksikologiske data for N-forbindelser

Tabel 1

Klassificering af N-forbindelser fra analyseprogrammet. Klassificeringen stammer fra listen over farlige stoffer /1/ eller stoffer markeret med \* fra Miljøstyrelsens Vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer /2/.

Stofnavn (CAS nr.)	Klassificering
Anilin (62-53-3)	Carc3; R40 Mut3; R68 T; R23/24/25-48/23/24/25 Xi; R41 R43 N; R50
4-Methylanilin (106-49-0)	Carc3; R40 T; R23/24/25 Xi; R36 R43 N; R50
Pyridin (110-86-1)	F; R11 Xn; R20/21/22
4-Methylpyridin (108-89-4)	R10 T; R24 Xn; R20/22 Xi; R36/37/38
Quinolin* (91-22-5)	Xn;R22 Mut3;R40
4-Methylquinolin* (491-35-0)	Xn;R22
Pyrrol* (109-97-7)	Xn;R22
1-Methylpyrrol (96-54-8)	-
Acridin* (260-94-6)	Xn;R22 N;R50
Carbazol* (86-74-8)	Xn;R22 N;R51/53

### 1.1.1 LD<sub>50</sub>, LC<sub>50</sub> og TD<sub>Lo</sub> værdier

Tabel 2

Data for kortvarig eksponering. LD<sub>50</sub>, LC<sub>50</sub> og TD<sub>Lo</sub> værdier for N-forbindelser fra analyseprogrammet. Estimeret LOAEL udregnet regressionsligningen fra hovedrapporten.

Stof (CAS nr)	Rute	Species	LD <sub>50</sub> (mg/kg lgv) / LC <sub>50</sub> (mg/L)	Ref.	Estimeret LOAEL (mg/kg lgv)
Anilin	Oral	Rotter	444 mg/kg lgv	/3/	274 (til sammenligning er TD <sub>Lo</sub> = 1000 /4/)
	Oral	Hund	195 mg/kg lgv	/4/	
	Hud	Kat	254 mg/kg lgv	/4/	
	Inhalation	Pattedyr	2,5	/4/	
4-Methyl-anilin	Oral	Rotter	656	/5/	400
	Oral	Mus	794	/3/	
Pyridin	Oral	Rotte	891	/3/	550
	Hud	Kanin	1.121	/4/	
4-Methyl-pyridin	Oral	Rotte	1.290	/6/	800
	Intraperitoneal	Rotte	100		
	Hud	Kanin	270		
Quinolin	Oral	Rotte	331	/4/	200
	Hud	Kanin	540	/6/	
4-Methyl-quinolin	ND <sup>1</sup>	ND	ND	ND	
Pyrrol	Intraperitoneal	Mus	98	/4/	
	Subkutan	Mus	61	/4/	
1-Methyl-pyrrol	ND	ND	ND	ND	
Carbazol	Oral	Mus	> 400	/4/	
	Oral	Rotte	> 5.000	/6/	> 3.080
Acridin	Oral	Rotte	2000	/4/	1.233
	Oral	Mus	500	/4/	
	Subkutan	Mus	400	/4/	
	Intravenøs	Kanin	100	/4/	

### 1.1.2 Værdier for gentagen udsættelse til beregning af TDI

På baggrund af data sæt for udvalgte N-forbindelser, er der udvalgt værdier for længerevarende påvirkning, der anvendes ved udregning af TDI, se Tabel 3.

<sup>1</sup> ND: ingen data er fundet i den søgte litteratur.

Tabel 3  
Værdier til udregning af TDI.

Stof (cas nr)	Rute	NOAEL / NOAEC	LOAEL	Andre
Anilin	Inhalation	-	-	6 µg/L drikkevand svarende til 0,17 µg/kg lgv/dag giver 10 <sup>-6</sup> livstidsrisiko /7/
4-Methylanilin	Via føden	-	1000 ppm 6 mdr. og derefter 500 ppm i yderligere 12 mdr.	No information on cancer incidences
Pyridin	Oral	1 mg/kg lgv/dag	-	
2-Methylpyridin	Inhalation	100 ppm	-	
Quinolin	Via føden	-	0,05 % i diæt	
4-Methylquinolin	ND	ND	ND	
Pyrrol	Oral	-	147 mg/kg lgv	
1-Methylpyrrol	ND	ND	ND	
Carbazol	Oral	-		TD <sub>50</sub> = 164 mg/kg lgv/dag /8/
Acridin	ND	ND	ND	

## 1.2 Toksikologiske data for S-forbindelser

Tabel 4  
Klassificering af S-forbindelser fra analyseprogrammet stoffer /1/ /2/.

Stofnavn (CAS nr.)	Klassificering
Dimetyldisulfid (624-92-0)	-
Thiophen (110-02-1)	-
2-Methylthiophen (554-14-3)	-
Benzothiophen (11095-43-5)	.
Dibenzothiophen (132-65-0)	-

### 1.2.1 LD<sub>50</sub> og LC<sub>50</sub> værdier

Tabel 5

Data for kortvarig eksponering. LD<sub>50</sub> og LC<sub>50</sub> værdier for udvalgte S-forbindelser.

Stof	Rute	Species	LD <sub>50</sub> (mg/kg lgv)/ LC <sub>50</sub> (mg/L/td)	Ref.	Estimeret LOAEL ved regressions- ligning (mg/kg)
Thiophen	Oral	Mus	420 mg/kg lgv	/4/	860
		Rotte	1400 mg/kg lgv*		
2-Methyl- thiophen	Oral	Rotte	3200 mg/kg lgv	/4/	1970
		Mus	1460 mg/kg lgv		
	Intraperitoneal	Rotte	1000 mg/kg lgv	/4/	
	Inhalation	Mus	11,5 mg/L/2h	/4/	
Dimetyldi- sulfid	Inhalation	Mus Rotte	0,016 mg/L/2h 0,012 mg/L/2h*	/4/	
	Oral	Rotte	190 mg/kg lgv*	/5/	
Benzo[b] thiophen	ND <sup>2</sup>	ND	ND	-	
Dibenzo- thiophen	Oral	Mus	470 mg/kg lgv	/4/	

<sup>2</sup> ND: ingen data fundet i de søgte databaser.

### 1.2.2 Værdier for gentagen udsættelse til beregning af TDI

På baggrund af data sæt for S-forbindelser, er der udvalgt værdier for længerevarende påvirkning, der anvendes ved udregning af TDI, se Tabel 6.

Tabel 6  
Værdier til udregning af TDI.

Stof	Rute	NOAEL	LOAEL
Dimethyldisulfid	oral	NOEL 7,3 mg/kg lgv/dag	-
Thiophen	oral	-	9500 mg/kg lgv/dag
2-Methylthiophen	ND	ND	ND
Benzothiophen	oral	-	500 ppm i foder, svarende til 35,3 mg/kg lgv/dag
Dibenzothiophen	oral	-	45 mg/kg lgv/dag

### 1.3 Toksikologiske data for O-forbindelser

Tabel 7  
Klassificering af O-forbindelser fra testprogram /1/ /2/.

Stofnavn (CAS nr.)	Klassificering
Benzofuran (271-89-6)	-
2-Methylbenzofuran (4265-25-2)	-
Dibenzofuran (132-64-9)	-

#### 1.3.1 LD<sub>50</sub>, LC<sub>50</sub> og TD<sub>Lo</sub> værdier

Tabel 8  
Data for kortvarig eksponering. LD<sub>50</sub>, LC<sub>50</sub> og TD<sub>Lo</sub> værdier for O-forbindelser fra analyseprogrammet.

Stof	Rute	Species	LD <sub>50</sub> (mg/kg lgv)/ LC <sub>50</sub> (mg/L)	Ref.
Benzofuran	intraperitoneal	Mus	500	/4/
	Oral	Rotte	TD <sub>Lo</sub> = 7000 uregelmæssigt fordelt over 14 dage	/4/
2-Methylbenzofuran	ND <sup>3</sup>	ND	ND	
Dibenzofuran	ND	ND	ND	

#### 1.3.2 Værdier for gentagen udsættelse til beregning af TDI

På baggrund af data for udvalgte O-forbindelser, angives værdier for længerevarende påvirkning, der anvendes ved udregning af TDI, se Tabel 9.

<sup>3</sup> ND: ingen data er fundet i den søgte litteratur.

Tabel 9  
Værdier til udregning af TDI.

Stof	Rute	NOAEL / NOAEC	LOAEL	Andre	Ref
Benzofuran	ND	ND	ND	TD <sub>50</sub> = 424 mg/kg lgv/dag	/8/
2-Methylbenzofuran	ND	ND	ND		
Dibenzofuran	ND	ND	ND		

#### 1.4 Toksikologiske data for 1,3,5-trimethylbenzen

Tabel 10  
Klassificering af 1,3,5-trimethylbenzen /1/.

Stofnavn (CAS nr.)	Klassificering
1,3,5-Trimethylbenzen (108-67-8)	R10 Xi; R37 N; R51-53

#### 1.4.1 LD<sub>50</sub>, LC<sub>50</sub>, TC<sub>Lo</sub> og TD<sub>Lo</sub> værdier

Tabel 11  
Data for kortvarig eksponering. LD<sub>50</sub> og LC<sub>50</sub> værdier for 1,3,5-trimethylbenzen fra analyseprogrammet.

Stof	Rute	Species	LD <sub>50</sub> (mg/kg lgv) / LC <sub>50</sub> (mg/L/4 timer)	Ref.	Estimeret LOAEL ved regressionsligning (mg/kg)
1,3,5-Trimethylbenzen	Oral	Rotte	5.000	/4/	3.080
	Indånding	Rotte	0,024	/4/	
	Indånding	Human	TC <sub>Lo</sub> = 10 ppm		

#### 1.4.2 Værdier for gentagen udsættelse til beregning af TDI

På baggrund af data for 1,3,5-trimethylbenzen, angives værdier for længerevarende påvirkning, der anvendes ved udregning af TDI, jf. tabel 11.

Tabel 12  
Værdier til udregning af TDI.

Stof	Rute	NOEL	LOAEL	Andre
1,3,5-Trimethylbenzen /9/	Oral	200	-	

## 2 Baggrundsdata





## 2.1 Effekter ved længerevarende påvirkning for udvalgte N-forbindelser

Stof (cas nr)	Rute	Species	Eksponeeringstid	NOAEL (mg/kg lgv/dag) / NOAEC (mg/L/dag)	LOAEL (mg/kg lgv/dag) / LOAEC (mg/L/dag)	Kritiske effekter	Ref.	
Anilin (62-53-3)	Undersøgelser med anilin har vist, at stoffet er kræftfremkaldende i forsøgsdyr (tumorer i milt), samt at det kan skade arveanlæggene							/6;10/
	Inhalation	Rotter, mus og marsvin	20 – 26 uger	0,0034 mg/L/dag*	-	Ikke identificeret	/7/	
	Inhalation	Rotter	2 uger	-	0,0116 mg/L	Milde effekter på milten	/7/	
				6 µg/L drikkevand* giver en 10 <sup>-6</sup> livstidsrisiko			/7/	
4-Methylanilin (106-49-0)	Via føden	Mus	18 mdr		1000 ppm i 6 mdr og derefter 500 ppm* i yderligere 12 mdr	Signifikant øgning i antallet af lever carcinomer	/5/	
Pyridin (110-86-1)	Inhalation	Human	Ikke angivet, men gentagen eksponeering.		0,02 - 0,04 mg/L	Milde CNS symptomer	/3/	
	Oral	Rotte	90 dage	1 mg/kg lgv/dag*	10 mg/kg lgv/dag	Forhøjet levervægt	/7/	
4-Methylpyridin (108-89-4)	Meget lidt data på 4-methylpyridins toksiske effekter ved længerevarende påvirkning – ingen forsøg, hvor en NOAEL kan fastsættes. Effekter på CNS. Analogislutning drages fra 2-methylpyridin - se nedenfor.							/6/
2-Methylpyridin (109-06-8)	Inhalation	Rotter Kaniner Marsvin	7 timer /dag i 6 mdr.	100 ppm* i rotter og kaniner		I marsvine observeres en lille til moderat stigning i vakuolisering af leverceller	/5/	
Quinolin (91-22-5)	Via føden	Rotter	16 – 40 uger		0,05 %* i diæt	Tumorer i leveren	/5;6/	
4-Methylquinolin (491-35-0)	ND <sup>4</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	/6/	
Pyrrrol	Oral	Kanin	ND	-	147 mg/kg lgv*	Kramper, muskelspasmer, nedsat	/4/	

<sup>4</sup> ND: ingen data er fundet i den søgte litteratur.

Stof (cas nr)	Rute	Species	Eksponeringstid	NOAEL (mg/kg lgv/dag) / NOAEC (mg/L/dag)	LOAEL (mg/kg lgv/dag) / LOAEC (mg/L/dag)	Kritiske effekter	Ref.
(109-97-7)						aktivitet	
1-Methyl- pyrrol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Carbazol (86-74-8)	Oral	Mus	12 uger		300 mg/kg lgv /dag	Ændring i levervægt samt generelt vægttab og manglende vægtilvækst	/4/
	Oral	Mus	96 uger		0,15 % i føden	Skader i leveren: neoplastiske småknuder og hepatocellulære carcinomer	/6/
				*TD <sub>50</sub> = 164 mg/kg lgv			/8/
Acridin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

\* Angiver de NOAEL eller LOAEL værdier, der anvendes til udregning af TDI.

## 2.2 Effekter ved længerevarende påvirkning for udvalgte S-forbindelser

Stof (CAS-nr.)	Rute	Species	Ekspone- ringstid	NOAEL (mg/kg lgv/dag) / NOAEC (mg/L/dag)	LOAEL (mg/kg lgv/dag) / LOAEC (mg/L/dag)	Kritiske effekter	Ref.
Thiophen (110-02-1)	Oral	Rotter	19 dage	-	9500 mg/kg/d*	Nedsat føde- indtagelse levervægt	/4/
2-Methylthiophen (554-14-3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Dimethyldisulfid (624-92-0)	Oral	Rotter	90 dage	NOEL 7,3 *	-	Ikke beskrevet	/11/
	Inha- lation	Rotter	90 dage, 6t/d, 5d/uge	(NOEL for nasal irritation <0,04 mg/L)	0,2 mg/L	Nedsat tilvækst	/5/
Benzothiophen (95-15-8)	Oral	Rotter	4 uger	-	500 ppm i foder*	Påvirkning af lever og nyrer	/12/
Dibenzothiophen (132-65-0)	Oral	Rotter	24 uger		45 mg/kg lgv/dag*	Effekter på lever, milt	/4/

LOAEL omfatter også værdier angivet som LD<sub>Lo</sub> og TD<sub>Lo</sub> i "Registry of Toxic Effects of Chemical Substances" (RTECS).

\* Angiver de NO(A)EL eller LOAEL værdier, der anvendes til udregning af TDI.

## 2.3 Effekter ved længerevarende påvirkning for udvalgte O-forbindelser

Stof (CAS-nr.)	Rute	Species	Ekspone- ringstid	NOAEL (mg/kg lgv/dag) / NOAEC (mg/L/dag)	LOAEL (mg/kg lgv/dag) / LOAEC (mg/L/dag)	Kritiske effekter	Ref.
Benzofuran				*TD <sub>50</sub> = 424 mg/kg lgv			/8/
2-Methylbenzofuran	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzofuran	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

\*Angiver den værdi, der anvendes til udregning af TDI.

2.4 Effekter ved længerevarende påvirkning for 1,3,5-trimethylbenzen

Stof (CAS-nr.)	Rute	Species	Eksponeringstid	NOAEL (mg/kg lgv/dag) / NOAEC (mg/L/dag)	LOAEL (mg/kg lgv/dag) / LOAEC (mg/L/dag)	Kritiske effekter	Ref.
1,3,5-Trimethylbenzen	Oral	Rotter	5 dage/uge i 90 dage	600		Øget lever og nyrevægt	/9;13/
1,3,5-Trimethylbenzen	Oral	Rotter	5 dage/uge i 90 dage	NOEL: 200*		Øget fosforniveau	

\* Angiver den værdi, der anvendes til udregning af TDI.

### 3 Forudsatte værdier og formler anvendt ved beregning af TDI og $KK_{\text{jord}}$

Der er benyttet reference /14/.

Vægt, rotte	425g
Vægt, mus	28g
Vægt, menneske	70 kg
Respirationsvolumen, rotte	290 L/dag
Fødeindtagelse, rotte	30 g/dag
Fødeindtagelse, mus	5 g/dag*
Optagelsesprocent	50 %
UF <sub>I</sub> tager højde for ekstrapoleringen fra dyr til mennesker.	10 er anvendt
UF <sub>II</sub> tager højde for særligt følsomme mennesker	10 er anvendt
UF <sub>III</sub> anvendes for at tage højde for datakvaliteten	1- 10 anvendes afhængigt af kvalitet og relevans af de tilgængelige data
<i>V</i>	Legemsvægt for et 1-3-årigt barn, 13 kg
<i>f</i>	Allokeringsfaktor = 50 %
<i>E<sub>l,jord</sub></i>	Daglige eksponering via indtagelse. 1. 0,0002 kg jord/dag (svarer til 95-percentilen). Værdien anvendes i tilfælde, hvor hele TDI-værdien eller hovedparten af denne anvendes til beregning af kvalitetskriteriet. 2. 0,0001 kg jord/dag (svarer til medianudsættelse). Værdien anvendes i tilfælde, hvor TDI er en 10 <sup>-6</sup> livstidsrisikodosis for et kræftfremkaldende stof eller i tilfælde, hvor der anvendes en mindre del af TDI til jordkvalitetskriteriet.
<i>E<sub>h,jord</sub></i>	Daglige eksponering via hudkontakt for jord. Standardværdien 0,001 kg jord/dag for børn. Værdien anvendes i forbindelse med særligt hudgennemtrængende stoffer, hvor systemisk bidrag fra hudoptagelse summeres med det orale bidrag. Hvis den kritiske effekt er relateret direkte til hudpåvirkning, anvendes <i>E<sub>h,jord</sub></i> separat.

\*Estimeret på baggrund af formlen: Fødeindtagelse = 0,064 \* legemsvægt<sup>0,7242</sup> /15/.

Formler anvendt ved omregning fra ppm til luftkoncentration og fra luftkoncentration til dosis:

Ideal gas ligningen ( $PV = nRT$ ) anvendes til at omregne fra ppm til mg/L eller mg/m<sup>3</sup>:

$$\text{Ppm} * \frac{\text{Molvægt}}{24,45} = \text{mg/m}^3$$

$$\text{Dosis} = \frac{\text{Luftkonc.} * \text{Resp.vol.} * \text{Eksp.tid} * \text{Optagelses-\%}}{\text{legemsvægt}} \quad /16/$$

## 4 Kommentarer til udregninger for enkeltstoffer

### Anilin

#### *Korttidseksponering*

##### Systemisk effekt

Anilin er det eneste af stoffer i måleprogrammet, for hvilken der fundet en LOAEL ( $TD_{Lo}$ ) på 1000 mg/kg lgv. Denne værdi anvendes til udregning af en TD og  $KK_{jord}$  for korttidseksponering for anilin.  $TD_{Lo}$  indsættes som LOAEL og udregnes at give en TD på 1 mg/kg lgv ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for anilin udregnes til 1,3 g/kg jord.

##### $KK_{jord}$

Baseret på korttidseksponering sættes  $KK_{jord}$  for anilin til 1,3 g/kg jord.

#### *Gentagen eksponering*

Der udregnes 2 værdier for anilin. Den ene er baseret på en systemisk effekt formodentlig i form af lette effekter på milten og den anden på baggrund af en  $10^{-6}$  livstidsrisiko for kræft (T25 kendes ikke for stoffet).

##### Systemisk effekt

Der er angivet en NOAEC (indåndingsluft) på 0,0034 mg/L for rotter. Ved anvendelse af ovenstående defaultværdier og under antagelse af 50 % optagelse /16/ kan denne værdi omregnes til en NOAEL værdi på 1,16 mg/kg lgv/dag. Omregnet til TDI svarer dette til 1,16 µg/kg lgv/dag ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  udregnes for anilin til 0,038 g/kg jord.

##### Kræft

Baseret på dyreforsøg er en livstidsrisiko på 1 kræfttilfælde ud af en million eksponerede personer ( $TDI_{(10^{-6} \text{ livstidsrisiko})}$ ) udregnet til 0,17 µg/kg lgv/dag /7/. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for anilin udregnes til 0,011 g/kg jord.

##### $KK_{jord}$

Under anvendelse af forsigtighedsprincippet vil værdien baseret på en livstidsrisiko på 1 kræfttilfælde ud af en million blive anvendt.  $KK_{jord}$  for anilin sættes til 0,011 g/kg jord.

### 4-Methylanilin

#### *Korttidseksponering*

##### Systemisk

Ved at anvende ovennævnte regressionsligning er LOAEL estimeret til 400 mg/kg lgv. En TD på 0,4 mg/kg lgv udregnes ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$

til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{\text{jord}}$  for 4-methylanilin udregnes til 0,52 g/kg jord.

$KK_{\text{jord}}$

Baseret på korttidseksponering sættes  $KK_{\text{jord}}$  for 4-methylanilin til 0,52 g/kg jord.

### ***Gentagen eksponering***

Systemisk effekt

Der foreligger ingen relevante data.

Kræft

Der foreligger ikke en  $T_{25}$  eller  $TD_{50}$  værdi for 4-methylanilin. I en undersøgelse, hvor mus blev eksponeret via føden for 1000 ppm i 6 mdr. og herefter 500 ppm i yderligere 12 mdr., fandt man en signifikant øgning i antallet af lever carcinomer. Der er ikke oplysninger om incidens. Denne eksponering omregnes til en gennemsnitlig daglig dosis på 119 mg/kg lgv/dag. Omregnet til TDI svarer dette til 11,9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lgv/dag ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 10.000, da endpointet er kræft. På baggrund af dette kan  $KK_{\text{jord}}$  for 4-methylanilin udregnes til 0,39 g/kg jord.

$KK_{\text{jord}}$

$T_{25}$  er ikke kendt for stoffet. På baggrund af tilgængelige data sættes  $KK_{\text{jord}}$  for 4-methylanilin til 0,39 g/kg jord.

## **Pyridin**

### ***Korttidseksponering***

Systemisk

Ved at anvende ovennævnte regressionsligning er LOAEL estimeret til 550 mg/kg lgv. En TD på 0,55 mg/kg lgv udregnes ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{\text{jord}}$  udregnes for pyridin til 0,72 g/kg jord.

$KK_{\text{jord}}$

Baseret på korttidseksponering sættes  $KK_{\text{jord}}$  for pyridin til 0,72 g/kg jord.

### ***Gentagen eksponering***

Systemisk effekt

En NOAEL for forhøjet levervægt er angivet på 1 mg/kg lgv/dag baseret på et 90 dages forsøg i rotter. Dette svarer til en TDI på 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lgv/dag ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{\text{jord}}$  udregnes for pyridin til 0,033 g/kg jord.

Kræft

-

$KK_{\text{jord}}$

På baggrund af ovenstående sættes  $KK_{\text{jord}}$  for pyridin til 0,033 g/kg jord.



## 2-Methylpyridin (anvendes ved analogislutning til 4-methylpyridin)

### ***Korttidseksponering***

#### Systemisk

Ved at anvende ovennævnte regressionsligning er LOAEL estimeret til at være 800 mg/kg lgv. En TD på 0,8 mg/kg lgv udregnes ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for 2-methylpyridin udregnes til 1,04 g/kg jord.

$KK_{jord}$

Baseret på korttidseksponering sættes  $KK_{jord}$  for 2-methylpyridin til 1,04 g/kg jord.

### ***Gentagen eksponering***

#### Systemisk effekt

En NOAEC (forventet effekt på leveren) på 100 ppm, svarende til 380 mg/m<sup>3</sup>, baseret på forsøg med rotter eksponeret via indånding i 7 timer/dag i 6 mdr. er angivet. Ved anvendelse af ovennævnte defaultværdier og under antagelse af 50 % optagelse kan denne NOAEC omregnes til en estimeret NOAEL værdi på 37,8 mg/kg lgv/dag. Omregnet til TDI svarer dette til 37,81 µg/kg lgv/dag ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  udregnes for 2-methylpyridin til 1,23 g/kg jord.

#### Kræft

-

$KK_{jord}$

På baggrund af ovenstående sættes  $KK_{jord}$  for 2-methylpyridin til 1,23 g/kg jord.

## **Quinolin**

### ***Korttidseksponering***

#### Systemisk

Ved at anvende ovennævnte regressionsligning er LOAEL estimeret være 200 mg/kg lgv. En TD på 0,2 mg/kg lgv udregnes ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for quinolin udregnes til 0,26 g/kg jord.

$KK_{jord}$

Baseret på korttidseksponering sættes  $KK_{jord}$  for quinolin til 0,26 g/kg jord.

### ***Gentagen eksponering***

#### Systemisk effekt

-

#### Kræft

I en undersøgelse med rotter medførte 0,05 % i foderet cancer i levercellerne i 3 ud af 11 dyr. Dette udregnes at svare til en dosis på 35,3 mg/kg lgv/dag. Heraf kan T25 udregnes til 32,3 mg/kg lgv/dag, og en livstidsrisiko på 1

kræfttilfælde ud af en million eksponerede personer ( $TDI_{(10^6 \text{ livstidsrisiko})}$ ) udregnes til 0,0013  $\mu\text{g}/\text{kg lgv}/\text{dag}$ . På baggrund af dette kan  $KK_{\text{jord}}$  for quinolin udregnes til  $KK_{\text{jord}} = 0,085 \text{ mg}/\text{kg jord}$

$KK_{\text{jord}}$   
På baggrund af tilgængelige data sættes  $KK_{\text{jord}}$  for quinolin til 0,085  $\text{mg}/\text{kg}$  jord.

#### **4-Methylquinolin**

Ingen relevante data.

#### **Pyrrol**

##### ***Korttidseksponering***

Ingen relevante data.

##### ***Gentagen eksponering***

Systemisk effekt

En LOAEL for kramper, muskelspasmer og nedsat aktivitet er angivet for kaniner på 147  $\text{mg}/\text{kg lgv}$ . Der er ingen angivelse af eksponeringstiden, men det antages at være en daglig eksponering. Omregnet til TDI svarer dette til 147  $\mu\text{g}/\text{kg lgv}/\text{dag}$  ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{\text{jord}}$  for pyrrol udregnes til 4,78  $\text{g}/\text{kg jord}$ .

Kræft

-

$KK_{\text{jord}}$   
På baggrund af ovenstående sættes  $KK_{\text{jord}}$  for pyrrol til 4,78  $\text{g}/\text{kg jord}$ .

#### **1-Methylpyrrol**

Ingen relevante data.

#### **Carbazol**

##### ***Korttidseksponering***

Systemisk

Ved at anvende ovennævnte regressionsligning er LOAEL estimeret til 3080  $\text{mg}/\text{kg lgv}$ . En TD på 3,08  $\text{mg}/\text{kg lgv}$  udregnes ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{\text{jord}}$  for carbazol udregnes til 4,0  $\text{g}/\text{kg}$  jord.

$KK_{\text{jord}}$   
Baseret på korttidseksponering sættes  $KK_{\text{jord}}$  for carbazol til 4,0  $\text{g}/\text{kg jord}$ .

##### ***Gentagen eksponering***

Systemisk effekt

-

Kræft

T25 kendes ikke. Der er derimod fundet en TD<sub>50</sub> værdi. TD<sub>50</sub> = 164 mg/kg lgv/dag er den mængde af et stof, som inducerer tumorer i halvdelen af populationen /8/. Under anvendelse af følgende formel:

$$TDI_{(10 \text{ livstidsrisiko})}^{-6} = \frac{10^{-6}}{0,50} * TD_{50} \text{ dosis}$$

udregnes TDI<sub>(10 livstidsrisiko)</sub><sup>-6</sup> til 0,328 µg/kg lgv/dag. På baggrund af dette kan KK<sub>jord</sub> for carbazol udregnes til 0,021 g/kg jord.

KK<sub>jord</sub>

På baggrund af ovenstående sættes KK<sub>jord</sub> for carbazol til 0,021 g/kg jord.

## Acridin

### *Korttidseksponering*

Systemisk

Ved at anvende ovennævnte regressionsligning er LOAEL estimeret til at være 1233 mg/kg lgv. En TD på 1,23 mg/kg lgv udregnes ved at sætte UF<sub>I</sub> \* UF<sub>II</sub> \* UF<sub>III</sub> til 1000. På baggrund af dette kan KK<sub>jord</sub> for acridin udregnes til 1,6 g/kg jord.

KK<sub>jord</sub>

Baseret på korttidseksponering sættes KK<sub>jord</sub> for acridin til 1,6 g/kg jord.

### *Gentagen eksponering*

Ingen relevante data.

## Dimetyldisulfid

### *Korttidseksponering*

Ingen relevante data.

### *Gentagen eksponering*

Systemisk effekt

En NOEL er angivet til 7,3 mg/kg/dag for rotter baseret på et 90 dages forsøg. Der er ingen angivelse af kritisk effekt. Omregnet til TDI svarer dette til 7,3 µg/kg lgv/dag ved at sætte UF<sub>I</sub> \* UF<sub>II</sub> \* UF<sub>III</sub> til 1000. På baggrund af dette kan KK<sub>jord</sub> for dimetyldisulfid udregnes til 0,24 g/kg jord.

Kræft

-

KK<sub>jord</sub>

På baggrund af ovenstående sættes KK<sub>jord</sub> for dimetyldisulfid til 0,24 g/kg jord.

## Thiophen

### *Korttidseksponering*

Systemisk

Ved at anvende ovennævnte regressionsligning er LOAEL estimeret til at være 860 mg/kg lgv. En TD på 0,86 mg/kg lgv udregnes ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for thiophen udregnes til 1,1 g/kg jord.

$KK_{jord}$

Baseret på korttidseksponering sættes  $KK_{jord}$  for thiophen til 1,1 g/kg jord.

### ***Gentagen eksponering***

Systemisk effekt

En LOAEL for nedsat fødeindtagelse og levervægt baseret på et forsøg med rotter i 19 dage er angivet til at være 500 mg/kg lgv/dag. Omregnet til TDI svarer dette til 0,5 mg/kg lgv/dag ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for thiophen udregnes til 16,3 g/kg jord.

Kræft

-

$KK_{jord}$

På baggrund af ovenstående sættes  $KK_{jord}$  for thiophen til 16,3 g/kg jord.

## **2-Methylthiophen**

### ***Korttidseksponering***

Systemisk

Ved at anvende ovennævnte regressionsligning er LOAEL estimeret til at være 1970 mg/kg lgv. En TD på 1,97 mg/kg lgv udregnes ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for 2-methylthiophen udregnes til 2,6 g/kg jord.

$KK_{jord}$

Baseret på korttidseksponering sættes  $KK_{jord}$  for 2-methylthiophen til 2,6 g/kg jord.

### ***Gentagen eksponering***

Ingen relevante data.

## **Benzothiophen**

### ***Korttidseksponering***

Ingen relevante data.

### ***Gentagen eksponering***

Systemisk effekt

En LOAEL for effekter på lever og nyrer er angivet til 500 ppm i foderet baseret på et 4 ugers forsøg med rotter. Denne koncentration svarer til en dosis på 35,3 mg/kg lgv/dag. Omregnet til TDI svarer dette til 35,3 µg/kg lgv/dag ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for benzothiophen udregnes til 1,15 g/kg jord.

Kræft

-

$KK_{\text{jord}}$

På baggrund af ovenstående sættes  $KK_{\text{jord}}$  for benzothiophen til 1,15 g/kg jord.

## **Dibenzothiophen**

### ***Korttidseksponering***

Ingen relevante data.

### ***Gentagen eksponering***

Systemisk effekt

En LOAEL for effekter på lever og milt er angivet til 45 mg/kg lgv/dag i et 24 ugers forsøg med rotter. Omregnet til TDI svarer dette til 45 µg/kg lgv/dag ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{\text{jord}}$  for dibenzothiophen udregnes til 1,46 g/kg jord.

Kræft

-

$KK_{\text{jord}}$

På baggrund af ovenstående sættes  $KK_{\text{jord}}$  for dibenzothiophen til 1,46 g/kg jord.

## **Benzofuran**

### ***Korttidseksponering***

Ingen relevante data.

### ***Gentagen eksponering***

Systemisk effekt

-

Kræft

T25 er ikke kendt for stoffet. Der er derimod fundet en  $TD_{50}$  værdi.  $TD_{50} = 424$  mg/kg lgv/dag er den mængde af et stof, som inducerer tumorer i halvdelen af populationen /8/. Under anvendelse af følgende formel:

$$TDI_{(10 \text{ livstidsrisiko})}^{-6} = \frac{10^{-6}}{0,50} * TD_{50} \text{ dosis}$$

udregnes  $TDI_{(10 \text{ livstidsrisiko})}^{-6}$  til 0,85 µg/kg lgv/dag. På baggrund af dette kan  $KK_{\text{jord}}$  for benzofuran udregnes til 0,055 g/kg jord.

$KK_{\text{jord}}$

På baggrund af ovenstående sættes  $KK_{\text{jord}}$  for benzofuran til 0,055 g/kg jord.

## **2-Methylbenzofuran**

Ingen relevante data.

## Dibenzofuran

Ingen relevante data.

## 1,3,5- Trimethylbenzen

### *Korttidseksponering*

Systemisk

Ved at anvende ovennævnte regressionsligning er LOAEL estimeret til at være 3080 mg/kg lgv. En TD på 3,08 mg/kg lgv udregnes ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for 1,3,5-trimethylbenzen udregnes til 4,0 g/kg jord.

$KK_{jord}$

Baseret på korttidseksponering sættes  $KK_{jord}$  for 1,3,5-trimethylbenzen til 4,0 g/kg jord.

### *Gentagen eksponering*

Systemisk effekt

En NOEL for hhv. øget lever og nyrevægt og øget phosphorniveau er angivet til 600 og 200 mg/kg lgv/dag i et 90 dages forsøg med oral dosering af rotter. Omregnet til TDI svarer NOEL-værdien på 200 mg/kg lgv/dag til 0,2 mg/kg lgv/dag ved at sætte  $UF_I * UF_{II} * UF_{III}$  til 1000. På baggrund af dette kan  $KK_{jord}$  for 1,3,5-trimethylbenzen udregnes til 6,5 g/kg jord.

Kræft

-

$KK_{jord}$

På baggrund af ovenstående sættes  $KK_{jord}$  for 1,3,5-trimethylbenzen til 6,5 g/kg jord.

## 5 Referencer

1. MST. Listen over farlige stoffer. BEK Nr. 923 af 28/09/2005. 2005.
2. Vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer. 2001. MST.
3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH): Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices. Cincinnati (OH), ACGIH, 2001, p. -Forsk.pag.
4. RTECS®: Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio. (Volume 61 - Expires Nov 30, 2004 ). 2004. Greenwood Village, Colorado, USA, Thomson MICROMEDEX®. ChemKnowledge® System.
5. Patty's industrial hygiene and toxicology. Vol. 2: Toxicology. New York (NY), Wiley, 1994,
6. HSDB: Hazardous Substances Data Bank. National Library of Medicine, Bethesda, Maryland. (Volume 61 - Expires Nov 30, 2004 ). 2004. Greenwood Village, Colorado, USA, Thomson MICROMEDEX®. ChemKnowledge® System.
7. IRIS: Integrated Risk Information System. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 2003. Toxicology Data Network (TOXNET®).
8. Lois Swirsky Gold, T.H.Slone, N.B.Manley, G.B.Garfinkel, and B.N.Ames. The Carcinogenic Potency Database (CPDB). 2005.
9. Lewis Sr RJ: Sax's dangerous properties of industrial materials. New York (NY), Wiley, 2000, p. -26+950
10. Institute for Health and Consumer Protection and European Chemical Bureau. Aniline, Risk Assessment Report, Draft report of 13.02.02. CAS-No.: 62-53-3. 2002. Ispra, European Commission, Joint Research Centre.
11. IPCS (International Programme on Chemical Safety). Simple aliphatic and aromatic sulfides and thiols. WHO Food Additives Series: 44 . 2004. WHO (World Health Organization). 29-9-2004.

12. Poon,R, Davis,H, Lecavalier,P, Liteplo,R, Yagminas,A, Chu,I, Bihun,C: Effects of benzothiophene on male rats following short-term oral exposure. **J Toxicol Environ Health** 50:53-65, 1997
13. Edwards, D. A., Andriot, M. D., Amoruso, M. A., Tummey, A. C., Bevan, C. J., Tveit, A., Hayes, L. A., Youngren, S. H., and Nakles, D. V. Development of fraction specific reference doses (RfDs) and reference concentrations (RfCs) for total petroleum hydrocarbons (TPH). 1997. Amherst (MA), Amherst Scientific Publishers. Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series; vol. 4.
14. ICH. Impurities: Residual Solvents. ICH Topic Q 3 C. Step 4. 1997. ICH.
15. Technical guidance document on risk assessment in support of Commission directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances, Commission regulation (EC) 1488/94 on risk assessment for existing substances and Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Part IV. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, European Commission, Joint Research Centre, European Chemicals Bureau, Institute for Health and Consumer Protection, 2003, p. -275
16. Hass, Ulla and et al. Reproduktionsskadende kemiske stoffer i arbejdsmiljøet. - 206. 1991. København, Arbejdstilsynet, Arbejdsmiljøinstituttet. AMI-rapport; 1991:35.



# Beregning af afdampning fra og udvaskning af olie i jord

I dette bilag er givet metoder og resultater for beregning af afdampning og udvaskning af kulbrinter, PAH og NSO fra jord.



# 1 Anvendt olieprofil

I forhold til beregningsprofilerne opstillet i "oliesammensætningsprojektet" /1/ er profilerne suppleret med flere komponenter fra de indsamlede data i "oliesammensætningsprojektet", specielt  $C_9 - C_{10}$  aromater og alifater, dels for at kunne udføre beregningerne for den supplerende fraktion,  $C_{35} - C_{40}$ , som indgår i den nye analysemetode, dels forbedre at beskrive fraktionerne. Der er anvendt oplysninger om procentuelt indhold af enkeltkomponenter og fraktioner svarende til "oliesammensætningsprojektet". Derudover indgår de målte værdier for henholdsvis PAH og NSO direkte i profilerne for de jordprøver, hvor disse er målt.

Der er væsentligt forskellige profiler for benzin og olie, og det er derfor i princippet nødvendigt at vide, hvilken type af olieprodukt jorden er forurenet med, for at et profil kan opstilles. Ved vurderingen af analyseresultaterne for de enkelte prøver er der derfor set på forholdet mellem de målte fraktioner. Ifølge "oliesammensætningsprojektet" vil  $C_6 - C_{10}$  fraktionen udgøre 40 % eller mere af den totale koncentration, såfremt der er tale om benzin. Dette er brugt som rettesnor ved fastsættelsen af olietype. For forureninger med en mindre  $C_6 - C_{10}$  fraktion end dette er det antaget, at det drejer sig om en tungere olie svarende til diesel eller fyringsolie. Der er i den sammenhæng ikke taget stilling til, om dette er den oprindelige type, eller det skyldes "forvitring" af olien. For prøver med en høj  $C_6 - C_{10}$  fraktion er der regnet med en blandingsforurening, når de også har et forholdsvist højt indhold af tunge komponenter, idet dette ikke burde være tilfældet, hvis der udelukkende var tale om en ren benzinforurening.

I "oliesammensætningsprojektet" er der for fraktionen  $>C_{10} - C_{25}$  fastsat 3 underfraktioner, mens dette ikke er tilfældet for de 3 andre fraktioner, som analysemetoden leverer resultater for. For hver af disse fraktioner er fastsat en indikatorparameter for henholdsvis alifatiske og aromatiske kulbrinter i fraktionen. I dette projekt er denne ene indikatorparameter suppleret med flere parametre, såfremt der i delfraktionen findes stoffer med væsentligt forskellige egenskaber. Derudover har det været muligt at fremskaffe yderligere data om de tunge alifater i forhold til, hvad der var tilgængeligt, da dataindsamlingen til "oliesammensætningsprojektet" blev foretaget i 2000/2001. I de endelige profiler beskrevet nedenfor er indholdet af enkelte af stofferne sat lavt, enten fordi disse stoffer i visse sammenhænge analyseres som enkeltstoffer, og en korrekt værdi derfor vil kunne indsættes i givet fald, eller fordi det i dette projekt har været styrende for profilet at opnå en så god overensstemmelse imellem beregnede porevandskoncentrationer og målte eluat koncentrationer i udvaskningstests som muligt. Dette har generelt ikke været muligt, såfremt andelen af især relativt flygtige og letopløselige aromater er stor. Dette kan skyldes to ting: enten at olien i de analyserede og udvaskede prøver er delvist nedbrudt, og at disse stoffer derfor er stort set forsvundet, eller at der i profilet ikke tages højde for tilstedeværelse af endnu flygtigere stoffer -  $C_3$  og mindre, som ikke medtages i analysen. Som et indledende forsøg på at vurdere betydningen af sidstnævnte er der i olieblandingsprofilet indlagt 1,2 % 3-methylpentan, og der er set på, hvilken betydning det har for det beregnede totalindhold af  $C_6 - C_{10}$  fraktionen.

I Tabel 1 er de to anvendte profiler vist.

Tabel 1

De i beregningerne anvendte profiler for kulbrintesammensætning.

Komponent	Tung olie	Olie-benzin blanding
Benzen	0,01 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>	0,01 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
Toluen	0,01 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>	0,01 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
m-Xylen	0,01 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>	0,01 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
Ethylbenzen	0,01 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>	0,01 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
1,2,4-Trimethylbenzen	0	0,8 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
1,3,5-Trimethylbenzen	Som målt	Som målt
3-Ethyltoluen (C <sub>9</sub> )	0	2,4 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
1,2-Diethylbenzen (C <sub>9</sub> )	0	0,8 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
1,2Dimethyl-4-ethylbenzen (>C <sub>10</sub> )	0	Rest af C <sub>6</sub> C <sub>10</sub> aromater
m-Cymen (>C <sub>10</sub> )	Rest af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>	11,2 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
3-Methylpentan *	0	1,2 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
n-Hexan (C <sub>6</sub> )	0	3 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
Methylcyclopentan (C <sub>6</sub> )	0	0,6 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
2-Methylhexan (C <sub>7</sub> )	0	8,4 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
2,2,4-Trimethylpentan (C <sub>8</sub> )	0	21 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
n-Octan (C <sub>8</sub> )	12 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>	12 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
2-Methylnonan (>C <sub>10</sub> )	28 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>	13,8 % af C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>
<b>C<sub>8</sub> - &gt;C<sub>10</sub></b>	<b>Som målt</b>	<b>Som målt</b>
n-Decan (C <sub>10</sub> )	2,4 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	2,9 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Dodecan(C <sub>12</sub> )	17 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	7,25 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Tetradecan (C <sub>14</sub> )	6 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	10,2 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Pentadecan (C <sub>15</sub> )	8,5 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	8,7 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Hexadecan (C <sub>16</sub> )	10,5 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	5,25 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Octadecan (C <sub>18</sub> )	10,5 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	5,25 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Pristan (C <sub>19</sub> )	10,5 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	5,25 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Eicosan (C <sub>20</sub> )	10,5 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	5,25 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Heneicosan (C <sub>21</sub> )	4 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	2 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Pentacosan (C <sub>25</sub> )	4 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	2 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>
Naphthalen (C <sub>10</sub> )	Som målt	Som målt
1,2,3,5 Tetramethylbenzen (C <sub>10</sub> )	0	8,8 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>15</sub>
1-Methylnaphthalen (C <sub>11</sub> )	0,07 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	2,2 % af >C <sub>10</sub> - C <sub>15</sub>
1-Methylanthracen (C <sub>15</sub> )	Rest af >C <sub>10</sub> - C <sub>15</sub> **	Rest af >C <sub>10</sub> - C <sub>15</sub>
Acenaphthylen (C <sub>11</sub> )	Som målt	Som målt
Acenaphthen (C <sub>12</sub> )	Som målt	Som målt
2-Ethyl-naphthalene (C <sub>12</sub> )	0,02 % af >C <sub>15</sub> - C <sub>25</sub> ***	0,04 % af C <sub>15</sub> - C <sub>25</sub>
1,7-Dimethylnaphthalen (C <sub>12</sub> )	0,02 % af >C <sub>15</sub> - C <sub>25</sub>	1 % af C <sub>15</sub> - C <sub>25</sub>
2,3,5-Trimethylnaphthalen (C <sub>13</sub> )	Rest af >C <sub>15</sub> - C <sub>25</sub>	0
Fluoren (C <sub>13</sub> )	Som målt	Som målt
Phenanthren (C <sub>14</sub> )	Som målt	Som målt
Anthracen (C <sub>14</sub> )	Som målt	Som målt
Fluoranthen (C <sub>16</sub> )	Som målt	Som målt
Pyren (C <sub>16</sub> )	Som målt	Som målt
<b>&gt;C<sub>10</sub> - C<sub>25</sub></b>	<b>Som målt</b>	<b>Som målt</b>
n-Hexacosan (C <sub>26</sub> )	25 % af >C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub> minus aromater	25 % af C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub> minus aromater
n-Octacosan (C <sub>28</sub> )	25 % af >C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub> minus aromater	25 % af C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub> minus aromater
n-Triacontan (C <sub>30</sub> )	25 % af >C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub> minus aromater	25 % af C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub> minus aromater
n-Dotriacontan (C <sub>32</sub> )	25 % af >C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub> minus aromater	25 % af C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub> minus aromater

Komponent	Tung olie	Olie-benzin blanding
Benz(a)anthracen (C <sub>18</sub> )	Som målt	Som målt
Chrysen (C <sub>18</sub> )	Som målt	Som målt
Benz(b)fluoranthren	Som målt	Som målt
Benz(a)pyren	Som målt	Som målt
Dibenzo(a,h)anthracen (C <sub>22</sub> )	Som målt	Som målt
Benzo(ghi)perylene (C <sub>24</sub> )	Som målt	Som målt
Coronen (C <sub>24</sub> )	0****	0****
Picen (C <sub>22</sub> )	1 % af >C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub>	0
Triphenylen	50 % af >C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub>	0
>C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub>	<b>Som målt</b>	<b>Som målt</b>
Pentatriacontan (C <sub>35</sub> )	C <sub>35</sub> - C <sub>40</sub> minus aromater	C <sub>35</sub> - C <sub>40</sub> minus aromater
Indeno(1,2,3-cd)pyren (C <sub>22</sub> )	Som målt	Som målt
>C <sub>35</sub> - C <sub>40</sub>	<b>Som målt</b>	<b>Som målt</b>
Quinolin	0,001	0,001
Benzo(b)thiophen	Som målt	Som målt
Dibenzofuran	Som målt	Som målt
Dibenzothiophen	Som målt	Som målt
Acridin	Som målt	Som målt
Carbazol	Som målt	Som målt
Anilin	0,001	0,001
4-methylanilin	0,001	0,001
Dimetyldisulfid	0,001	0,001

\* indsat for at vurdere betydningen af at tage hensyn til tilstedeværelsen af flygtige stoffer (C<sub>5</sub> og mindre), som ikke medtages i analysen.

\*\* >C<sub>10</sub> - C<sub>15</sub> aromater bestemmes som 44 % af >C<sub>10</sub> - C<sub>25</sub>

\*\*\* >C<sub>15</sub> - C<sub>25</sub> aromater bestemmes som 2 % af >C<sub>10</sub> - C<sub>25</sub>

\*\*\*\* hvor der ikke er målt C<sub>35</sub> - C<sub>40</sub>, er værdien sat lige den målte værdi for Indeno(1,2,3-cd)pyren.

## 2 Fastsættelse af $K_D$ -værdier

Ved beregning af den del af en oliekomponent, der bindes til jordpartikler, anvendes oktanol/vand forholdet,  $K_{ow}$ , som typisk er bestemt ved laboratorieforsøg, omregnet til en sorptionskoefficient,  $K_{oc}$ , til jordens indhold af organisk kulstof. Sidstnævnte omregning foretages ved hjælp af en formel baseret på en række laboratorieforsøg for en bestemt type af stoffer, f.eks. pesticider, aromater eller lignende. Overensstemmelsen for et givet stof er afhængig af, om stoffet hører til den gruppe, som formelen er bestemt for. I JAGG anvendes Abduls formel /2/:

$$\text{Log } K_{oc} = 1,04 \times \text{log } K_{ow} - 0,84.$$

Denne formel er bestemt ud fra forsøg med tri- og tetraklorethylen, BTEX og pyren og angives kun at gælde for stoffer med et  $K_{ow}$  mindre end 5. I dette projekt er der også tale om stoffer med højere  $K_{ow}$ . Det er derfor valgt i stedet at anvende Olsen og Davis formel /3/, som den er refereret i /4/, hvor den anføres at have en bred dækning af oliekomponenter:

$$\text{Log } K_{oc} = 0,989 \times \text{log } K_{ow} - 0,346.$$

Det skal bemærkes, at ovenstående formel giver resultater i samme størrelsesorden som Karickhoff's formel /5/, som er bestemt for et antal aromater og PAHer, dog for sedimenter med et generelt højere indhold af organisk kulstof end jord.

Blandt de NSO forbindelser, der medtages i beregningerne, har følgende syrebaseegenskaber: quinolin, acridin, carbazol, anilin og 4-methylanilin. Deres sorption er således principielt afhængig af deres dissociation i den vandige fase, som igen er afhængig af pH. Ved et pH mellem 7 og 8, som i grundvand, er dissociationen dog mindre væsentlig, og der er derfor valgt at se bort fra dette ved beregningerne.

### 3 Jordtyper

Jorden mellem gulv og forurening er sat til at være den jordtype, som også er beskrevet for den pågældende jordprøve for de 23 jordprøver, for hvilke der også er foretaget udvaskningstest. Ud fra denne beskrivelse vælges den standardjordtype i JAGG, som kommer nærmest på den pågældende jord. Porøsitet, vandindhold, rumvægt og indhold af organisk kulstof er fastsat til JAGGs standardværdier for den pågældende jordtype, se Tabel 2, da der ikke er foretaget feltmålinger af disse parametre i forbindelse med de undersøgelser, hvorfra de leverede jordprøver stammer.

Tabel 2  
Jordtypeegenskaber hentet fra JAGG.

	Luftindhold	Vandindhold	Kornrumvæ gt g/cm <sup>3</sup>	Volumenrum vægt g/cm <sup>3</sup>	f <sub>oc</sub>
	v/v	v/v			
Lermuld	0,1	0,3	2,65	1,59	<b>0,01</b>
Sandmuld	0,1	0,35	2,6	1,43	<b>0,02</b>
Ler	0,1	0,3	2,7	1,62	<b>0,001</b>
<b>Sand</b>	<b>0,3</b>	<b>0,15</b>	<b>2,65</b>	<b>1,46</b>	<b>0,001</b>

## 4 Omregning til indeklimabidrag

Ud fra den beregnede poreluftskoncentration er tillige for de 23 jordprøver, hvor der foreligger målte jordkoncentrationer for PAH og NSO, beregnet et bidrag til indeklimaet ved hjælp af omregningsfaktorer udregnet ved hjælp af JAGG. Advektiv transport over betongulvet er beregnet som i JAGG og med de normalt anvendte standardparametre, se /6/. Følgende beregningsforudsætninger er anvendt:

Dybde til jordforurening:	2,5 m
Areal af påvirket bolig:	10 m x 20 m
Loftshøjde i bolig:	2 m
Luftskifte:	$8,3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$
Tykkelse af betongulv	8 cm
Trykforskel over betondæk:	5 Pa
Materialekonstant for betonen:	0,002
Konvektion gennem gulvets revner:	$1,16 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
Jordtype mellem forurening og gulv:	Se Kapitel 3

Den faktiske omregningsfaktor afhænger udover af ovenstående af materialekonstanten for den jord, luften siver igennem, som igen afhænger af jordtype (rumvægt, organiske indhold og porøsitet) og vandindhold samt diffusionskoefficienten i luft for de stoffer, der indgår i den opsivende luft. Faktoren afhænger således af den konkrete sammensætning af olieproduktet og er mindst for de letteste komponenter og størst for de tungeste. For de 23 jordprøver, der er vurderet, varierer omregningsfaktoren for summen af kulbrinter i mellem 700 og 36.000.



## 5 Udgangsdata

Som udgangsdata for beregningerne er anvendt analysedata for indholdet af kulbrinter i jorden opdelt for analyser efter VKI analysemetoden på 3 intervaller:  $C_6 - C_{10}$ ,  $>C_{10} - C_{25}$  og  $>C_{25} - C_{35}$ .

Hvor der i analyseresultatet er angivet, at indholdet er under analysedetektningsgrænsen, er det for de stoffer (primært NSO forbindelser), som ikke er fundet i jorden ved beregningen, forudsat, at indholdet er lig 1/10-del af analysedetektningsgrænsen for det pågældende stof. Dette er gjort, fordi der derved er opnået den bedste overensstemmelse med fundne eluatkoncentrationer med henblik på at opnå en retvisende beskrivelse af afdampningen.

5.1 Data fra 84 jordprøver uden jorddata m.m.

Data for de 84 jordprøver, hvor der ikke er analyseret for PAH, NSO m.m. samt foretaget udvaskningstest, og der derfor ikke foreligger en beskrivelse af jordtypen, fremgår af Bilag H.

5.2 Data fra 23 jordprøver med jorddata, udvaskningsdata samt PAH og NSO resultater

Data fra de 23 jordprøver, hvor der også er analyseret for PAH, NSO samt 1,3,5- trimethylbenzen fremgår af Bilag I og J.

## 6 Resultater

Resultaterne af de foretagne beregninger er dels sammenlignet med eluatdata fra de foretagne udvaskningstest, se Bilag K, dels sammenholdt med en række kriterier for afdampning til indeklimaet. Sammenligningen med resultaterne fra udvaskningstest tjener først og fremmest til at vurdere validiteten af de benyttede forudsætninger og metoder. Sammenligningen med afdampningskriterier findes i hovedrapporten, mens sammenligningen med udvaskningsdata findes nedenfor.

De beregnede porevandskoncentrationer er for de 23 prøver, hvor der er foretaget analyse af supplerende stoffer samt udvaskningstest, sammenlignet med koncentrationerne fundet ved udvaskningstest.

Sammenligningen fremgår af Tabel 3, 4 og 5 for henholdsvis kulbrintefraktioner, PAH og NSO/1,3,5-trimethylbenzin. I Tabel 3 er tillige anført hvilken olietype, der er forudsat ved beregningerne. For olieblandinger er tillige foretaget en sammenligning af  $C_6 - C_{10}$  fraktionen og kulbrintesummen, hvor det beregnede indhold af 3-methylpentan i eluatet er trukket fra, idet dette indhold ikke vil blive målt med ved den kemiske analyse. Dette er gjort for at se på, hvilken betydning det har for beregningen at medtage et  $< C_6$  stof.

Af Tabel 3 ses, at beregningerne for tung olie generelt viser god overensstemmelse, idet de beregnede og målte indhold i næsten alle tilfælde er af samme størrelsesorden. For olieblandingerne er overensstemmelsen mindre god, bortset fra for fraktionen  $C_{25} - C_{35}$ , hvor både det beregnede og det målte indhold er under detektionsgrænsen. En inddragelse af 12 % 3-methylpentan i beregningerne for olieblandinger giver en reduktion i eluatkoncentrationen af  $C_6 - C_{10}$  fraktionen på op til 8 %, men ikke nødvendigvis en meget bedre overensstemmelse. Det må forventes, at der skal måles for flere fraktioner i jorden og eluatet, end der er sket i nærværende projekt, for at der kan opnås en bedre overensstemmelse for olieblandinger, idet variationen af sammensætningen er meget større for benzin end for tung olie både i udgangspunktet og som følge af hurtigere "forvitring" af produkterne som følge af afdampning, udvaskning og nedbrydning.

For PAH, Tabel 4, og NSO, Tabel 5, er der generelt ikke så god overensstemmelse. En forklaring kunne være, at de anvendte sorptionskoefficienter ikke i tilstrækkeligt omfang er dækkende for blandinger, hvor sorptionen, specielt for PAHer, må forventes at være større. Det skal bemærkes, at sammenligningen vanskeliggøres af, at jordkoncentrationerne i en række tilfælde er fastsat "fiktivt", idet de var under detektionsgrænsen, ligesom de målte eluat koncentrationer i en række tilfælde er under analysedetektionsgrænsen.

Der har ikke i projektet været foretaget måling af afdampning, hvorfor beregningen af afdampningen ikke kan vurderes i forhold til målte koncentrationer.

Tabel 3

Sammenligning af koncentrationer af kulbrinter i porevand beregnet ud fra VKI analysemetodens resultater og målte kulbrintefraktioner i eluat fra udvaskningstests.

Jordprøver		C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> uden methyl- pentan	>C <sub>10</sub> - C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub>	Sum af kulbrinter	Sum af kul- brinter uden methylpentan
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		
R-048-06	beregnet	13	-	50	18	80	-
Tung olie	målt	<2	-	66	39	<107	-
R-050-03	beregnet	6	-	12	20	38	-
Tung olie	målt	3,5	-	29	20	53	-
R-053-06	beregnet	67	-	98	12	177	-
Tung olie	målt	3,4	-	90	14	107	-
R-054-06	beregnet	5	-	30	9	44	-
Tung olie	målt	<2	-	<8	<10	<20	-
R-064-06	beregnet	6	-	20	16	41	-
Tung olie	målt	<20	-	13	<10	<43	-
R-065-06	beregnet	5	-	14	10	30	-
Tung olie	målt	<2	-	11	<10	<23	-
R-066-06	beregnet	5	-	13	11	29	-
Tung olie	målt	<2	-	<8	<10	<20	-
R-067-06	beregnet	5	-	48	18	72	-
Tung olie	målt	<2	-	<8	<10	<20	-
R-073-06	beregnet	5	-	20	14	39	-
Tung olie	målt	<2	-	<8	<10	<20	-
R-074-06	beregnet	5	-	35	0	41	-
Tung olie	målt	<2	-	<8	<10	<20	-
R-077-06 A & B, olieblanding	beregnet	1896	1744	639	0	2534	2383
R-077-06 A	målt	210	210	210	<10	420	420
R-077-06 B	målt	64	64	200	<10	264	264
R-079-06	beregnet	13	-	106	11	130	-
Tung olie	målt	4,1	-	170	<10	174	-
R-075-06-A	beregnet	7	-	29	14	49	-
Tung olie	målt	4,8	-	67	12	84	-
R-075-06-B	beregnet	8	-	6	0	14	-
Tung olie	målt	5,7	-	66	<10	72	-
R-080-06	beregnet	6	-	55	5	66	-
Tung olie	målt	<2	-	250	24	<276	-
R-128-06	beregnet	2107	2074	1568	0	3675	3642
Olieblanding	målt	690	690	1300	< 10	1990	1990
R-134-06	beregnet	22	-	190	1	213	-
Tung olie	målt	< 2	-	260	< 10	<272	-
R-139-06	beregnet	11	-	192	1	204	-
Tung olie	målt	7,4	-	460	< 10	467	-
R-140-06	beregnet	127	127	170	2	300	300
Olieblanding	målt	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
R-173-06	beregnet	5389	5249	2164	0	7553	7412
Olieblanding	målt	7700	7700	2300	< 10	10000	10000
R-174-06	beregnet	8316	8088	310	0	8626	8398
Olieblanding	målt	2500	2500	3300	< 10	<5810	<5810
R-176-06	beregnet	482	451	1783	0	2265	2233
Olieblanding	målt	1900	1900	1300	< 10	<3210	<3210
R-178-06	beregnet	5460	5277	1749	0	7208	7025
Olieblanding	målt	130	130	26	< 10	<166	<166
R-179-06	beregnet	1261	1179	272	0	1534	1452
Olieblanding	målt	18	18	< 8	< 10	<36	<36



Jordprøver		Naphthalen	Ace-naph-thylen	Ace-naph-then	Fluoren	Phenan-thren	Anthra-cen	Fluor-anthen	Pyren	Benz(a)anthra-cen	Chrysen/Tripheny-en	Benz-(b+j+k)fluor-anthen	Benzo-(a)pyren	Indeno-(1,2,3-cd)pyren	Dibenzo(a,h)anthracen	Benzo(g,h,i)perylen
	målt	7,50	0,01	0,22	2,00	1,70	0,06	0,09	0,17	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01	< 0,01	<0,01
R-134-06	ber.	0,13	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	målt	< 0,1	< 0,01	0,04	0,11	< 0,01	< 0,01	0,02	0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01	< 0,01	<0,01
R-139-06	ber.	0,44	0,25	0,06	0,02	0,20	0,00	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	målt	0,29	< 0,01	0,02	0,08	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01
R-140-06	ber.	27,81	1,98	0,17	0,21	0,76	0,00	0,09	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	målt	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01
R-173-06	ber.	1,15	0,36	0,04	0,05	0,09	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	målt	84,00	0,04	0,91	1,20	1,10	0,23	0,27	0,18	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01
R-174-06	ber.	4,09	1,29	0,13	0,16	0,31	0,00	0,10	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	målt	74,00	0,03	0,39	1,10	1,00	0,22	0,20	0,15	0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01
R-176-06	ber.	2,69	0,79	0,00	0,11	0,20	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	målt	54,00	< 0,01	0,78	3,40	2,30	0,12	0,16	0,18	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01
R-178-06	ber.	5,16	1,62	0,16	0,20	0,39	0,01	0,12	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	målt	1,30	< 0,01	0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01
R-179-06	ber.	4,57	0,65	0,22	0,28	0,53	0,01	0,16	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	målt	0,28	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01

Tabel 5

Sammenligning af koncentrationer af NSO i porevand beregnet ud fra VKI analysemetodens resultater og målte kulbrintefraktioner i eluat fra udvaskningstests.

Jordprøver		Quinolin	Benzothiophen	Dibenzofuran	Dibenzo- thiophen	Acridin	Carbazol	Anilin	4-methylanilin	Dimethylsulfid	1,3,5- trimethyl- benzen
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
R-048-06	ber.	0,01	0,00	0,24	0,07	0,93	0,11	0,10	0,02	0,01	2,47
	målt	0,04	0,02	<0,02	0,03	<0,1	<0,1	0,09	0,02	<0,12	0,04
R-050-03	ber.	0,02	0,01	0,08	0,08	0,07	0,05	0,86	0,13	0,07	0,06
	målt	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	0,06	<0,01	<0,02	0,02
R-053-06	ber.	0,04	0,01	0,25	0,11	0,20	0,02	0,36	0,06	0,03	0,37
	målt	0,08	0,02	0,05	0,07	0,18	<0,1	0,78	0,18	0,18	0,21
R-054-06	ber.	0,22	0,00	0,01	0,01	0,06	0,07	1,80	0,28	0,15	0,06
	målt	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,02	0,02
R-064-06	ber.	0,10	0,00	0,64	0,31	0,07	1,64	0,81	0,13	0,07	0,06
	målt	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	0,13	0,01
R-065-06	ber.	0,15	0,00	0,01	0,01	0,07	0,07	1,22	0,19	0,10	0,06
	målt	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,02	<0,01
R-066-06	ber.	0,18	0,00	0,32	0,15	0,07	0,07	1,45	0,23	0,12	0,06
	målt	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,02	<0,01
R-067-06	ber.	0,07	0,03	5,09	5,35	9,63	9,63	22,97	0,55	0,05	0,06
	målt	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,1	<0,05	<0,03	1,10	<0,01
R-073-06	ber.	0,12	0,00	0,17	0,08	0,07	0,05	0,98	0,15	0,08	0,06
	målt	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	0,06	<0,01	<0,02	<0,01
R-074-06	ber.	0,05	0,01	0,01	0,01	0,07	0,02	0,38	0,06	0,03	0,06
	målt	<0,02	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,1	0,11	<0,08	1,40	<0,01
R-077-06 A, B	ber.	0,21	0,00	0,01	0,05	0,09	0,09	0,17	0,03	0,01	34,80
R-077-06 A	målt	<0,05	0,31	0,03	0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,02	20,00
R-077-06 B	målt	<0,05	0,45	0,05	0,03	<0,2	<0,1	<0,1	<0,2	<0,02	22,00
R-079-06	ber.	0,01	0,00	0,12	0,05	0,03	0,06	0,05	0,01	0,00	0,05
	målt	<0,05	0,05	0,30	0,04	0,08	0,40	2,90	<1	0,11	0,28
R-075-06-A, B	ber.	0,06	0,00	0,01	0,01	0,07	0,03	0,46	0,07	0,04	1,05
R-075-06-A	målt	0,02	0,04	0,02	<0,01	<0,01	<0,1	0,10	0,03	1,50	0,36
R-075-06-B	målt	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,1	<0,05	<0,02	0,11	0,04
R-080-06	ber.	0,06	0,00	0,35	0,17	0,06	0,41	0,50	0,08	0,04	1,02
	målt	<0,01	<0,1	0,01	<0,01	<0,02	<0,1	<0,05	<0,02	<0,02	<0,01
R-128-06	ber.	0,11	0,00	0,04	0,21	0,48	0,48	0,86	0,14	0,07	318,37

Jordprøver		Quinolin	Benzothiophen	Dibenzofuran	Dibenzo- thiophen	Acridin	Carbazol	Anilin	4-methylanilin	Dimethylsulfid	1,3,5- trimethyl- benzen
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
	målt	<0,05	2,70	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,5	<0,5	0,06	600,00
R-134-06	ber.	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,08	0,01	0,01	0,08
	målt	<0,1	<0,2	<0,02	<0,01	<0,05	<0,1	<0,1	<0,03	<0,02	0,42
R-139-06	ber.	0,01	0,00	0,11	0,04	0,02	0,10	0,04	0,01	0,00	0,04
	målt	<0,05	0,10	<0,05	<0,01	<0,1	<0,1	<0,05	<0,05	0,02	4,20
R-140-06	ber.	0,13	0,00	0,05	0,02	0,57	0,03	1,03	0,16	0,09	46,25
	målt	<0,01	0,10	<0,01	<0,01	<0,03	<0,1	<0,1	<0,03	0,02	0,10
	ber.	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,02	0,03
R-173-06	målt	0,01	0,01	0,12	0,06	0,64	0,05	1,72	0,01	0,00	25,04
	ber.	< 0,03	1,00	0,48	0,09	< 0,05	0,59	<5	<5	<0,05	630,00
R-174-06	målt	0,03	0,05	0,01	0,00	0,11	0,01	0,20	0,03	0,02	89,09
	ber.	< 0,05	3,50	0,19	0,05	< 0,06	0,23	<5	<0,2	0,05	470,00
R-176-06	målt	0,02	0,01	0,19	0,18	1,49	0,25	0,11	0,02	0,02	0,00
	ber.	< 0,06	1,00	1,20	0,34	<0,2	<0,1	<2	<0,1	<0,05	130,00
R-178-06	målt	0,03	0,00	0,01	0,01	0,14	0,01	0,26	0,04	0,02	112,26
	ber.	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,01	9,70
R-179-06	målt	0,04	0,00	0,02	0,01	0,08	0,02	0,35	0,06	0,03	30,47
	målt	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,01	1,80





## 7 Fejlkilder ved beregningerne

I forbindelse med vurderingen af beregningsresultaterne skal peges på en række principielle fejlkilder ved de benyttede beregninger:

- Der foreligger ikke lige mange data vedrørende enkeltkomponenternes andel af alle fraktioner og for alle produkttyper. Typisk er der færre informationer for de tunge olietyper og de tunge fraktioner, samt flere data om aromater end om alifater. Dette vil for det første punkts vedkommende alt andet lige medføre en beregningsmæssig overestimering af de lette fraktioner, hvilket vil give en større beregnet udvaskning og afdampning end i virkeligheden.
- Metoden til at estimere molbrøken af den enkelte komponent er i henhold til Raoult's lov, som i princippet kun gælder for mættede forhold. De faktiske molbrøker (og dermed resulterende koncentrationer i poreluft og porevand) kan derfor afvige fra dette.
- Brug af metoden kræver, at det er muligt at fastslå hvilken olieprodukttype, der er tale om, hvilket ofte ikke vil være muligt.
- Metoden er baseret på, at de estimerede poreluft- og porevandskoncentrationer beregnes ud fra de målte koncentrationer, som p.g.a. målemetodens begrænsninger ikke medtager alle indholdsstoffer, som kan påvirke indeklime og grundvand. Dette har også betydning for den faktiske molbrøk af de øvrige (målbare) stoffer og dermed de beregnede koncentrationer af disse i henholdsvis poreluft og porevand.
- Sorptionskoefficienterne er søgt tilpasset til den type produkter, der betragtes, men vil altid være en tilnærmelse i forhold til den faktiske sorption af en blanding.
- Med hensyn til PAH og NSO er jordkoncentrationerne i en række tilfælde fastsat "fiktivt", idet de var under analysedetektionsgrænsen, ligesom de målte eluatkoncentrationer i en række tilfælde er under detektionsgrænsen.

Generelt vil bedre beregninger kunne opnås, såfremt der analyseres for flere fraktioner og foretages en opsplnitning i aromater og alifater i analysen.

## 8 Referencer

1. Miljøstyrelsen. Kemisk profil over sammensætningen af olie og benzin. Udkastrapport . 2006.
2. Abdul,AS, Gibson,TL, Rai,DN: Statistical correlations for predicting the partition coefficient for nonpolar organic contaminants between aquifer organic matter and water. *Hazardous Waste & Hazardous Materials* 4:211-222, 1987
3. Olsen,RL, Davis,A: Predicting the Fate and Transport of Organic Compounds in Groundwater, Part 1. *Hazardous Materials Control* 3:38-63, 1990
4. Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group. Selection of Representative TPH Fractions Based on Fate and Transport Considerations. 1998.
5. Karickhoff,SW, Brown,DS, Scott,TA: Sorption og Hydrophobic Pollutants on natural sediments. *Water Research* 13:241-248, 1979
6. Miljøstyrelsen. Oprydning på forurenede lokaliteter. Miljøstyrelsens Vejledninger nr. 6 og 7 1998. 1998.

# Beregning af poreluft- og porevandskoncentrationer fra olieblandinger og tung olie



Dette bilag giver resultaterne af beregninger af koncentrationer i poreluft og porevand for 84 jordprøver, hvor der kun foreligger analyseresultater for koncentrationen i jord af sum og fraktioner af kulbrinter bestemt efter VKI metoden.

Der er opstillet to beregningsprofiler – et for olieblandinger (OB) og et for tung olie (TO) – og i tabellen er der markeret, hvilket profil der er anvendt i beregningerne. Se Bilag F for en beskrivelse af profilerne. Olieblandingsprofilet er anvendt, hvor  $C_6$ - $C_{10}$  fraktionen udgør 40 % eller mere af totalkulbrintekoncentrationen.

Til beregningerne blev resultater fra kulbrinteanalysen anvendt. For analyseresultater, der er mindre end den anvendte analysemetodes detektionsgrænse, blev den halve detektionsgrænse brugt som værdi i beregningerne. Hvor det var tilfælde, er analyseresultatet angivet i kursivt. Sum af kulbrintefraktionerne er beregnet fra de målte fraktioner, og er inkluderet i tabellen.

Følgende detektionsgrænser blev brugt ved analysen af kulbrinter:

Fraktion  $C_6$ - $C_{10}$  < 2,0 mg/kg  
Fraktion  $>C_{10}$ - $C_{25}$  < 5,0 mg/kg  
Fraktion  $>C_{25}$ - $C_{35}$  < 20 mg/kg

For prøver med forholdsvis lave analyseresultater for de enkelte fraktioner, kan denne håndtering af resultater mindre end detektionsgrænsen være uhensigtsmæssigt, f.eks. prøve ID X eller B9. Disse prøver er markeret med fed skrift.

Da jordtypen ikke er kendt, er som default anvendt data for JAGGs jordtype lermuld, som giver de mest gennemsnitlige parametre for fasefordelingsberegningen.

Der er i tabellen anført flere betydende cifre i beregningsresultater, end analyseresultaternes usikkerhed betinger.

Beregnings- profil	Prøve ID	Resultater for analyse af kulbrinter VKI metoden				Koncentration i poreluft Ca				Koncentration i porevand Cv			
		(Sum $C_6-C_{35}$ beregnet)				$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{35}$	Sum	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{25}$	$>C_{25}-C_{35}$	Sum
		mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
TO	B0664.1	<b>1</b>	19	65	85	100	67	0,0001	167	11	26	18,0	55
TO	B0664.2	<b>1</b>	26	100	127	90	62	0,0002	153	11	25	18,9	56
TO	KE.2a	<b>1</b>	20	100	121	92	51	0,0002	143	11	23	20,1	55
TO	B5415 (1)	<b>1</b>	16	75	92	99	53	0,0002	152	11	23	19,6	54
TO	B5198	<b>1</b>	60	210	271	56	68	0,0001	124	11	26	18,8	56
TO	B6372	<b>1</b>	63	380	444	36	45	0,0002	81	12	19	21,4	52
TO	B6406	<b>1</b>	65	390	456	35	45	0,0002	80	12	19	21,4	52
TO	B6407	<b>1</b>	31	150	182	82	53	0,0002	135	12	23	20,2	55
TO	B6436	<b>1</b>	270	770	1041	17	80	0,0001	96	11	36	17,9	65
TO	B6474	2,2	20	110	132	198	46	0,0002	244	25	22	20,1	67
TO	KE DIV	<b>1</b>	83	230	314	48	80	0,0001	128	11	28	17,6	57
TO	B6253	<b>1</b>	130	140	271	52	137	0,0001	189	11	41	11,7	63
TO	B6325	<b>1</b>	57	160	218	67	79	0,0001	147	11	28	17,6	57
TO	B6437.3	<b>1</b>	67	24	92	86	191	0,0000	276	10	49	5,4	64
TO	7706-2	2,1	160	<b>10</b>	172	146	234	0,0000	380	20	60	1,2	81
TO	7722-1	240	4700	340	5280	744	220	0,0000	964	1881	122	1,3	2003
OB	7723-1	290	190	28	508	60117	108	0,0000	60225	2986	559	0,0	3544
TO	KE.1b	<b>1</b>	27	150	178	84	47	0,0002	131	12	22	20,7	54
TO	KE.2b	<b>1</b>	18	100	119	93	47	0,0002	140	12	22	20,5	54
TO	B3869.1	<b>1</b>	29	140	170	86	53	0,0002	139	12	23	20,1	55
TO	B3869.2	<b>1</b>	60	250	311	49	60	0,0002	109	12	23	19,7	55
TO	B5413.1	<b>1</b>	31	36	68	101	126	0,0001	227	10	33	11,6	55
TO	B5413.2	<b>1</b>	34	65	100	92	99	0,0001	191	11	32	14,9	58

Beregnings- profil	Prøve ID	Resultater for analyse af kulbrinter VKI metoden				Koncentration i poreluft Ca				Koncentration i porevand Cv			
		(Sum C <sub>6</sub> -C <sub>35</sub> beregnet)				C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	Sum	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	Sum
		mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
TO	B6463	<b>1</b>	67	210	278	54	74	0,0001	128	11	27	18,2	56
TO	B0028	4,6	210	570	785	96	81	0,0001	178	50	34	17,4	101
TO	B6488	<b>1</b>	56	170	227	65	75	0,0001	140	11	27	18,0	57
TO	B4951	<b>1</b>	77	190	268	55	87	0,0001	142	11	30	16,9	58
TO	B5181	<b>1</b>	28	110	139	89	62	0,0002	150	11	25	19,1	56
TO	B5415 (2)	<b>1</b>	44	97	142	86	92	0,0001	177	11	31	16,0	58
TO	7841-1	220	6800	150	7170	502	234	0,0000	736	1299	130	0,4	1429
TO	B6772 (1)	<b>1</b>	23	23	47	115	131	0,0001	247	10	28	9,8	48
TO	7843-1	3	190	24	217	171	223	0,0000	394	29	60	2,2	91
TO	7848-1	130	4200	98	4428	481	235	0,0000	715	1024	129	0,4	1154
<b>TO</b>	<b>X</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>624</b>	<b>75</b>	<b>0,0001</b>	<b>700</b>	<b>34</b>	<b>15</b>	<b>3,7</b>	<b>53</b>
TO	B6848	<b>1</b>	130	120	250	55	147	0,0001	202	11	42	10,7	64
TO	7860-1	24	1400	72	1496	245	235	0,0000	480	205	127	1,0	333
TO	R7945	5	610	52	667	101	233	0,0000	333	46	97	1,6	144
TO	R7871	72	4400	200	4672	256	236	0,0000	492	574	130	0,8	705
TO	R7944	4	540	88	632	86	221	0,0000	307	38	89	2,8	130
TO	7841	220	6800	150	7170	502	234	0,0000	736	1299	130	0,4	1429
TO	B6772 (2)	<b>1</b>	25	71	97	95	77	0,0001	172	11	28	17,2	56
TO	R7935	120	9900	280	10300	193	241	0,0000	434	500	134	0,5	634
TO	7848	130	4200	98	4428	481	235	0,0000	715	1024	129	0,4	1154
TO	R7947	<b>1</b>	93	20	114	79	210	0,0000	289	10	53	3,6	67
OB	Brædstrup	380	140	<b>10</b>	530	69862	70	0,0000	69933	3551	381	0,0	3931
<b>TO</b>	<b>B9</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>590</b>	<b>37</b>	<b>0,0001</b>	<b>623</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>3,8</b>	<b>43</b>
<b>TO</b>	<b>98279</b>	<b>1</b>	<b>52</b>	<b>10</b>	<b>63</b>	<b>95</b>	<b>208</b>	<b>0,0000</b>	<b>302</b>	<b>9</b>	<b>43</b>	<b>3,2</b>	<b>55</b>

Beregnings- profil	Prøve ID	Resultater for analyse af kulbrinter VKI metoden				Koncentration i poreluft Ca				Koncentration i porevand Cv			
		(Sum C <sub>6</sub> -C <sub>35</sub> beregnet)				C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	Sum	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	Sum
		mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
TO	G206-8719.1	<b>1</b>	250	660	911	19	84	0,0001	102	11	37	17,5	65
OB	<b>98279 BP8 0.9</b>	<b>29</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>46</b>	<b>40140</b>	<b>29</b>	<b>0,0000</b>	<b>40170</b>	<b>532</b>	<b>36</b>	<b>0,0</b>	<b>569</b>
TO	A	820	1100	190	2110	5246	106	0,0000	5353	5534	57	1,5	5592
OB	B	690	640	130	1460	53111	134	0,0000	53247	4979	1644	0,0	6623
TO	C	380	610	180	1170	4008	112	0,0000	4120	2816	58	2,6	2876
TO	D	32	61	<b>10</b>	103	2125	125	0,0000	2249	250	34	1,6	286
OB	E	160	130	<b>10</b>	300	56453	126	0,0000	56579	2006	402	0,0	2408
OB	F	140	60	<b>10</b>	210	66495	79	0,0000	66573	1848	186	0,0	2034
OB	G	1100	1100	290	2490	51087	139	0,0000	51226	5475	1701	0,0	7176
TO	H	27	32	<b>10</b>	69	1973	93	0,0000	2067	202	24	2,3	229
OB	I	570	480	78	1128	55390	127	0,0000	55517	4424	1299	0,0	5723
OB	J	84	80	<b>10</b>	174	51762	131	0,0000	51893	1294	274	0,0	1568
OB	K	110	110	<b>10</b>	230	52057	143	0,0000	52200	1534	361	0,0	1894
OB	L	80	80	<b>10</b>	170	50472	133	0,0000	50605	1252	276	0,0	1528
OB	M	400	300	60	760	57275	117	0,0000	57393	3581	891	0,0	4472
OB	N	920	900	110	1930	52824	141	0,0000	52965	5394	1722	0,0	7115
OB	O	36	35	<b>10</b>	81	40605	99	0,0000	40704	694	148	0,0	842
OB	P	55	44	<b>10</b>	109	47615	97	0,0000	47712	960	166	0,0	1126
OB	Q	1100	1000	200	2300	78327	19	0,0000	78347	8258	238	0,0	8496
OB	R	360	290	25	675	56848	125	0,0000	56973	3309	848	0,0	4157
OB	S	96	46	<b>10</b>	152	61295	76	0,0000	61372	1462	153	0,0	1615
OB	T	390	400	35	825	51998	146	0,0000	52143	3422	1181	0,0	4603
OB	U	30	28	<b>10</b>	68	39013	92	0,0000	39105	590	122	0,0	711



Beregningsprofil	Prøve ID	Resultater for analyse af kulbrinter VKI metoden				Koncentration i poreluft Ca				Koncentration i porevand Cv			
		(Sum C <sub>6</sub> -C <sub>35</sub> beregnet)				C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	Sum	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	Sum
		mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
OB	V	820	640	120	1580	56754	121	0,0000	56875	5577	1477	0,0	7054
TO	X	61	89	<b>10</b>	150	3476	113	0,0000	3588	459	32	1,0	492
OB	Y	170	190	<b>10</b>	370	50278	154	0,0000	50432	2083	593	0,0	2676
OB	Z	420	340	25	785	56902	126	0,0000	57028	3630	985	0,0	4615
TO	Æ	32	39	<b>10</b>	81	2198	97	0,0000	2294	239	27	2,0	269
OB	Ø	1200	1500	160	2860	47798	163	0,0000	47960	5283	1990	0,0	7273
OB	Å	77	76	<b>10</b>	163	50124	130	0,0000	50254	1225	264	0,0	1489
OB	AA	200	130	<b>10</b>	340	60679	108	0,0000	60788	2367	387	0,0	2754
OB	BB	61	69	<b>10</b>	140	45476	132	0,0000	45609	1050	252	0,0	1302
OB	CC	160	200	<b>10</b>	370	47936	164	0,0000	48101	1986	632	0,0	2618
OB	DD	870	760	130	1760	54674	130	0,0000	54804	5501	1592	0,0	7093
OB	EE	160	140	<b>10</b>	310	55054	132	0,0000	55187	2004	434	0,0	2438
OB	FF	400	500	65	965	47418	162	0,0000	47580	3445	1469	0,0	4913
OB	PX	210	25	<b>10</b>	245	79024	26	0,0000	79050	2430	75	0,0	2504



## Resultater af analyse for kulbrinter (Analycen)



Prøve ID	VKI metoden				AnalyCen metoden					
	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	Sum $C_6-C_{35}$	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_{25}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
B0664.1	<2,0	19	65	84	<2,5	36	97	44	140	180
B0664.2	<2,0	26	100	130	3	33	106	55	161	200
KE.2a	<2,0	20	100	120	<2,5	23	118	109	227	250
B0674	<2,0	12	39	51	<2,5	18	68	56	124	140
B5415	<2,0	16	75	91	6	55	121	59	180	240
B5802	<2,0	39	83	120	5	16	62	50	112	130
B5198	<2,0	60	210	270	<2,5	<5,0	<10	<15	<20	<20
B6372	<2,0	63	380	440	<2,5	91	410	350	760	850
B6406	<2,0	65	390	460	<2,5	72	415	305	720	790
B6407	<2,0	31	150	180	4	42	188	133	321	370
B6436	<2,0	270	770	1000	5	45	218	166	384	430
B6474	2,2	20	110	130	<2,5	45	285	222	507	550
KE DIV	<2,0	83	230	310	4	20	110	94	204	230
B6141	<2,0	20	46	66	<2,5	38	185	172	357	400
B6253	<2,0	130	140	270	<2,5	165	366	276	643	810
B6325	<2,0	57	160	220	3	32	20	12	32	68
B6448	<2,0	29	140	170	<2,5	206	735	465	1200	1400
B6437.3	<2,0	67	24	91	<2,5	20	100	109	208	230
7706-2	2,1	160	<20	160	<2,5	510	100	64	164	670
7722-1	240	4700	340	5300	78	3400	480	250	730	4200
7723-1	290	190	28	510	<2,5	63	67	44	111	170
KE.1b	<2,0	27	150	180	<2,5	51	220	170	390	440
KE.2b	<2,0	18	100	120	<2,5	31	120	102	222	250
B3869.1	<2,0	29	140	170	<2,5	44	220	190	410	450
B3869.2	<2,0	60	250	310	<2,5	120	350	200	550	670
B5413.1	<2,0	31	36	67	<2,5	15	77	85	162	180
B5413.2	<2,0	34	65	99	<2,5	26	99	110	209	240
B6463	<2,0	67	210	280	5	140	440	290	730	880
B0028	4,6	210	570	790	<2,5	44	205	173	378	420
B6488	<2,0	56	170	230	<2,5	55	190	140	330	390
B4951	<2,0	77	190	270	<2,5	240	570	310	880	1100

Prøve ID	VKI metoden				AnalyCen metoden					
	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	Sum $C_6-C_{35}$	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_{25}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
B5181	<2,0	28	110	140	<2,5	53	220	200	420	470
B5415	<2,0	44	97	140	<2,5	200	440	260	700	900
B5930	<2,0	33	46	79	<2,5	37	85	65	150	190
B5100	<2,0	120	130	250	3	25	101	65	166	190
KE2	<2,0	36	61	97	<2,5	15	75	50	125	140
7841-1	220	6800	150	7200	20	1200	85	60	145	1400
B6772	<2,0	23	23	46	<2,5	<5,0	<10	<15	<20	<20
7843-1	3	190	24	220	6	2000	65	<15	65	2100
7848-1	130	4200	98	4400	<2,5	86	300	120	420	510
B6431	8	85	130	220	<2,5	14	25	23	48	62
X	4	7	<20	11	5	7	<10	<15	<20	12
B6848	<2,0	130	120	250	<2,5	18	31	23	54	72
7863-1	5	950	950	1900	<2,5	290	420	180	600	890
7827-1	140	180	87	410	9	27	<10	<15	<20	40
7860-1	24	1400	72	1500	<2,5	160	31	29	60	220
K2787-1	<2,0	130	46	180	<2,5	23	12	<15	12	40
R7917	16	2000	53	2100	14	960	34	<15	34	1000
R7945	5	610	52	670	3	660	33	<15	33	700
R7871	72	4400	200	4700	110	2300	97	<15	97	2500
R7944	4	540	88	630	<2,5	160	27	15	42	200
7841	220	6800	150	7200	20	1200	85	60	145	1400
R7893	4	980	60	1000	<2,5	78	<10	<15	<20	80
B6772	<2,0	25	71	96	<2,5	<5	<10	<15	<20	<20
R7935	120	9900	280	10000	60	4500	150	<15	150	4700
7848	130	4200	98	4400	<2,5	86	300	120	420	510
R7947	<2,0	93	20	110	<2,5	24	25	24	49	73
Brød-strup	380	140	<20	520	870	320	<10	<15	<20	1200
Niras 1	22	47	<20	69	4	11	<10	<15	<20	15
B9	3	<5,0	<20	3	<2,5	<5,0	12	18	30	30
98279	<2,0	52	<20	52	1800	380	<10	<15	<20	2200
G206-8719.1	<2,0	250	660	910	2600	9500	2600	400	3000	15000
B6722	3	72	<20	75	10	40	23	27	50	100
98279 BP8 0.9	29	7	<20	36	25	23	<10	<15	<20	48

Prøve ID	VKI metoden				AnalyCen metoden					
	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	Sum $C_6-C_{35}$	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_{25}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
A	820	1100	190	2100	260	340	34	<15	34	640
B	690	640	130	1500	250	310	51	24	75	640
C	380	610	180	1200	120	260	48	22	70	450
D	32	61	<20	93	5	17	<10	<15	<20	23
E	160	130	<20	290	52	76	12	<15	12	140
F	140	60	<20	200	29	46	<10	<15	<20	75
G	1100	1100	290	2500	360	540	91	42	133	1000
H	27	32	<20	59	7	25	19	<15	19	51
I	570	480	78	1100	190	230	33	16	49	470
J	84	80	<20	160	23	20	<10	<15	<20	43
K	110	110	<20	220	24	47	<10	<15	<20	71
L	80	80	<20	160	18	21	<10	<15	<20	39
M	400	300	60	760	30	53	23	<15	23	110
N	920	900	110	1900	200	260	29	<15	29	490
O	36	35	<20	71	8	21	14	<15	14	43
P	55	44	<20	99	18	19	<10	<15	<20	38
Q	1100	1000	200	2300	260	330	46	21	67	660
R	360	290	25	680	89	110	24	<15	24	220
S	96	46	<20	140	36	38	<10	<15	<20	74
T	390	400	35	830	80	130	16	<15	16	230
U	30	28	<20	59	9	24	<10	<15	<20	33
V	820	640	120	1600	230	270	41	19	60	560
X	61	89	<20	150	11	19	11	<15	11	41
Y	170	190	<20	370	120	230	40	17	57	410
Z	420	340	25	780	310	380	100	39	139	830
Æ	32	39	<20	71	8	18	<10	<15	<20	26
Ø	1200	1500	160	2900	310	490	110	26	136	940
Å	77	76	<20	150	27	54	24	<15	24	110
AA	200	130	<20	330	53	53	<10	<15	<20	110
BB	61	69	<20	130	15	21	<10	<15	<20	36
CC	160	200	<20	360	33	84	15	<15	15	130
DD	870	760	130	1800	320	220	32	42	74	610
EE	160	140	<20	300	120	100	19	26	45	270

Prøve ID	VKI metoden				AnalyCen metoden					
	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	Sum $C_6-C_{35}$	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_{25}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
FF	400	500	65	970	300	260	31	38	69	630
PX	210	25	<20	240	33	54	<10	<15	<20	87,0
R-176-06	35	470	31	540	12	120	<10	<15	<20	130



## Resultater af analyse for kulbrinter (Eurofins)



Prøve ID	Tørstof	VKI metoden					AnalyCen metoden				
		$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}^2$
	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
B6436	87,1	4,4	48	200	120	370	<2,5	50	240	140	440
KE.2A	91,1	<2,5	25	120	62	200	<2,5	12	100	62	180
B0674	92,5	<2,5	11	54	32	97	<2,5	<10	55	44	100
B5415	92,6	<2,5	<10	60	33	93	<2,5	<10	63	44	110
B5802	92,7	<2,5	19	46	<25	64	<2,5	19	39	<25	58
B5902	90	<2,5	17	<25	<25	17	<2,5	20	39	<25	58
B6141	90,1	<2,5	<10	39	27	66	2,7	<10	54	26	83
B6448	97,6	<2,5	41	250	170	460	<2,5	40	210	150	390
7843-1	88,9	9,4	2700	91	<25	2800	5,6	1700	72	<25	1700
G206-5216.2	93,7	<2,5	<10	31	<25	31	<2,5	<10	38	<25	38
B5100	97,9	<2,5	<10	55	44	99	2,7	<10	57	40	99
B6431	94,5	<2,5	14	41	<25	54	<2,5	22	87	47	160
B6848	92,3	<2,5	25	63	<25	87	<2,5	38	95	31	160
7827-1	91,8	<2,5	38	26	<25	65	<2,5	36	29	<25	65
7860-1	89,4	<2,5	210	31	<25	240	<2,5	250	66	<25	310
7863-1	89,8	<2,5	670	690	110	1500	4,8	740	720	140	1600
K2787-1	92,7	<2,5	49	49	<25	98	<2,5	97	110	54	260
98279	93,3	1600	430	<25	<25	2100	1700	390	<25	<25	2000
98279	86,7	7,8	1000	38	<25	1100	7,9	960	35	<25	1000
R 7939	83,9	<2,5	43	120	59	230	<2,5	46	100	52	200
R 7947	85,5	<2,5	98	120	99	310	<2,5	52	54	43	150
R 7944	84,4	<2,5	220	40	<25	260	<2,5	210	52	<25	270
Niras 1	92,7	4,8	20	<25	<25	25	<2,5	13	<25	<25	13
R 7945	85,5	<2,5	250	<25	<25	250	<2,5	330	27	<25	360
R 7946	82,1	<2,5	280	<25	<25	280	<2,5	150	<25	<25	150
B 6772	85,3	<2,5	<10	<25	<25	<2,5	<2,5	<10	<25	<25	< 37
R 7893	87,4	<2,5	610	43	<25	650	10	550	43	<25	600
R 7917	86,3	<2,5	1300	53	<25	1400	3,4	1200	66	<25	1300
B 6722	93,5	<2,5	<10	<25	<25	<2,5	<2,5	<10	<25	<25	< 37

Prøve ID	Tørstof	VKI metoden					AnalyCen metoden				
		$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}^2$
		%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
C	79,7	28	210	57	34	330	39	250	87	49	430
PX	87	7	48	<25	<25	55	9,3	62	<25	<25	71
NIRAS	93,3	<2,5	130	<25	<25	130	3,8	170	<25	<25	170
K	78	32	33	<25	<25	65	8,1	23	<25	<25	31
L <sup>1</sup>	77,4	7,8	17	<25	<25	24	4,8	24	<25	<25	28
B6772	81,3	<2,5	<10	30	<25	30	<2,5	13	49	<25	61
Brædstrup	85,3	1700	1200	<25	<25	2900	1600	1100	<25	<25	2700
G206-8719.1	88,9	5100	23000	8900	3000	40000	3900	19000	7200	2200	32000
B <sup>1</sup>	77,9	110	410	57	43	620	100	240	44	33	420
D	77,1	8	23	<25	<25	31	9,2	16	<25	<25	26
E	78	190	470	66	50	770	200	250	43	31	530
F <sup>1</sup>	78,3	37	140	<25	<25	180	27	54	<25	<25	81
H <sup>1</sup>	79,5	44	120	30	<25	190	33	32	<25	<25	65
I <sup>1</sup>	75,1	32	35	<25	<25	67	38	26	27	<25	90
J <sup>1</sup>	77,6	7,7	26	<25	<25	33	15	30	55	<25	100
M <sup>1</sup>	78,4	130	220	27	<25	370	130	190	32	<25	350
N <sup>1</sup>	78,7	390	540	45	47	1000	320	320	36	36	700
O <sup>1</sup>	78,7	19	93	25	<25	140	14	55	29	<25	98
P <sup>1</sup>	75,4	22	52	40	<25	110	9,4	18	<25	<25	27
R <sup>1</sup>	79,1	250	300	31	<25	570	210	220	43	<25	480
S <sup>1</sup>	79,3	18	83	<25	<25	100	28	46	<25	<25	73
T <sup>1</sup>	78,1	48	180	<25	<25	230	43	100	<25	<25	150
U <sup>1</sup>	77,7	15	28	<25	<25	43	16	24	<25	<25	40
V <sup>1</sup>	78,7	330	550	72	59	1000	130	240	33	42	450
X <sup>1</sup>	77,4	13	28	<25	<25	42	12	20	<25	<25	32
Y <sup>1</sup>	78,6	310	760	100	81	1300	210	490	69	41	820
Z <sup>1</sup>	78,9	130	720	120	93	1100	55	380	70	55	560
Æ <sup>1</sup>	78,8	22	68	<25	<25	90	13	13	<25	<25	26
Å <sup>1</sup>	77,9	8,3	77	42	<25	130	13	34	28	<25	75
AA <sup>1</sup>	78,6	23	75	<25	<25	99	24	66	<25	<25	90
BB <sup>1</sup>	78,2	11	19	<25	<25	30	37	51	<25	<25	87
BB <sup>1</sup>	78,8	120	370	110	76	680	81	190	64	34	370

Prøve ID	Tørstof	VKI metoden					AnalyCen metoden				
		$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}-C_{25}$	$> C_{25}-C_{35}$	$> C_{35}-C_{40}$	Sum $C_6-C_{40}$ <sup>2</sup>
	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
EE <sup>1</sup>	78,2	67	120	<25	<25	190	24	66	<25	<25	89
FF <sup>1</sup>	77,8	110	440	59	48	650	77	280	34	29	420

Bemærkninger:

<sup>1</sup> For "AnalyCen metoden": Prøven indeholdt "uopløste" klumper efter ekstraktion.

<sup>2</sup> Detektionsgrænsen for sum  $C_6-C_{40}$  er beregnet på baggrund af fraktionernes detektionsgrænse ( $(2,5^2+10^2+25^2+25^2)$ ).



## Resultater af analyser af jordprøver benyttet til udvaskningstest

Analyser af jordprøverne for kulbrinter er gennemført af AnalyCen efter VKI metoden. Jordprøverne er analyseret af Eurofins for indholdet af PAH og NSO.





**Polyaromatiske kulbrinter i jord, 63 M 54 0071.**

Princip: Jordprøven opslømmes i vandig natriumpyrofosfat-opløsning og ekstraheres med toluen. Ekstraktet analyseres direkte ved GC-MS.

Analyseusikkerhed: RSD 5 – 10 %, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse, dog op til 50 %.

**NSO-forbindelser i jord, 76 M 54 2060 mod.**

Princip: Jordprøven opslømmes i basisk, vandig karbonatopløsning og ekstraheres med dichlormethan ved omrystning i 2 timer. Ekstraktet skilles fra og analyseres direkte ved GC-MS.

Analyseusikkerhed: RSD 10 – 15 %, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse, dog op til 50 %.

Kulbrinter	Tørstof	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	> C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	> C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	Sum C <sub>6</sub> -C <sub>35</sub>
DHI prøve ID	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
R-048-06	82,9	<2,0	270	770	1000
R-050-03	90,4	<2,0	20	100	120
R-053-06	89,5	<2,0	130	140	270
R-054-06	89,5	<2,0	12	39	51
R-064-06	86,2	<2,0	39	83	120
R-065-06	89,8	<2,0	33	46	78
R-066-06	87,8	<2,0	20	46	66
R-067-06	89,3	<2,0	29	140	170
R-073-06	89,2	<2,0	36	61	97
R-074-06	92,5	<2,0	120	130	250
R-077-06 A	91,5	140	180	87	410
R-077-06 B	91,3	140	180	87	410
R-079-06	89,4	5	950	950	1900
R-075-06-A	92,4	8	85	130	220
R-075-06-B	91,8	8	85	130	220
R-080-06	89,7	<2,0	130	46	180
R-128-06	92	22	47	< 20	69
R-134-06	86	4	980	60	1000
R-139-06	93	16	2000	53	2000
R-140-06	84,7	3	72	< 20	75
R-173-06	79,1	380	610	180	1200
R-174-06	86,8	210	25	< 20	240
R-176-06	93,1	35	470	31	530
R-178-06	78,1	110	110	< 20	220
R-179-06	77,6	80	80	< 20	160

PAH	Naphthalen	Acenaphthylen	Acenaphthen	Fluoren	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthren	Pyren	Benz(a)anthracen	Chrysen/Triphenylen	Benz(b+j+k)fluoranthren	Benzo(a)pyren	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Dibenzo(a,h)anthracen	Benzo(g,h,i)perylen
DHI prøve ID	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
R-048-06	0,047	0,24	0,029	0,025	0,39	0,19	1,2	1,1	0,62	0,68	1,7	1,1	1	0,26	1,4
R-050-03	0,015	0,053	< 0,005	0,0073	0,11	0,04	0,39	0,38	0,2	0,22	0,5	0,31	0,2	0,049	0,27
R-053-06	0,031	0,012	0,012	0,022	0,15	0,041	0,31	0,26	0,13	0,16	0,26	0,13	0,087	0,028	0,11
R-054-06	0,018	0,069	0,018	0,022	0,28	0,082	0,68	0,6	0,26	0,3	0,57	0,37	0,27	0,04	0,34
R-064-06	0,028	0,0075	0,058	0,036	0,57	0,088	0,71	0,59	0,28	0,27	0,42	0,25	0,15	0,023	0,18
R-065-06	< 0,005	0,0053	< 0,005	< 0,005	0,0099	0,0098	0,062	0,059	0,026	0,027	0,059	0,039	0,036	0,021	0,042
R-066-06	0,0095	0,074	0,012	0,015	0,2	0,09	0,54	0,48	0,29	0,28	0,61	0,37	0,26	0,074	0,33
R-067-06	0,12	0,47	0,033	0,074	1,1	0,45	3,7	3,5	1,6	1,7	3,9	2,4	1,5	0,31	2
R-073-06	0,0098	0,067	0,013	0,019	0,25	0,097	0,88	0,79	0,38	0,38	0,82	0,55	0,33	0,063	0,45
R-074-06	0,01	0,081	0,0068	0,0094	0,089	0,063	0,51	0,54	0,3	0,31	0,69	0,45	0,27	0,055	0,36
R-077-06 A	0,023	0,11	< 0,005	0,012	0,12	0,074	0,58	0,55	0,31	0,34	0,72	0,43	0,3	0,051	0,37
R-077-06 B	0,022	0,059	< 0,005	0,014	0,16	0,15	0,57	0,53	0,24	0,29	0,61	0,37	0,25	0,04	0,32
R-079-06	0,071	0,32	0,041	0,11	0,58	0,34	1,5	1,4	0,72	0,72	1,5	0,91	0,57	0,13	0,69
R-075-06 A	0,022	0,047	< 0,005	0,013	0,1	0,1	0,32	0,28	0,15	0,17	0,34	0,2	0,14	0,043	0,16
R-075-06 B	0,058	0,099	0,018	0,053	0,97	0,96	1,1	0,86	0,24	0,4	0,71	0,39	0,28	0,068	0,34
R-080-06	0,058	0,14	0,055	0,079	0,72	0,2	1,5	1,3	0,65	0,68	1,4	0,86	0,58	0,13	0,68
R-128-06	0,011	0,0059	< 0,005	0,0092	0,018	< 0,005	0,016	0,024	0,0064	0,0094	0,024	0,019	0,014	< 0,005	0,022
R-134-06	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,0059	< 0,005	0,038	< 0,005	0,0075	0,0094	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
R-139-06	0,017	0,022	0,022	0,019	0,29	0,05	0,48	0,42	0,16	0,19	0,36	0,21	0,12	0,024	0,16
R-140-06	0,043	0,007	< 0,005	0,0078	0,044	0,0069	0,025	0,037	0,0094	0,02	0,032	0,015	0,0089	< 0,005	0,012
R-173-06	1,7	0,05	0,086	0,17	0,6	0,17	0,73	0,59	0,21	0,22	0,37	0,21	0,14	0,024	0,16
R-174-06	0,032	0,023	0,0094	0,03	0,09	0,034	0,14	0,13	0,062	0,068	0,13	0,067	0,053	0,01	0,061
R-176-06	0,025	< 0,005	< 0,005	0,06	0,078	< 0,005	0,05	0,043	0,016	0,023	0,034	0,019	0,013	< 0,005	0,015
R-178-06	0,29	0,0051	0,0088	0,027	0,061	0,015	0,093	0,078	0,029	0,032	0,052	0,03	0,018	< 0,005	0,025
R-179-06	0,36	0,01	0,016	0,05	0,14	0,045	0,26	0,23	0,078	0,081	0,12	0,077	0,039	0,0083	0,05

NSO	Thiophen	Benzofuran	2-methylbenzofuran	Benzothiophen	Quinolin	Dibenzofuran	Dibenzothiophen	Acridin	Carbazol	Pyrrol	1-Methylpyrrol	4-Methylquinolin	1,3,5-Trimethylbenzen	Anilin	4-Methylamin	Pyridin	4-Methylpyridin	2-Methylthiophen	Dimethyldisulfid
DHI prøve ID	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
R-048-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	0,05	0,033	0,017	0,041	< 0,1	< 0,1	< 0,02	0,024	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-050-03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-053-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	0,015	0,015	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-054-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-064-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	0,045	0,043	< 0,01	0,073	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-065-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-066-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	0,023	0,021	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-067-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,02	0,38	0,79	0,15	1,5	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-073-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	0,012	0,011	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-074-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,011	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-077-06 A	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	0,014	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	0,045	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-077-06 B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	0,012	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	0,033	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-079-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	0,05	0,047	< 0,03	0,04	< 0,1	< 0,1	< 0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-075-06 A	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	0,017	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01

NSO	Thiophen	Benzofuran	2-methylbenzofuran	Benzothiophen	Quinolin	Dibenzofuran	Dibenzothiophen	Acridin	Carbazol	Pyrrrol	1-Methylpyrrrol	4-Methylquinolin	1,3,5-Trimethylbenzen	Anilin	4-Methylanilin	Pyridin	4-Methylpyridin	2-Methylthiophen	Dimethyldisulfid
DHI prøve ID	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
															0,01	0,05	0,05		
R-075-06 B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	0,019	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-080-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	0,028	0,026	< 0,01	0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-128-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	0,24	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-134-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-139-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,014	< 0,02	0,055	0,047	< 0,01	0,085	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-140-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,02	0,048	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-173-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,045	< 0,02	0,043	0,051	< 0,02	0,031	< 1	< 1	< 0,02	7,3	< 0,03	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-174-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,09	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 1	< 1	< 0,02	1,3	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-176-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,015	< 0,02	0,03	0,066	< 0,04	0,068	< 1	< 1	< 0,02	0,24	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-178-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 1	< 1	< 0,02	0,42	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01
R-179-06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 1	< 1	< 0,02	0,38	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01

# Resultater af analyser af eluater fra udvaskningstest

Analyser af eluater fra udvaskningstest for kulbrinter, PAH og NSO blev udført af Eurofins.



#### NSO-forbindelser i vand, 76 M 54 2202 mod.

- Princip: Vandprøven gøres basisk ved tilsætning af 1 M vandig karbonatopløsning og ekstraheres med pentan ved omrystning i 30 min. Ekstraktet skilles fra og analyseres direkte ved GC-MS.
- Analyseusikkerhed: RSD 10 – 15 %, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse, dog op til 50 %.
- Analysemetoden omfatter følgende NSO-forbindelser: thiophen, dimetyldisulfid og 2-methylthiophen.

#### Total kulbrinter i vand, 63 M 54 0063.

- Princip: Vandprøven ekstraheres med pentan ved omrystning i 30 min. Ekstraktet skilles fra og analyseres direkte ved GC-FID.
- Analyseusikkerhed: RSD 20 – 35 %, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse, dog op til 50 %.

#### PAH og NSO-forbindelser i vand, 76 M 54 2260 mod.

- Princip: Vandprøven gøres basisk ved tilsætning af 1 M vandig karbonatopløsning og ekstraheres to gange med dichlormethan ved omrystning i 30 min. Ekstraktet skilles fra, opkoncentreres ved inddampning på rotationsfordamper og analyseres ved GC-MS.
- Analyseusikkerhed: RSD 10 – 15 %, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse, dog op til 50 %.
- Analysemetoden omfatter PAH-forbindelser og følgende NSO-forbindelser: pyrrol, 1-methylpyrrol, anilin, 4-methylanilin, 1,3,5-trimethylbenzen, benzofuran, 2-methylbenzofuran, benzothiophen, quinolin, 4-methylquinolin, dibenzofuran, dibenzothiophen, acridin og carbazol.



Kulbrinter	L/S-forhold	pH	Ledningsevne	Turbiditet	DOC	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	> C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	> C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub>	> C <sub>35</sub> -C <sub>40</sub>	SumC <sub>6</sub> -C <sub>40</sub> <sup>4</sup>
DHI prøve ID	L/kg		mS/m	NTU	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R-054-06	0,68	7,45	313	0,20	4	<2	<8	<10	<10	< 16
R-064-06	0,78	7,43	243	0,15	48	<2	13	<10	<10	13
R-065-06	0,8	7,21	352	0,13	1	<2	11	<10	<10	11
R-066-06	1,04	7,6	305	0,55	8,1	<2	<8	<10	<10	< 16
R-067-06	0,7	8,44	222	3,2	11	<2	<8	<10	<10	< 16
R-073-06	0,66	7,92	310	1,8	13	<2	<8	<10	<10	< 16
R-074-06	0,7	8,04	- <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>	-	<2	<8	<10	<10	< 16
R-077-06 A	0,8	7,42	328	1,6	20	210	210	<10	<10	420
R-077-06 B	0,8	7,58	319	25	22	64	200	<10	<10	260
R-079-06	0,85	7,67	285	15	56	4,1	170	<10	<10	174
R-075-06 A	0,68	7,54	235	1,3	-	4,8	67	12	<10	84
R-075-06 B	0,74	7,52	243	3,1	-	5,7	66	<10	<10	72
R-080-06	0,88	7,59	279	0,5	29	<2	250	24	<10	280
R-128-06	0,67	7,6	191	1,3	-	690	1300	< 10	< 10	2000
R-134-06	0,69	7,44	188	2,2	-	< 2	260	< 10	< 10	260
R-139-06	0,81	7,52	189	2,4	-	7,4	460	< 10	< 10	470
R-140-06	0,77	7,79	308	0,83	-	- <sup>3</sup>	- <sup>3</sup>	- <sup>3</sup>	- <sup>3</sup>	- <sup>3</sup>
R-140-06	0,97	7,72	2,7	0,24	-	< 2	< 8	< 10	< 10	< 16
R-173-06	1,27	7,03	2,02	80	-	7700	2300	< 10	< 10	10000
R-174-06	0,95	7,29	1,928	0,38	-	2500	3300	< 10	< 10	5700
R-176-06	0,96	7,31	2,15	0,24	-	1900	1300	< 10	< 10	3200
R-178-06	- <sup>1</sup>	7,35	1,997	- <sup>2</sup>	-	130	26	< 10	< 10	150
R-179-06	- <sup>1</sup>	7,09	20,0	- <sup>2</sup>	-	18	< 8	< 10	< 10	18

<sup>1</sup> L/S-forhold for prøverne R-178-06 og R-179-06 kunne ikke bestemmes, da kolonnerne blev utætte.

<sup>2</sup> Ikke nok prøve

<sup>3</sup> Ikke bestemt pga. prøven er gået tabt.

<sup>4</sup> Detektionsgrænsen for SumC<sub>6</sub>-C<sub>40</sub> er beregnet på baggrund af fraktionernes detektionsgrænse ((2<sup>2</sup>+8<sup>2</sup>+10<sup>2</sup>+10<sup>2</sup>)).

PAH	Naphthalen	Acenaphthylene	Acenaphthen	Fluoren	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthren	Pyren	Benz(a)anthracen	Chrysen/Triphenylen	Benz(b+j+k)fluoranthren	Benzo(a)pyren	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Dibenzo(a,h)anthracen	Benzo(g,h,i)perylene
DHI prøve ID	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R-054-06	<0,01	<0,01	0,016	<0,01	0,018	0,01	0,022	0,029	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-064-06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,011	0,022	0,021	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-065-06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,022	0,019	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-066-06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-067-06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,018	0,017	0,029	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-073-06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-074-06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-077-06 A	5,1	0,017	0,067	0,24	0,26	0,042	0,23	0,23	0,016	0,023	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-077-06 B	3	0,025	0,1	0,39	0,37	0,061	0,37	0,38	0,027	0,042	0,013	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-079-06	1,5	0,49	0,12	0,62	0,61	0,23	0,25	0,28	0,028	0,048	0,076	0,047	0,049	<0,01	0,042
R-075-06 A	0,24	<0,01	0,016	0,02	0,058	0,014	0,038	0,047	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-075-06 B	0,21	<0,01	0,016	0,021	0,041	0,011	0,032	0,046	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-080-06	<0,05	<0,01	0,019	0,017	0,023	0,017	0,028	0,037	<0,01	0,01	0,026	0,01	0,02	<0,01	0,021
R-128-06	7,5	0,013	0,22	2	1,7	0,064	0,087	0,17	0,011	0,011	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-134-06	<0,1	<0,01	0,037	0,11	<0,01	<0,01	0,02	0,075	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-139-06	0,29	<0,01	0,021	0,082	0,026	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-140-06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-140-06	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-173-06	84	0,042	0,91	1,2	1,1	0,23	0,27	0,18	0,013	0,014	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-174-06	74	0,029	0,39	1,1	1	0,22	0,2	0,15	0,014	0,016	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-176-06	54	<0,01	0,78	3,4	2,3	0,12	0,16	0,18	<0,01	0,015	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-178-06	1,3	<0,01	0,013	0,017	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
R-179-06	0,28	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

<sup>1</sup> L/S-forhold for prøverne R-178-06 og R-179-06 kunne ikke bestemmes, da kolonnerne var utætte,

NSO	Thiophen	Benzofuran	2-methylbenzofuran	Benzothiophen	Quinolin	Dibenzofuran	Dibenzothiophen	Acridin	Carbazol	Pyrrrol	1-Methylpyrrrol	4-Methylquinolin	1,3,5-Trimethylbenzen	Anilin	4-Methylanilin	2-Methylthiophen	Dimethyldisulfid
DHI prøve ID	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R-054-06	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	0,016	<0,05	<0,01	<0,01	<0,02
R-064-06	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	0,011	<0,05	<0,01	<0,01	0,13
R-065-06	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,02
R-066-06	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,02
R-067-06	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,025	<0,1	<0,3	<0,3	<0,01	<0,01	<0,05	<0,03	<0,01	1,1
R-073-06	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,3	<0,01	<0,01	0,056	<0,01	<0,01	<0,02
R-074-06	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	0,012	<0,01	0,013	<0,1	<0,3	<0,3	<0,01	<0,01	0,11	<0,08	<0,01	1,4
R-077-06 A	<0,03	<0,02	<0,01	0,31	<0,05	0,034	0,021	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	20	<0,1	<0,1	<0,02	<0,02
R-077-06 B	<0,03	<0,02	<0,02	0,45	<0,05	0,046	0,031	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	22	<0,1	<0,2	<0,03	<0,02
R-079-06	<0,03	<0,01	<0,01	0,052	<0,05	0,3	0,035	0,08	0,4	<0,1	<0,1	<0,05	0,28	2,9	<1	0,013	0,11
R-075-06 A	<0,03	<0,01	<0,01	0,043	0,02	0,019	<0,01	<0,02	<0,1	<0,1	<0,1	0,032	0,36	0,096	0,025	<0,01	1,5
R-075-06 B	<0,03	<0,01	<0,01	0,016	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	0,042	<0,05	<0,02	<0,01	0,11
R-080-06	<0,03	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	0,011	<0,01	<0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,05	<0,02	<0,01	<0,02
R-128-06	<0,03	< 0,3	< 0,1	2,7	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,05	600	< 0,5	< 0,5	<0,01	0,058
R-134-06	<0,03	<0,01	< 0,2	< 0,2	< 0,1	< 0,02	<0,01	< 0,05	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	0,42	< 0,1	< 0,03	<0,01	< 0,02
R-139-06	<0,03	<0,01	< 0,03	< 0,2	< 0,05	< 0,05	<0,01	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,5	4,2	< 0,05	< 0,05	<0,01	0,02
R-140-06	<0,03	<0,01	<0,01	0,1	< 0,01	<0,01	<0,01	< 0,03	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,01	0,1	< 0,1	< 0,03	<0,01	0,021
R-140-06	< 0,03	< 0,01	<0,01	< 0,02	< 0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,01	0,031	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,02
R-173-06	< 0,03	< 0,3	< 0,05	1	< 0,03	0,48	0,086	< 0,05	0,59	< 0,2	<0,1	< 0,02	630	< 5	< 5	< 0,05	< 0,05
R-174-06	< 0,03	< 0,7	< 0,05	3,5	< 0,05	0,19	0,045	< 0,06	0,23	< 0,4	<0,1	< 0,02	470	< 5	< 0,2	< 0,05	< 0,02
R-176-06	< 0,03	< 0,2	< 0,05	1	< 0,06	1,2	0,34	< 0,2	< 0,1	< 0,3	<0,1	< 0,05	130	< 2	< 0,1	< 0,02	< 0,05
R-178-06	< 0,03	< 0,03	<0,01	< 0,05	< 0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,01	9,7	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,02

NSO	Thiophen	Benzofuran	2-methylbenzofuran	Benzothiophen	Quinolin	Dibenzofuran	Dibenzothiophen	Acridin	Carbazol	Pyrrrol	1-Methylpyrrrol	4-Methylquinolin	1,3,5-Trimethylbenzen	Anilin	4-Methylanilin	2-Methylthiophen	Dimethyldisulfid
DHI prøve ID	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R-179-06	< 0,03	< 0,01	<0,01	< 0,05	< 0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,01	1,8	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,02

<sup>1</sup> L/S-forhold for prøverne R-178-06 og R-179-06 kunne ikke bestemmes, da kolonnerne var utætte.

## Resultater af analyser af jordprøver benyttet til udvaskningstest

Analysen af jordprøverne for indhold af kulbrinter, PAH'er og NSO-forbindelser er gennemført af Eurofins. Prøverne indgår i projektet "Testning af forurenede jord for udvaskning af olie og PAH" udført af DHI for Miljøstyrelsen.



Kulbrinter	Tørstof	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	> C <sub>10</sub> -C <sub>15</sub>	> C <sub>15</sub> -C <sub>20</sub>	> C <sub>20</sub> -C <sub>25</sub>	> C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	> C <sub>35</sub> -C <sub>40</sub>	SumC <sub>6</sub> -C <sub>40</sub>
DHI prøve ID	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
R-031-07	93,2	<2,5	9	45	130	300	180	680
R-033-07	91,4	<2,5	<5	22	110	560	510	1200
R-034-07	86,9	<2,5	7	22	35	94	31	180
R-035-07	86	<2,5	11	15	26	73	40	170
R-038-07	91,3	<2,5	140	400	240	120	<25	1300
R-039-07	84,2	<2,5	<5	<5	18	67	49	140
R-040-07	80,7	<2,5	<5	<5	12	42	<25	55
R-041-07	84,8	<2,5	<5	<5	<10	48	38	99
R-042-07	92,4	<2,5	<5	5,2	41	210	97	350
R-043-07	92,9	<2,5	<5	<5	18	62	51	130
R-044-07	86,3	<2,5	<5	7,3	18	33	<25	59
R-046-07	84,3	<2,5	<10	29	120	130	<25	280
R-047-07	86,5	<2,5	<10	23	83	110	40	260
R-051-07	86,8	<2,5	<5	<5	10	46	<25	57
R-052-07	90,6	<2,5	<5	15	27	57	<25	99
R-053-07	91,1	<2,5	<5	<5	12	53	<25	66
R-056-07	89	7,4	300	473	272	46	<25	1100
R-064-07	94,4	<2,5	31	160	170	72	<25	430
R-065-07	98,8	<2,5	<10	<10	20	62	<25	82
R-068-07	88,8	<2,5	<10	<10	26	110	96	240
R-071-07	87,9	<2,5	<10	35	48	78	27	190
R-073-07	89,5	<2,5	<10	10	61	230	150	440
R-075-07	88,1	<2,5	<10	<10	48	100	37	190
R-077-07	86,7	<2,5	<10	<10	27	120	110	260
R-080-07	89,3	<2,5	69	250	180	28	26	560

PAH	Naphthalen	Acenaphthylen	Acenaphthen	Fluoren	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthen	Pyren	Benz(a)anthracen	Chrysen/Triphenylen	Benz(b+j+k)fluoranthen	Benzo(a)pyren	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Dibenzo(a,h)anthracen	Benzo(g,h,i)perylen
DHI prøve ID	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
R-031-07	0,3	0,84	0,19	0,69	7,2	3,2	17	15	5,4	5,8	11	6,5	4,2	0,81	5,6
R-033-07	0,1	0,4	<0,0050	<0,0050	0,11	0,26	0,41	0,68	0,38	<0,0050	1,1	0,71	0,5	0,12	<0,0050
R-034-07	0,18	0,25	0,27	0,31	1,1	0,46	2,1	1,8	0,72	0,75	1,4	0,83	0,45	0,11	<0,0050
R-035-07	1,8	0,22	0,1	0,092	0,53	0,16	1,2	1,1	0,46	0,49	1,1	0,65	0,4	0,091	<0,0050
R-038-07	0,023	0,19	<0,0050	0,096	0,31	0,38	2,3	2,2	1,3	1,4	2,2	1,2	0,52	0,19	<0,0050
R-039-07	0,077	0,56	0,37	0,37	7,8	2,3	13	11	5	5,3	8,3	4,6	2,6	0,62	<0,0050
R-040-07	0,046	0,38	0,023	0,086	1,6	0,62	5,1	4,8	1,9	2,1	3,8	2,2	1,3	0,26	<0,0050
R-041-07	0,012	0,16	0,014	0,021	0,25	0,17	0,92	0,83	0,48	0,51	1,1	0,6	0,43	0,094	<0,0050
R-042-07	0,064	0,41	0,046	0,063	0,29	0,42	1,7	1,8	1,2	1,3	3,5	2	1,4	0,3	<0,0050
R-043-07	0,085	0,21	0,21	0,17	2	0,63	2,6	2,3	1,4	1,2	1,8	1,1	0,55	0,15	0,68
R-044-07	0,036	0,22	0,032	0,048	0,71	0,25	2,1	2,1	1,2	1,2	2,4	1,6	0,96	0,23	1,2
R-046-07	0,11	0,22	0,065	0,11	1,1	0,32	2,2	2,1	1,1	1,1	2,4	1,4	0,85	0,23	1,1
R-047-07	0,31	0,15	0,12	0,15	1,2	0,3	1,7	1,6	0,86	0,85	1,7	1	0,58	0,17	0,71
R-051-07	0,015	0,075	<0,0050	<0,0050	0,083	0,19	0,45	0,49	0,21	0,29	0,53	0,19	0,11	0,034	0,13
R-052-07	0,01	0,13	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,28	0,27	0,3	0,18	0,24	0,54	0,22	0,16	0,039	0,2
R-053-07	0,018	0,1	0,022	0,028	0,24	0,25	0,92	0,88	0,52	0,65	1,1	0,44	0,27	0,081	0,31
R-056-07	0,29	<0,0050	0,14	0,33	0,73	<0,0050	0,041	0,17	0,031	0,033	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
R-064-07	<0,0050	0,0055	<0,0050	0,018	0,04	<0,0050	0,025	0,024	0,016	0,014	0,027	0,015	0,014	<0,0050	0,021
R-065-07	0,0093	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,0058	<0,0050	0,0074	0,009	0,016	0,016	0,011	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
R-068-07	0,0057	0,046	<0,0050	0,0084	0,099	0,054	0,35	0,35	0,21	0,21	0,38	0,25	0,16	0,037	0,2
R-071-07	0,024	0,17	0,014	0,037	0,48	0,18	1,7	1,7	0,87	0,83	1,7	1	0,69	0,16	0,86
R-073-07	0,067	0,26	<0,0050	0,055	0,48	0,22	1,6	2,5	1,5	2,1	3,6	3,6	1,7	0,47	3,1
R-075-07	0,097	1	0,036	0,18	3,9	1,1	12	12	6,5	6,1	11	6,8	4,5	1	5,2
R-077-07	0,11	0,39	0,15	0,18	2,3	0,73	6,4	6,1	3,2	2,7	4,9	3,2	1,9	0,38	2,3
R-080-07	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,017	0,0051	0,021	0,044	0,012	0,017	0,032	0,016	0,014	<0,0050	0,018



NSO	Thiophen	Benzofuran	2-methylbenzofuran	Benzothiophen	Quinolin	Dibenzofuran	Dibenzothiophen	Acridin	Carbazol	Pyrrrol	1-Methylpyrrrol	4-Methylquinolin	1,3,5-Trimethylbenzen	Anilin	4-Methylanilin	Pyridin	4-Methylpyridin	2-Methylthiophen	Dimethyldisulfid	
DHI prøve ID	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	
R-031-07	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	
R-033-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	<0,010	0,011	0,013	0,02	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-034-07	<0,010	<0,010	<0,010	0,017	<0,02	0,14	0,077	0,032	0,07	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-035-07	<0,010	<0,010	<0,010	0,064	<0,02	0,16	0,12	0,039	0,16	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-038-07	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
R-039-07	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
R-040-07	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
R-041-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	0,064	0,080	0,038	0,12	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-042-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	0,042	0,080	0,065	0,07	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-043-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	0,23	0,20	0,036	0,24	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-044-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	0,14	0,12	0,030	0,17	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-046-07	<0,010	<0,010	<0,010	0,012	<0,02	0,11	0,095	<0,05	0,12	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-047-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	0,093	0,072	<0,05	0,10	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-051-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-052-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	<0,010	<0,010	<0,02	0,04	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	
R-053-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	0,026	0,020	<0,02	0,08	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010	

NSO	Thiophen	Benzofuran	2-methylbenzofuran	Benzothiophen	Quinolin	Dibenzofuran	Dibenzothiophen	Acridin	Carbazol	Pyrrrol	1-Methylpyrrrol	4-Methylquinolin	1,3,5-Trimethylbenzen	Anilin	4-Methylanilin	Pyridin	4-Methylpyridin	2-Methylthiophen	Dimethyldisulfid
DHI prøve ID	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
																		0	
R-056-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,04	<0,05	<0,04	<0,02	<0,3	<0,03	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010
R-064-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010
R-065-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010
R-068-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010
R-071-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	0,087	0,049	<0,02	0,05	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010
R-073-07	<0,010	0,021	<0,010	0,033	<0,02	0,13	0,16	<0,03	0,17	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	0,013	<0,010
R-075-07	<0,010	<0,010	<0,010	0,019	<0,02	0,31	0,29	<0,1	0,39	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010
R-077-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	0,059	0,063	<0,05	0,12	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010
R-080-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,02	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,02	i.a.	i.a.	<0,010	<0,010

i.a. = ikke analyseret.

# Resultater af analyser af eluater fra udvaskningstest

Analyser af eluater fra udvaskningstest for kulbrinter, PAH og NSO er gennemført af Eurofins.



Kulbrinter	L/S-forhold	pH	Lednings-evne	Turbiditet	DOC	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	> C <sub>10</sub> -C <sub>15</sub>	> C <sub>15</sub> -C <sub>20</sub>	> C <sub>20</sub> -C <sub>25</sub>	> C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	> C <sub>35</sub> -C <sub>40</sub>	SumC <sub>6</sub> -C <sub>40</sub> <sup>4</sup>
DHI prøve ID	L/kg		mS/m	NTU	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R-031-07	0,79	7,6	280	2,45	8,1	14	2,6	< 8	< 10	< 10	< 10	14
R-033-07 A	0,87	7,44	236	0,86	i.a.	2,4	< 8	13	35	15	< 10	62
R-033-07 B	0,85	7,51	234	6,38	17,5	3,5	< 8	16	40	19	< 10	74
R-034-07	1	7,65	316	3,66	16,9	< 2	23	48	24	< 10	< 10	99
R-035-07	0,88	7,3	239	0,28	-	2,1	50	26	14	< 10	< 10	92
R-038-07	0,82	7,44	232	11,9	42,5	1100	360	560	160	< 10	< 10	2180
R-039-07	1,29	7,16	230	2,05	51,6	16	13	< 8	< 10	< 10	< 10	29
R-040-07	1,47	7,06	219	1,41	56,4	4	6,6	8	< 10	< 10	< 10	12
R-041-07	1,18	7,67	206	6,69	17,4	< 2	< 2	< 8	< 10	< 10	< 10	< 19 <sup>1</sup>
R-042-07	1	7,83	245	0,65	i.a.	< 2	17	12	21	23	< 10	74
R-043-07	0,99	7,83	338	0,28	i.a.	< 2	< 2	< 8	< 10	< 10	< 10	< 19 <sup>1</sup>
R-044-07	1,12	7,64	570	1,03	25,7	3,6	< 8	10	8,8	< 10	< 10	19
R-046-07	1,08	7,42	296	9,5	38,8	3,8	20	25	31	< 10	< 10	76
R-047-07	0,95	7,56	344	4	56	4,3	16	28	33	10	< 10	79
R-051-07	1,09	6,16	180,4	13,3	9,3	< 2	3,1	< 8	< 8	< 10	< 10	3,1
R-052-07 A	1,01	7,2	242	0,4	12,7	< 2	< 2	< 8	< 8	< 10	< 10	< 19 <sup>1</sup>
R-052-07 B	1,03	7,11	247	16,5	13,2	7,3	5,5	30	27	11	< 10	81
R-053-07	0,77	7,47	193	1,15	9,5	< 2	2,8	< 8	< 8	< 10	< 10	2,8
R-056-07	0,91	7,92	176	0,2	5,9	89	1300	280	46	< 10	< 10	1700
R-064-07	1,03	6,88	189	2,06	i.a.	< 2	26	330	440	100	< 10	900
R-065-07	1,05	6,68	196	1,86	i.a.	4,1	8,4	17	24	< 10	< 10	54
R-068-07	0,8	7,61	216	0,51	i.a.	< 2	< 8	< 8	< 8	< 10	< 10	< 19 <sup>1</sup>
R-071-07	1,09	8,98	283	1,86	i.a.	< 2	< 8	32	100	< 10	< 10	132
R-073-07	0,76	8,9	242	1,18	i.a.	< 2	< 8	< 8	17	< 10	< 10	17
R-075-07	1,08	8,83	218	1,53	i.a.	< 2	< 2	< 8	< 8	< 10	< 10	< 19 <sup>1</sup>
R-077-07	0,78	7,74	205	3,4	i.a.	< 2	< 2	< 8	< 8	< 10	< 10	< 19 <sup>1</sup>
R-080-07	0,77	7,4	196	2,46	i.a.	6,4	57	260	140	< 10	< 10	463

i.a. = ikke analyseret.

<sup>1</sup> Detektionsgrænsen for SumC<sub>6</sub>-C<sub>40</sub> er beregnet på baggrund af fraktionernes detektionsgrænse ( $\sqrt{(2^2+2^2+8^2+10^2+10^2+10^2)}$ ).

PAH	Naphthalen	Acenaphthylen	Acenaphthen	Fluoren	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthen	Pyren	Benz(a)anthracen	Chrysen/Triphenylen	Benz(b+j+k)fluoranthen	Benzo(a)pyren	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Dibenzo(a,h)anthracen	Benzo(g,h,i)perylen
DHI prøve ID	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R-031-07	0,047	0,023	0,011	0,012	0,041	0,043	0,045	0,058	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-033-07 A	< 0,01	0,042	< 0,01	< 0,01	0,011	0,064	0,017	0,066	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-033-07 B	< 0,01	0,06	< 0,01	< 0,01	0,011	0,087	0,013	0,048	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-034-07	1,5	0,36	1,8	0,98	0,79	0,34	0,71	0,59	0,053	0,056	0,077	0,053	0,02	< 0,01	0,019
R-035-07	17	0,24	1,9	0,96	1,3	0,16	0,42	0,36	0,013	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-038-07	0,02	< 0,01	< 0,02	0,066	0,15	0,18	0,47	0,49	0,088	0,064	0,018	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-039-07	0,062	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,022	0,12	0,017	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-040-07	0,015	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,017	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-041-07	0,034	< 0,01	0,013	0,011	0,03	0,031	0,036	0,028	< 0,01	0,012	0,025	0,011	0,014	< 0,01	0,016
R-042-07	0,031	< 0,01	0,028	0,016	0,037	0,067	0,043	0,035	0,01	0,011	0,021	0,01	0,012	< 0,01	0,014
R-043-07	0,061	< 0,01	0,029	0,022	0,062	0,019	0,031	0,023	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-044-07	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,023	0,025	0,015	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-046-07	0,16	0,013	0,16	0,09	0,3	0,059	0,18	0,14	0,023	0,025	0,041	0,021	0,015	< 0,01	0,023
R-047-07	1	0,031	0,27	0,15	0,44	0,083	0,18	0,14	< 0,01	0,012	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-051-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,66	0,016	0,015	< 0,01	< 0,01	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-052-07 A	< 0,01	0,016	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,84	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,014	< 0,01
R-052-07 B	< 0,01	0,036	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,74	0,03	0,032	0,015	0,025	0,057	0,016	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-053-07	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,45	0,019	0,015	< 0,01	< 0,01	0,014	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-056-07	5,8	0,23	3,4	5,8	5,8	0,071	0,094	0,35	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-064-07	0,052	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,014	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-065-07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
R-068-07	0,055	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,021	< 0,01	0,021	0,021	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R-071-07	0,076	< 0,01	0,05	< 0,01	0,011	< 0,01	0,026	0,041	0,011	0,012	0,022	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,011
R-073-07	0,051	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,016	0,035	0,054	0,019	0,045	0,092	0,085	0,045	0,012	0,11
R-075-07	<0,010	0,024	<0,010	<0,010	0,046	0,026	0,3	0,32	0,15	0,16	0,31	0,17	0,12	0,027	0,15
R-077-07	0,045	<0,010	0,012	<0,010	0,034	0,027	0,02	0,016	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
R-080-07	0,019	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,040	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

NSO	Thiophen	Benzofuran	2-methylbenzofuran	Benzothiophen	Quinolin	Dibenzofuran	Dibenzothiophen	Acridin	Carbazol	Pyrrrol	1-Methylpyrrrol	4-Methylquinolin	1,3,5-Trimethylbenzen	Anilin	4-Methylanilin	2-Methylthiophen	Dimetyldisulfid
DHI prøve ID	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R-031-07	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
R-033-07 A	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,05	< 0,02	< 0,01	0,081
R-033-07 B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	0,057	< 0,02	< 0,01	0,37
R-034-07	< 0,04	0,038	0,034	0,29	0,033	0,8	0,15	0,48	0,3	< 0,1	< 0,1	0,03	i.a.	0,2	< 0,02	< 0,02	0,041
R-035-07	< 0,01	0,12	0,094	4,3	0,073	0,93	0,1	< 0,05	1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	0,095	< 0,01	< 0,01	0,035
R-038-07	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
R-039-07	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
R-040-07	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
R-041-07	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	0,05	0,01	0,1	< 0,04
R-042-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,015	< 0,01	0,015	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,3	< 0,01	< 0,01	0,036
R-043-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,014	< 0,01	0,022	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,2	< 0,01	< 0,01	0,37
R-044-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,03
R-046-07	< 0,05	< 0,01	< 0,01	0,023	< 0,02	0,054	0,024	< 0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	0,058	< 0,2	< 0,02	< 0,05
R-047-07	< 0,03	< 0,01	< 0,01	0,062	< 0,03	0,093	0,035	< 0,05	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	0,065	< 0,1	< 0,02	0,062
R-051-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,02
R-052-07 A	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,02
R-052-07 B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,02
R-053-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,02
R-056-07	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,3	< 0,05	0,98	< 0,01	< 0,4	< 0,05	< 0,1	< 0,1	< 1	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,02
R-064-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,06	< 0,1	< 0,1	< 0,02	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,02
R-065-07	< 0,02	< 0,010	< 0,010	< 0,02	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,03	< 0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,02	i.a.	0,37	0,07	< 0,010	0,02
R-068-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	2,6
R-071-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	0,067
R-073-07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,01	i.a.	< 0,05	< 0,01	< 0,01	0,31
R-075-07	< 0,02	< 0,010	< 0,010	< 0,02	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,010	i.a.	< 0,050	< 0,01	< 0,010	< 0,020
R-077-07	< 0,03	< 0,010	< 0,010	< 0,04	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,010	i.a.	< 0,050	< 0,01	< 0,010	0,031
R-080-07	< 0,02	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,06	< 0,05	< 0,10	< 0,10	< 0,03	i.a.	0,2	< 0,01	< 0,010	0,14

i.a. = ikke analyseret.





## Prøver brugt til udvaskningstest

Oversigt over prøver, som blev brugt til udvaskningstest i projektet ”Testning af forurenede jord for udvaskning af olie og PAH”.



DHI registrerings- nummer	Jordtype		Tørstof
	Beskrivelse	Type	TS %
R-031-07	Grus med sten	Grus	93,2
R-033-07	Grus med sten og lidt ler	Grus	91,4
R-034-07	Ler	Ler	86,9
R-035-07	Ler	Ler	86
R-038-07	Grus med ler	Grus	91,3
R-039-07	Muldjord med sten	Muld	84,2
R-040-07	Muldjord med sten	Muld	80,7
R-041-07	Ler med sten	Ler	84,8
R-042-07	Grus med sten og lidt ler	Grus	92,4
R-043-07	Sand med grus	Sand	92,9
R-044-07	Grus med muld	Grus	86,3
R-046-07	Fyldjord med muld og ler	Muld	84,3
R-047-07	Fyldjord med muld og ler	Muld	86,5
R-051-07	Muld med sten og ler	Muld	86,8
R-052-07	Muld med sand og ler	Muld	90,6
R-053-07	Muld med sand	Muld	91,1
R-056-07	Ler med sand	Ler	89
R-064-07	Sand	Sand	94,4
R-065-07	Sand	Sand	98,8
R-068-07	Grus med ler/ silt, lidt muld	Grus	88,8
R-071-07	Fyldjord med sten og grus, lidt muld	Grus	87,9
R-073-07	Fyldjord med sten og grus	Grus	89,5
R-075-07	Fyldjord med grus og sand, lidt ler, muld og slagge rester	Grus	88,1
R-077-07	Muld med sand og ler	Muld	86,7
R-080-07	Grus med sand og sten	Grus	89,3



## Analyseresultater for uforurenede og diffust forurenede prøver

Samlede resultater fra metodeudviklingsprojektet og resultater af supplerende GC-MS analyser for petrogene kulbrinter udført af AnalyCen.

Fremgangsmåde for analyse og sikring af prøveintegritet ved analyse 2005/6 af ekstrakter fremstillet i 2002.

Der er anført flere betydende cifre, end analysemetodernes usikkerhed betinger.



# 1 Fremgangsmåde

Der er i oktober 2002 indsamlet jordprøver fra 9 lokaliteter i samarbejde, se /1/. Der er i 2002 udført GC-FID-analyse for sum og fraktioner af kulbrinter efter AnalyCen metoden og GC-MS-SCAN analyse for biogene kulbrinter. Efterfølgende er der i 2005/2006 udført GC-MS-SIM analyser for petrogene kulbrinter af en række af de nedfrosne ekstrakter fra 2002. Til disse analyser er der anvendt samme metode som i 2002 GC-FID-analyse.

Resultaterne er vist samlet i de efterfølgende tabeller.

## 2 Sikring af prøveintegritet

Ved vurderingen af ekstrakternes holdbarhed ses der på niveauerne for de to interne standarder o-terphenyl og squalan. Hvis der er sket en fordampning af ekstrakternes indhold under opbevaringen i fryseren vil der forventes et forøget respons fra de interne standarder, idet det forventes at være opløsningsmidlet, som fordamper under opbevaringen.

Erfaringen viser, at det er o-terphenyl og squalan, som er de mest stabile stoffer, når det gælder selve tilsætningen af intern standard. For at udelukke, at den individuelle tilsætning af intern standard får betydning for vurderingen af ekstrakternes holdbarhed, ses der på forholdet mellem o-terphenyl og squalan i vurderingen af ekstrakternes holdbarhed.

Kogepunkt og damptryk af de to forbindelser er nogenlunde ens (330-350°C, 0,00025-0,00028 mm Hg), men de to stoffer har forskellig retentionstid i GC-FID (16 og 21 minutter i det her benyttede system) og forskellig polaritet som udtrykt ved deres  $\log K_{ow}$  værdier (5,5 og 15): Det forudsættes derfor, at de to stoffer ville fordampe i forskellig grad fra ekstrakterne, hvis der var væsentlig fordampning.

Der er beregnet forholdet mellem o-terphenyl og squalan i de gamle kørsler og et forhold mellem o-terphenyl og squalan i de nye kørsler. Disse to datasæt er sammenlignet med en parret t-test.

Det antages, at det sande gennemsnit af forskellen,  $\Delta$ , mellem de to kørsler er lig med nul, hvilket giver følgende nulhypotese:

$$H: \Delta = 0$$

Den alternative hypotese er at forskellen mellem de nye og de gamle kørsler ikke er lig med nul:

$$H: \Delta \neq 0$$

Testen udføres som en sammenligning af forskellen  $\Delta$  med værdien 0 efter /2/ ved sammenligning af en teststørrelse med en t-værdi:

$$\frac{\Delta \times \sqrt{n}}{s} > t_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

hvor  $n$  er antallet af målinger (93),  $s$  er den beregnede standardafvigelse og  $t$  er Student's t-faktor for konfidens  $\alpha$  (5%). I Tabel 1 er datasættet opstillet med forholdet mellem o-terphenyl og squalan i hhv. de gamle og de nye kørsler samt forskellen mellem disse.



Tabel 1  
 Datasæt til parret t-test.

	Gamle kørsler	Nye kørsler	Forskel mellem ny og gammel kørsel
	O-terphenyl/Squalan	O-terphenyl/Squalan	O-terphenyl/Squalan
A1.D	0,77	1,09	-0,31
A2.D	1,06	1,17	-0,11
A3.D	1,12	1,19	-0,07
A4.D	1,04	1,20	-0,15
A5.D	1,00	1,12	-0,11
A6.D	0,98	1,09	-0,10
A7.D	1,02	1,09	-0,07
A8.D	0,96	1,12	-0,16
A14.D	1,19	1,48	-0,30
A15.D	1,16	1,38	-0,22
A16.D	1,17	1,38	-0,21
A17.D	1,17	1,44	-0,27
A18.D	1,29	1,40	-0,11
A19.D	1,16	1,31	-0,15
A20.D	1,15	1,32	-0,17
B2.D	0,32	0,67	-0,34
B3.D	1,00	0,69	0,31
B4.D	1,05	0,68	0,37
B5.D	1,20	1,31	-0,11
B6.D	1,22	1,30	-0,08
B9.D	1,24	1,25	-0,02
B10.D	1,12	1,37	-0,26
B11.D	1,10	1,47	-0,36
B13.D	1,09	1,46	-0,36
B14.D	1,05	1,44	-0,39
B15.D	1,02	1,31	-0,29
B16.D	1,04	1,34	-0,30
B17.D	0,22	0,68	-0,46
C1.D	1,73	0,87	0,86
C3.D	1,21	1,18	0,03
C5.D	1,18	0,88	0,29
C6.D	1,29	0,86	0,43
C9.D	1,17	1,10	0,07
C13.D	1,17	0,91	0,26
C14.D	1,14	0,95	0,19
C15.D	1,06	0,88	0,18
C17.D	1,17	0,94	0,23
C18.D	1,14	0,84	0,30
C19.D	1,11	0,88	0,23
D1.D	0,32	0,69	-0,36
D3.D	1,05	0,82	0,23
D4.D	1,00	0,82	0,18
D5.D	1,14	0,93	0,21
D6.D	1,10	0,92	0,18
D7.D	1,15	0,86	0,30
D8.D	1,08	0,85	0,22

	Gamle kørsler	Nye kørsler	Forskel mellem ny og gammel kørsel
	O-terphenyl/Squalan	O-terphenyl/Squalan	O-terphenyl/Squalan
D9.D	1,04	0,83	0,21
D10.D	1,04	0,88	0,16
D11.D	1,05	0,85	0,21
D13.D	1,14	1,18	-0,04
D14.D	0,32	0,67	-0,36
D17.D	0,24	0,65	-0,42
D18.D	0,43	0,65	-0,22
D19.D	0,34	0,66	-0,32
F2.D	0,21	0,65	-0,43
F3.D	1,36	1,30	0,06
F4.D	1,38	1,46	-0,08
F5.D	0,58	0,74	-0,16
F6.D	0,27	0,81	-0,54
F7.D	1,10	0,76	0,34
F8.D	1,08	0,74	0,34
F9.D	0,52	0,73	-0,21
F11.D	1,18	0,76	0,42
F12.D	1,10	0,74	0,36
F13.D	1,24	1,32	-0,08
F14.D	1,20	1,37	-0,17
F15.D	1,21	1,28	-0,07
F16.D	1,23	1,29	-0,06
F17.D	1,24	1,30	-0,05
F18.D	1,25	1,25	0,00
F19.D	1,16	1,17	-0,01
G3.D	1,10	0,92	0,17
G4.D	1,11	0,90	0,21
G7.D	1,15	0,90	0,24
G9.D	1,19	0,95	0,25
G10.D	1,17	0,90	0,27
G15.D	1,10	0,88	0,22
G16.D	1,15	0,92	0,23
G17.D	1,15	0,93	0,21
G18.D	1,03	0,88	0,14
H1.D	0,98	1,36	-0,38
H2.D	1,07	1,35	-0,28
H4.D	1,04	1,36	-0,32
H5.D	1,09	1,35	-0,26
H6.D	1,11	1,35	-0,25
H7.D	1,28	1,41	-0,13
H8.D	1,21	1,32	-0,11
H11.D	1,29	1,34	-0,05
H12.D	1,30	1,43	-0,12
H13.D	1,27	1,32	-0,06
H14.D	1,22	1,24	-0,01
H15.D	1,16	1,30	-0,14
H16.D	1,24	1,23	0,01
H17.D	1,19	1,35	-0,16
H18.D	1,27	1,66	-0,39

	Gamle kørsler	Nye kørsler	Forskel mellem ny og gammel kørsel
	O-terphenyl/Squalan	O-terphenyl/Squalan	O-terphenyl/Squalan
H19.D	1,26	1,40	-0,14
H20.D	1,23	1,41	-0,18
<b>Værdier til parret t-test</b>			
Middel (forskel)			-0,018
Spredning (forskel)			0,25
Antal kørsler			93
Antal frihedsgrader			92
Teststørrelse			0,66

Den beregnede test størrelse er altså 0,66. Denne værdi sammenlignes med tabelværdien for t ved 5% signifikansniveau og 92 frihedsgrader. Denne værdi er 1,98. Da  $t_{\text{beregnet}} \leq t_{\text{tabel}}$  accepteres nulhypotesen. Dette betyder, at der er mere end 5% sandsynlighed for, at den målte forskel skyldes tilfældige variationer.

Ud fra denne test og ved gennemgang af kromatogrammer fra kørslerne i 2002 og 2006 vurderes det, at en eventuel fordampning under opbevaringen i fryser ikke har været betydende. Dette understøttes af, at den gennemsnitlige forskel på forholdene er -0,018, mens selve værdierne er af størrelsesorden 1. Sagt på en anden måde, så varierer forskellene tilfældigt.

## 3 Referencer

1. Halling, K., Nielsen, K. B., Madsen, J., Hessellund, L., Klausen, H. S., Weibel, N., Andersen, J., Knudsen, K., and Wendelbo, T. Vurdering af metoder til analyse af olie i jord. 905. 2004. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt.
2. ISO. ISO 2854. 2007.

GC-MS resultater samt tørstof og glødetab for lokalitet H1;Agerland, sand.

Glas		A19	A20	A15	A16	A14	A17	A18
Dybde Boreprofil	[cm]	0 – 10	0 – 10	10 – 20	10 – 20	20 – 30	20 – 30	30 – 40
Tørstof	[%]	88	88	87,9	87,9	87,4	87,4	94,7
Glødetab	[%]	2,2	2,2	2,27	2,27	2,62	2,62	0,43
Gamle data								
<b>Total kulbrinter (GC-FID)</b>	[mg/kg TS]	100	100	103	109	88	100	9
C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub>	[mg/kg TS]	2	3	3	3	3	3	3
>C <sub>10</sub> – C <sub>25</sub>	[mg/kg TS]	12	9	12	13	10	13	2
>C <sub>25</sub> – C <sub>35</sub>	[mg/kg TS]	51	50	49	59	46	52	2
>C <sub>35</sub> – C <sub>40</sub>	[mg/kg TS]	35	38	39	33	29	33	2
<b>Total kulbrinter (GC-MS-scan)</b>	[mg/kg TS]	73,9	67,4	67,2	91,9	62,8	73,7	8,2
Phytosteroler	[total, %]	6	4,7	6,8	3,9	5,5	5,9	< DL
Stigmasterol	[%]	1,1	0,9	1,1	1	1,1	1,2	< DL
Sitosterol	[%]	2,2	2,2	2,4	1,6	2,5	2,4	< DL
Sitosteron	[%]	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	< DL
Ulige	[%]	7,1	5,7	6,9	8,8	4,9	7,5	< DL
”Syreer”	[%]	1,9	< DL	1,4	1	1,8	1,9	< DL
Ny data								
<b>Naphthalener</b>								
Naphtalen	[mg/kg TS]	0,008	0,010	0,004	0,005	0,010	0,005	< DL
Methylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Trimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Naphthalener sum	[mg/kg TS]	0,008	0,010	0,004	0,005	0,010	0,005	< DL
<b>Phenanthrener</b>								
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,059	0,006	0,006	0,007	0,005	0,005	< DL
Methylphenanthrener	[mg/kg TS]	0,033	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Trimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Phenanthrener sum	[mg/kg TS]	0,092	0,006	0,006	0,007	0,005	0,005	< DL
<b>Hopaner</b>								
27Ts	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
27Tm	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
29ab	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,006	0,000
30ab	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
31abS	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
31abR	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
<b>Isoprenoidforhold</b>								
Norpristan	[mg/kg TS]	0,003	0,006	0,001	0,001	0,000	0,001	< DL

Glas		A19	A20	A15	A16	A14	A17	A18
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 40
n-Alkan C <sub>17</sub>	[mg/kg TS]	0,037	0,042	0,034	0,036	0,026	0,033	< DL
Pristan	[mg/kg TS]	0,005	0,006	0,004	0,005	0,005	0,007	< DL
n-Alkan C <sub>18</sub>	[mg/kg TS]	0,011	0,010	0,014	0,013	0,008	0,010	< DL
Phytan	[mg/kg TS]	0,002	0,002	0,003	0,005	0,004	36,895	< DL
n-Alkan C <sub>17</sub> /Pristan		7,529	6,809	8,765	7,142	5,418	4,895	-
n-Alkan C <sub>18</sub> /Phytan		4,908	5,490	4,487	2,358	2,097	-	-
Pristan/Phytan		2,195	3,262	1,278	0,942	1,352	-	-
<b>CPI-index</b>								
CPI(15 - 21)		1,618	1,284	1,353	1,505	1,640	1,494	1,302
CPI(25 - 33)		8,331	8,565	11,213	12,643	9,898	8,774	7,062
<b>Naturlige kulbrinter</b>								
Ulige n-Alkaner C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub>	[mg/kg TS]	6,587	4,017	4,562	10,584	3,469	6,323	0,305

GC-MS resultater samt tørstof og glødetab for lokalitet H2:Agerland, Ier.

Glas		H4	H1	H9	H2	H5	H6	B13	B15	B14	B16
Dybde Boreprofil	[cm]	0 – 10	0 – 10	10 – 20	20 – 25	20 – 25	25 – 35	0 – 2	2 – 6	6 – 8	8 – 10
Tørstof	[%]	79,5	79,5	83,5	85,9	85,9	87,8	78,1	79,1	79,1	81,5
Glødetab	[%]	3,6	3,6	3,27	3,36	3,36	1,9	3,92	4,06	3,83	5,17
Gamle data											
<b>Total kulbrinter (GC-FID)</b>	[mg/kg TS]	92	125	38	35	27	10	475	452	413	255
C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub>	[mg/kg TS]	2	2	1	2	2	3	9	8	8	7
>C <sub>10</sub> – C <sub>25</sub>	[mg/kg TS]	17	25	9	8	6	3	68	74	65	38
>C <sub>25</sub> – C <sub>35</sub>	[mg/kg TS]	53	67	28	24	19	5	233	229	200	124
>C <sub>35</sub> – C <sub>40</sub>	[mg/kg TS]	21	32		1			166	142	140	86
<b>Total kulbrinter (GC-MS-scan)</b>	[mg/kg TS]	58,1	70,2	43,1	26,5	22,2	Udgår	76,3	86,6	78,3	47,6
Phytosteroler	[total %]	2,2	5,2	2	3,4	2,1		4,9	6,1	5,1	5,8
Campesterol	[%]	0,7	0,7	0,5	0,5	0,4		0,6	0,6	0,6	0,6
Sitosterol	[%]	2,2	2,9	1,1	1,6	1,1		2	2,7	0,7	0,7
Sitosteron	[%]	< DL	0,5	0,4	0,5	0,3		0,6	0,9	0,7	0,7
Ulige	[%]	8,9	10,2	12,7	7	6,7		5	8	7,4	9
"Syrer"	[%]	0,5	1,3	0,4	0,4	0		1,1	1,4	1	0,6
Nye data											
<b>Naphthalener</b>											
Naphtalen	[mg/kg TS]	0,020	0,020		0,027	0,013	0,013	0,041	0,011	0,028	0,012
Methylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	0,002	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Trimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Naphthalener sum	[mg/kg TS]	0,020	0,020		0,027	0,016	0,013	0,041	0,011	0,028	0,012
<b>Phenanthrener</b>											
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,004	0,006		0,004	0,003	0,001	0,005	0,005	0,006	0,005
Methylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Trimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Phenanthrener sum	[mg/kg TS]	0,004	0,006		0,004	0,003	0,001	0,005	0,005	0,006	0,005
<b>Hopaner</b>											
27Ts	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
27Tm	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
29ab	[mg/kg TS]	< DL	0,015		< DL	< DL	< DL	< DL	0,016	0,014	0,015
30ab	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	0,034	0,040	< DL	< DL
31abS	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
31abR	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
<b>Isoprenoidforhold</b>											
Norpristan	[mg/kg TS]	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	0,004	< DL	< DL	< DL

Glas		H4	H1	H9	H2	H5	H6	B13	B15	B14	B16
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	20 - 25	20 - 25	25 - 35	0 - 2	2 - 6	6 - 8	8 - 10
n-Alkan C <sub>17</sub>	[mg/kg TS]	0,034	< DL		0,020	< DL	0,010	0,059	0,116	0,067	0,057
Pristan	[mg/kg TS]	0,006	< DL		0,007	< DL	0,003	0,010	0,014	0,018	0,008
n-Alkan C <sub>18</sub>	[mg/kg TS]	0,010	0,014		0,010	< DL	< DL	0,018	0,014	0,010	0,010
Phytan	[mg/kg TS]	0,002	0,007		0,006	< DL	< DL	0,006	0,014	0,003	0,010
n-Alkan C <sub>17</sub> /Pristan		5,211	-		2,679	-	3,252	5,844	8,185	3,836	7,202
n-Alkan C <sub>18</sub> /Phytan		5,187	1,981		1,620	-	-	3,259	1,056	3,118	0,973
Pristan/Phytan		3,226	-		1,206	-	-	1,807	1,032	5,368	0,777
<b>CPI-index</b>											
CPI(15 - 21)		1,039	1,647		0,979	1,402	1,429	1,691	2,079	1,995	1,609
CPI(25 - 33)		12,848	13,847		14,360	11,882	16,556	16,370	9,904	14,090	12,413
<b>Naturlige kulbrinter</b>											
Ulige n-Alkaner C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub>	[mg/kg TS]	10,809	12,447		5,862	3,976	1,553	10,591	12,389	11,038	8,390



GC-MS resultater samt tørstof og glødetab for lokalitet H3;Ferskvandseng.

Glas		H19	H20	H16	H17	H14	H15	H11	H8	H18	H13	H7	H12	B8	B6	B5	B9
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 35	30 - 35	35 - 45	35 - 45	45 - 60	45 - 60	Vegetation > 0 cm	0 - 5	5 - 8	8 - 10
Tørstof	[%]	32,2	32,2	48,4	48,4	52,8	52,8	70,1	70,1	77,5	77,5	73,5	73,5	19,3	24,6	28,7	30,3
Glødetab	[%]	22,3	22,3	17,26	17,26	14,21	14,21	5,68	5,68	3,02	3,02	4,84	4,84	90,98	31,31	25,18	23,73
Gamle data																	
<b>Total kulbrinter (GC-FID)</b>	[mg/kg TS]	305	316	221	161	144	76	203	156	76	94	125	123	10763	392	203	405
$C_6 - C_{10}$	[mg/kg TS]	7	5	1		1	0	10	6	6	7	9	9	172	8	4	14
$>C_{10} - C_{25}$	[mg/kg TS]	99	124	47	49	35	21	23	16	10	12	16	15	1760	189	106	125
$>C_{25} - C_{35}$	[mg/kg TS]	119	121	109	66	67	30	70	52	21	27	36	33	5105	127	64	140
$>C_{35} - C_{40}$	[mg/kg TS]	81	66	63	47	41	24	101	82	40	49	64	65	3726	67	30	125
<b>Total kulbrinter (GC-MS-scan)</b>	[mg/kg TS]	258,6	312,1	216,8	174,1	141,1	84,7	56,6	40,6	1,7	3,2	2,4	2,1	6508,3	379,3	241,5	270,2
Phytosteroler	[total %]	3,4	4,6	4,3	5	5,4	4,2	4,2	5	23	14,7	16,4	23,6	17,9	3,4	1,9	4
Sitosterol	[%]	1,7	2,1	1,3	1,4	1,7	1,3	2	1,6	8	7,1	6,7	10,1	7	1,1	0,7	1,8
Ulige	[%]	3,2	3,1	3,9	1,5	4,6	2,4	12,4	12,3	17,5	13,1	12,3	17	7,1	2,1	1,5	3,1
"Syrer"	[%]	17,7	18,4	8,4	13,6	9	8,1	1,2	0,8	1,8	1,4	1,2	1,5	4,4	21,8	21,5	17,2
Nye data																	
<b>Naphthalener</b>																	
Naphtalen	[mg/kg TS]	0,048	0,045	0,016	0,072	0,012	0,033	< DL	< DL	< DL	0,009		< DL		0,097	< DL	< DL
Methylnaphthalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
Dimethylnaphthalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
Trimethylnaphthalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
Naphthalener sum	[mg/kg TS]	0,048	0,045	0,016	0,072	0,012	0,033	< DL	< DL	< DL	0,009		< DL		0,097	< DL	< DL
<b>Phenanthrener</b>																	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,017	0,008	0,014	0,019	0,013	0,007	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		0,015	0,014	0,010
Methylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
Dimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
Trimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
Phenanthrener sum	[mg/kg TS]	0,017	0,008	0,014	0,019	0,013	0,007	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		0,015	0,014	0,010
<b>Hopaner</b>																	
27Ts	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
27Tm	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
29ab	[mg/kg TS]	0,032	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,004	< DL		< DL		0,035	< DL	< DL
30ab	[mg/kg TS]	0,024	< DL	0,027	0,015	< DL	< DL	< DL	0,007	0,006	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
31abS	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL

Glas		H19	H20	H16	H17	H14	H15	H11	H8	H18	H13	H7	H12	B8	B6	B5	B9
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 35	30 - 35	35 - 45	35 - 45	45 - 60	45 - 60	Vegetation n > 0 cm	0 - 5	5 - 8	8 - 10
31abR	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL		< DL	< DL	< DL
<b>Isoprenoidforhold</b>																	
Norpristan	[mg/kg TS]	< DL	< DL	0,009	0,008	0,012	0,011	0,013	< DL	< DL	0,002		< DL		< DL	< DL	< DL
n-Alkan C <sub>17</sub>	[mg/kg TS]	0,135	0,096	0,080	0,074	0,094	0,058	0,033		0,004	0,028		0,010		0,084	0,058	0,097
Pristan	[mg/kg TS]	0,013	0,011	0,009	0,008	0,011	0,005	0,011	0,014	0,002	0,012		0,002		0,008	0,012	0,021
n-Alkan C <sub>18</sub>	[mg/kg TS]	< DL	0,033	0,053	0,035	0,030	0,010	0,018	0,013	0,003	0,004		0,001		0,047	< DL	< DL
Phytan	[mg/kg TS]	< DL	0,019	0,006	0,008	0,007	0,006	0,015	0,006	0,001	0,003		0,001		0,017	< DL	< DL
n-Alkan C <sub>17</sub> /Pristan		10,225	8,543	8,654	9,535	8,314	12,530	3,003	3,032	2,256	2,293		4,063		11,096	5,029	4,493
n-Alkan C <sub>18</sub> /Phytan		-	1,757	8,417	4,464	4,156	1,786	1,213	2,230	2,886	1,429		1,379		2,768	-	-
Pristan/Phytan		-	0,595	1,482	0,975	1,597	0,783	0,746	2,444	1,556	4,119		2,478		0,453	-	-
<b>CPI-index</b>																	
CPI(15 - 21)		1,456	2,189	1,417	1,851	2,133	2,431	1,425	1,251	1,242	1,259		1,204		2,453	1,273	0,891
CPI(25 - 33)		18,510	27,231	6,878	9,401	8,631	9,056	11,160	2,107	4,695	4,273		6,711		20,928	8,953	7,983
<b>Naturlige kulbrinter</b>																	
Ulige n-Alkaner C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub>	[mg/kg TS]	11,673	15,385	9,592	5,607	7,694	2,385	7,056	0,646	0,182	0,504		0,383		12,259	3,317	8,706

GC-MS resultater samt tørstof og glødetab for lokalitet H4:Nåleskov.

Glas		F19	F20	F16	F17	F14	F15	F13	F18	F3	F4	C9	C3	D13
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	15 - 20	15 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 40	30 - 40	100 - 110	100 - 110	4 - 6	6 - 8	8 - 10
Tørstof	[%]	79,9	79,9	86,8	86,8	87,8	87,8	88,4	88,4	94	94	82,7	85,5	86,2
Glødetab	[%]	7,2	7,2	2,51	2,51	2,33	2,33	1,73	1,73	0,27	0,27	7,27	4,51	3,75
Gamle data														
<b>Total kulbrinter (GC-FID)</b>	[mg/kg TS]	527	657	111	156	179	181	130	192	77	53	430	194	233
$C_6 - C_{10}$	[mg/kg TS]	13	9	2	5	11	10	10	18	11	8	8	2	5
$>C_{10} - C_{25}$	[mg/kg TS]	57	60	12	18	21	20	16	32	8	6	34	25	26
$>C_{25} - C_{35}$	[mg/kg TS]	185	266	55	68	68	68	45	63	18	13	209	87	102
$>C_{35} - C_{40}$	[mg/kg TS]	272	322	42	65	79	83	60	80	40	26	180	81	99
<b>Total kulbrinter (GC-MS-scan)</b>	[mg/kg TS]	432,5	505,9	118,9	120,6	89,8	87,2	41,4	Udgår	< DL	< DL	482,9	262,3	198,1
Phytosteroler	[total %]	23,5	18,2	7,7	9,3	7,8	7,5	14,6				21,6	0,205	0,182
Sitosterol	[%]	2,3	3,2	1,4	1,4	1,6	1,5	2,8				1,9	0,0108	0,009
Ulige	[%]	9	10,2	19,2	17,6	20,4	18,8	17,9				7,6	11,5	15,4
"Syre"	[%]	1,7	0,6	0,1	0,5	0,2	0,1	0,5				0	1,8	0,6
Nye data														
<b>Naphthalener</b>														
Naphtalen	[mg/kg TS]	0,019		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,019
Methylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Trimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Naphthalener sum	[mg/kg TS]	0,019		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,019
<b>Phenanthrener</b>														
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,020		< DL	0,002	0,001	< DL	0,001	< DL	< DL	< DL	0,029	0,005	0,007
Methylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Trimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Phenanthrener sum	[mg/kg TS]	0,020		< DL	0,002	0,001	< DL	0,001	< DL	< DL	< DL	0,029	0,005	0,007
<b>Hopaner</b>														
27Ts	[mg/kg TS]	0,000		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
27Tm	[mg/kg TS]	0,000		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
29ab	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
30ab	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,013	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
31abS	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
31abR	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
<b>Isoprenoidforhold</b>														
Norpristan	[mg/kg TS]	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,002	< DL	< DL	< DL	0,005	0,004
n-Alkan $C_{17}$	[mg/kg TS]	0,046		< DL	0,032	0,015	0,022	< DL	< DL	< DL	< DL	0,211	0,142	0,080

Glas		F19	F20	F16	F17	F14	F15	F13	F18	F3	F4	C9	C3	D13
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	15 - 20	15 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 40	30 - 40	100 - 110	100 - 110	4 - 6	6 - 8	8 - 10
Pristan	[mg/kg TS]	0,008		< DL	0,004	0,002	0,002	< DL	< DL	< DL	< DL	0,009	0,003	0,012
n-Alkan C <sub>18</sub>	[mg/kg TS]	0,032		0,006	< DL	< DL	0,008	0,008	0,006	< DL	< DL	0,146	0,079	0,047
Phytan	[mg/kg TS]	0,018		0,006	< DL	< DL	0,006	0,001	0,003	< DL	< DL	0,033	0,017	0,020
n-Alkan C <sub>17</sub> /Pristan		6,002		-	7,933	7,393	11,358	-	-	-	-	23,794	44,626	6,558
n-Alkan C <sub>18</sub> /Phytan		1,753		1,054	-	-	1,185	8,712	2,390	-	-	4,425	4,539	2,339
Pristan/Phytan		0,415		-	-	-	0,296	-	-	-	-	0,268	0,183	0,612
<b>CPI-index</b>														
CPI(15 - 21)		1,787		1,974	3,836	1,579	1,994	1,011	1,810	-	-	2,052	1,761	1,578
CPI(25 - 33)		16,089		19,247	18,620	23,994	14,762	18,431	15,638	6,786	-	11,854	14,065	16,142
<b>Naturlige kulbrinter</b>														
Ulige n-Alkaner C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub>	[mg/kg TS]	32,072		12,701	12,739	9,028	9,124	4,545	4,045	0,049	0,000	30,962	19,504	20,067

GC-MS resultater samt tørstof og glødetab for lokalitet H5;Tørvemose.

Glas		A7	A11	A8	A6	A1	A5	A2	A3	A4	B1	B4	D1	B3	B2
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 40	30 - 40	40 - 50	40 - 50	Vegetation > 0 cm	0 - 3	3 - 6	6 - 8	8 - 10
Tørstof	[%]	23,1	22,5	22,5	20,5	20,5	34,7	34,7	49,9	49,9	15,6	6,9	11,5	12,1	14,8
Glødetab	[%]	68	71,6	71,6	77,1	77,1	31,1	31,1	12,5	12,5	93,4	94,4	90,5	85,8	78,7
Gamle data															
<b>Total kulbrinter (GC-FID)</b>	[mg/kg TS]	2423	2991	4475	2637	3293	691	642	187	302	18345	4062	3831	2948	1986
$C_6 - C_{10}$	[mg/kg TS]	6	8	11	2	23	0	1	1	0	175	41	20	12	7
$>C_{10} - C_{25}$	[mg/kg TS]	316	374	472	281	530	70	70	21	37	3169	561	529	412	300
$>C_{25} - C_{35}$	[mg/kg TS]	1268	1810	2414	1596	2163	407	365	105	173	10113	1847	1999	1559	1098
$>C_{35} - C_{40}$	[mg/kg TS]	832	799	1578	758	576	214	206	61	91	4888	1612	1282	965	582
<b>Total kulbrinter (GC-MS-scan)</b>	[mg/kg TS]	2839,1	4481,4	5385,6	3436,5	5605,8	670,4	533,6	55	187,4	9319,2	3673,9	4072	3329,4	2923,4
Phytosteroler	[total %]	16,8	26,1	22,1	30,4	32,3	23,5	21,9	40	20,8	14,5	7,6	13,8	14,6	17,9
Sitosterol	[%]	9,3	18	13,5	23,1	30,1	16,5	15	23,9	11,4	9	6,1	8	8	10,7
Ukendt		2	6	2,6	8,3	8,8	7,4	7,7	7,4	6,5	< DL	< DL	1,2	1,6	2,2
Sitosteron		4,2	4,9	2,8	6,7	6,7	7,1	7,4	5	1,5	3,8	8,2	4,7	3,7	3,7
(3-alpha)-Friedooleanan-3-ol		2,9	3,8	5	1,5	0,4	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	1,3	2,4	3,4
Fridelin		3,2	4,6	6,3	1,8	0,5	2,4	2,4	4	3,3	1,1	6	2,9	2,8	3,8
Ulige	[%]	5,7	4,1	5,3	2,9	1,9	4,1	4,2	9,9	5,6	13	3,9	8,8	7,7	7,4
"Syreer"	[%]	2,5	0,8	0,9	0,7	0,6	0,4	0,5	0,7	0,5	3,5	1,5	1,3	1,6	1,3
Nye data															
<b>Naphthalener</b>															
Naphthalen	[mg/kg TS]	< DL	0,094	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		0,273	0,071	0,105	0,068
Methylnaphthalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
Dimethylnaphthalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
Trimethylnaphthalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
Naphthalener sum	[mg/kg TS]	< DL	0,094	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		0,273	0,071	0,105	0,068
<b>Phenanthrener</b>															
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,022	0,083	0,051	< DL	0,015	0,010	< DL	0,001	< DL		0,025	0,038	0,053	0,055
Methylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
Dimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
Trimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
Phenanthrener sum	[mg/kg TS]	0,022	0,083	0,051	< DL	0,015	0,010	< DL	0,001	< DL		0,025	0,038	0,053	0,055
<b>Hopaner</b>															
27Ts	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
27Tm	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
29ab	[mg/kg TS]	< DL	0,257	< DL	< DL	0,156	0,094	< DL	< DL	< DL		0,194	0,122	0,261	0,079
30ab	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	0,259	< DL	< DL	< DL	< DL	0,064		0,170	< DL	< DL	0,083
31abS	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL

Glas		A7	A11	A8	A6	A1	A5	A2	A3	A4	B1	B4	D1	B3	B2
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 40	30 - 40	40 - 50	40 - 50	Vegetation > 0 cm	0 - 3	3 - 6	6 - 8	8 - 10
31abR	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
<b>Isoprenoidforhold</b>															
Norpristan	[mg/kg TS]	0,102	0,145	0,202	0,106	< DL	< DL	0,015	< DL	< DL		0,046	0,043	0,030	0,038
n-Alkan C <sub>17</sub>	[mg/kg TS]	1,535	3,061	2,149	2,809	4,983	0,588	0,652	0,367	0,362		0,409	0,842	0,635	0,688
Pristan	[mg/kg TS]	0,149	0,248	0,166	0,110	0,200	0,039	0,052	0,033	0,046		0,054	0,049	0,028	0,167
n-Alkan C <sub>18</sub>	[mg/kg TS]	0,985	2,101	1,876	1,274	2,371	0,247	0,227	0,109	0,174		0,147	0,358	0,455	0,677
Phytan	[mg/kg TS]	0,147	0,285	0,321	0,127	0,157	0,187	0,025	0,067	0,229		11,463	0,093	0,084	0,067
n-Alkan C <sub>17</sub> /Pristan		10,287	12,342	12,941	25,514	24,966	14,918	12,555	11,110	7,851		7,625	17,140	22,561	4,106
n-Alkan C <sub>18</sub> /Phytan		6,694	7,380	5,838	10,069	15,084	1,324	8,980	1,629	0,761		0,013	3,846	5,405	10,115
Pristan/Phytan		1,014	0,871	0,517	0,870	1,270	0,211	2,060	0,495	0,202		0,005	0,527	0,334	2,500
<b>CPI-index</b>															
CPI(15 - 21)		1,959	2,047	1,447	2,535	2,869	2,976	2,915	2,939	3,287		2,697	2,605	1,931	1,806
CPI(25 - 33)		14,751	10,480	11,977	6,285	8,018	8,264	6,584	6,282	6,003		13,542	6,199	11,876	8,834
<b>Naturlige kulbrinter</b>															
Ulige n-Alkaner C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub>	[mg/kg TS]	280,784	261,663	562,417	136,323	104,188	41,499	26,136	7,335	12,486		179,710	416,839	352,150	283,845

GC-MS resultater samt tørstof og glødetab for lokalitet H6;Bøgeskov.

Glas		B17	F2	F6	F1	F5	F9	F7	F8	F11	F12	D20	D17	D19	D18	D14
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 40	30 - 40	40 - 50	40 - 50	Vegetation > 0 cm	0 - 2	2 - 6	6 - 10	10 - 12
Tørstof	[%]	79,4	79,4	87,2	87,2	88,3	88,3	89,6	89,6	90,5	90,5	51,9	35,9	59,1	70,5	80,4
Glødetab	[%]	19,36	19,36	7,22	7,22	3,1	3,1	2,09	2,09	1,63	1,63	95,01	77,82	42,14	18,61	9,24
Gamle data																
<b>Total kulbrinter (GC-FID)</b>	[mg/kg TS]	1938	1819	216	Udgår	197	216	84	93	30	26	9162	4486	1657	492	215
$C_6 - C_{10}$	[mg/kg TS]	16	14	5		4	5	4	4	4	4	89	49	20	7	3
$>C_{10} - C_{25}$	[mg/kg TS]	166	148	23		20	23	8	9	3	3	1314	574	188	59	24
$>C_{25} - C_{35}$	[mg/kg TS]	858	854	99		99	99	41	41	10	10	4967	2249	852	246	116
$>C_{35} - C_{40}$	[mg/kg TS]	798	802	90		74	90	31	39	14	10	2792	1614	596	180	71
<b>Total kulbrinter (GC-MS)</b>	[mg/kg TS]	1489,1	1440,4	391,4	Udgår	120,7	142	43,7	41,3	i.d.	i.d.	9658,9	5167,3	1353	573,1	254,7
Phyto-steroider	[total %]	17,8	17,3	8,1		5,3	3,9	6,7	7			16,3	24,1	29,6	13,5	5,7
Sitosterol	[%]	9	7,3	3,5		2,1	2	2,9	3,1			8,6	13,8	18,3	5,8	2
Sitosteron	[%]	2,3	1,5	0,8		0,2	0,3	0,4	0,5			0,7	6,7	6,8	2,2	0,5
Friedelin	[%]	1	1,9	1		0,9	0,8	2,2	2			< DL	< DL	< DL	0,7	0,3
Ulige n-alkaner	[%]	14,3	15,6	22,5		29,4	23,6	28,6	26,4			20,3	7,4	12,8	12,2	20,2
"Syrer"	[%]	0,5	0,6	0,3		< DL	0,4	< DL	< DL			2,9	1,8	1,5	0,7	0,3
Sum af ident.		32,7	33,5	30,9		34,7	27,8	35,3	33,5			39,5	33,3	44	26,3	26,2
Nye data																
<b>Naphthalener</b>																
Naphtalen	[mg/kg TS]	0,078	0,085	0,015		0,007	0,005		0,003	0,003	0,004		0,094	0,040	0,034	0,016
Methylnaphtalener	[mg/kg TS]	0,019	0,024	0,005		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	0,010	0,008
Dimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	0,035	0,031	0,009		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	0,016	< DL
Trimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
Naphthalener sum	[mg/kg TS]	0,132	0,141	0,030		0,007	0,005		0,003	0,003	0,004		0,094	0,040	0,060	0,024
<b>Phenanthrener</b>																
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,087	0,121	0,017		0,002	0,003		0,001	< DL	< DL		0,029	0,037	0,050	0,017
Methylphenanthrener	[mg/kg TS]	0,073	0,085	< DL		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	0,046	0,014
Dimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	0,049	< DL	< DL		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
Trimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
Phenanthrener sum	[mg/kg TS]	0,209	0,206	0,017		0,002	0,003		0,001	< DL	< DL		0,029	0,037	0,096	0,032
<b>Hopaner</b>																
27Ts	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
27Tm	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
29ab	[mg/kg TS]	0,044	0,046	< DL		0,011	0,000		< DL	< DL	< DL		0,113	< DL	0,030	0,006
30ab	[mg/kg TS]	0,071	0,106	< DL		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		0,184	< DL	0,009	< DL
31abS	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL
31abR	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL		< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL

Glas		B17	F2	F6	F1	F5	F9	F7	F8	F11	F12	D20	D17	D19	D18	D14
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 40	30 - 40	40 - 50	40 - 50	Vegetation > 0 cm	0 - 2	2 - 6	6 - 10	10 - 12
<b>Isoprenoidforhold</b>																
Norpristan	[mg/kg TS]	0,009	0,022	0,003		0,001	< DL		0,004	< DL	0,001		0,026	0,009	0,003	0,003
n-Alkan C <sub>17</sub>	[mg/kg TS]	0,164	0,192	0,052		0,021				0,006	0,004		0,821	0,312	0,091	0,041
Pristan	[mg/kg TS]	0,018	0,015	0,005		0,002	0,002		0,002	0,001	< DL		0,065	0,016	0,010	0,004
n-Alkan C <sub>18</sub>	[mg/kg TS]	0,097	0,080	0,029		0,007	0,014		0,006	0,002	< DL		0,333	0,191	0,044	0,020
Phytan	[mg/kg TS]	0,015	0,007	0,013		0,008	0,008		0,007	0,002	< DL		0,067	0,015	0,004	0,010
n-Alkan C <sub>17</sub> /Pristan		9,055	12,986	10,069		10,904	9,446		15,954	7,592	10,572		12,668	19,163	9,523	11,557
n-Alkan C <sub>18</sub> /Phytan		6,484	10,791	2,209		0,818	1,833		0,936	1,104	-		4,978	12,881	10,198	1,999
Pristan/Phytan		1,211	1,989	0,394		0,228	0,267		0,270	0,391	-		0,968	1,101	2,209	0,360
<b>CPI-index</b>																
CPI(15 - 21)		2,999	2,834	2,658		2,595	2,120		2,971	1,915	2,419		2,689	2,910	3,217	2,424
CPI(25 - 33)		19,842	15,582	14,449		11,461	12,714		13,320	16,795	6,823		14,193	18,597	15,016	15,649
<b>Naturlige kulbrinter</b>																
Ulige n-Alkaner C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub>	[mg/kg TS]	100,767	124,964	37,167		17,997	5,394		5,971	0,732	0,759		190,508	92,342	41,765	30,184



GC-MS resultater samt tørstof og glødetab for lokalitet H7;Frederiksdal inddæmning.

Glas		C14	C15	C13	C16	C17	C18	C19	C20	C1	C2	C5	C6
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 20	0 - 20	20 - 40	20 - 40	40 - 60	40 - 60	60 - 80	60 - 80	80 - 100	80 - 100	100 - 120	100 - 120
Tørstof	[%]	67,1	67,1	68,1	68,1	60,6	60,6	45,9	45,9	36	36	34,1	34,1
Glødetab	[%]	10,2	10,2	10,1	10,1	11,21	11,21	13,59	13,59	17,29	17,29	16,28	16,28
Gamle data													
<b>Total kulbrinter (GC-FID)</b>	[mg/kg TS]	360	180	167	174	251	176	262	356	223	243	221	330
$C_6 - C_{10}$	[mg/kg TS]	4	2	3	2	6	5	7	9	7	6	10	14
$>C_{10} - C_{25}$	[mg/kg TS]	51	31	27	29	38	27	49	58	41	50	47	65
$>C_{25} - C_{35}$	[mg/kg TS]	173	96	89	91	123	81	130	173	104	120	105	154
$>C_{35} - C_{40}$	[mg/kg TS]	131	51	48	52	84	63	76	116	71	68	59	97
<b>Total kulbrinter (GC-MS)</b>	[mg/kg TS]	243,3	179,4	110,7	104	162,4	57,6	172,2	219	127,8	166,2	110,5	146,2
Phyto-steroider	[total %]	8,7	9,6	10,2	9,7	8,3	15,9	12,4	9,9	10,5	10,6	12,4	11,9
Sitosterol	[%]	1,2	1,5	1	1,1	0	0,9	0,7	0,9	0,9	0,8	0,5	1,4
Ukendt	[%]	1,1	0,2	2	2,4	2	4,1	3,2	2,5	3,1	3,3	4,2	3,4
Sitosteron	[%]	0,8	0,8	0,6	0,6	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
Ulige n-alkaner	[%]	3,5	2,7	3,6	2,8	3,6	3,1	3,7	4,2	1,5	1,6	1	1,8
"Syrer"	[%]	2,1	2,3	2,1	1,7	2	3,5	3,7	2,4	3,6	3,3	5	5,4
Sum af ident.	[%]	14,4	14,6	15,9	14,1	14	22,5	19,8	16,5	15,6	15,6	18,3	19,1
Nye data													
<b>Naphthalener</b>													
Naphtalen	[mg/kg TS]	0,015	0,009	0,011		0,013	0,012	0,017	0,016	0,014		0,013	0,017
Methylnaphtalener	[mg/kg TS]	0,004	0,003	0,004		0,004	< DL	0,006	0,008	< DL		< DL	< DL
Dimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	0,006	< DL	< DL		0,002	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
Trimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
Naphthalener sum	[mg/kg TS]	0,025	0,012	0,015		0,019	0,012	0,023	0,024	0,014		0,013	0,017
<b>Phenanthrener</b>													
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,009	0,009	0,007		0,005	0,006	0,013	0,013	0,021		0,015	0,005
Methylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
Dimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
Trimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
Phenanthrener sum	[mg/kg TS]	0,009	0,009	0,007		0,005	0,006	0,013	0,013	0,021		0,015	0,005
<b>Hopaner</b>													
27Ts	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
27Tm	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
29ab	[mg/kg TS]	0,026	0,022	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
30ab	[mg/kg TS]	0,010	0,012	0,012		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
31abS	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL
31abR	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL	< DL	< DL	< DL		< DL	< DL

Glas		C14	C15	C13	C16	C17	C18	C19	C20	C1	C2	C5	C6
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 20	0 - 20	20 - 40	20 - 40	40 - 60	40 - 60	60 - 80	60 - 80	80 - 100	80 - 100	100 - 120	100 - 120
<b>Isoprenoidforhold</b>													
Norpristan	[mg/kg TS]	0,006	0,004	0,005		0,005	0,014	0,024	0,026	0,010		0,009	0,009
n-Alkan C <sub>17</sub>	[mg/kg TS]	0,093	0,059	0,077		0,117	0,122	0,317	0,233	0,205		0,297	0,326
Pristan	[mg/kg TS]	0,018	0,010	0,010		0,016	0,014	0,030	0,028	0,022		0,019	0,020
n-Alkan C <sub>18</sub>	[mg/kg TS]	0,022	0,026	0,022		0,021	0,020	0,040	0,038	0,016		0,022	0,021
Phytan	[mg/kg TS]	0,010	0,009	0,006		0,010	0,003	0,029	0,005	0,015		0,020	0,020
n-Alkan C <sub>17</sub> /Pristan		5,167	6,158	7,525		7,151	8,606	10,436	8,253	9,318		15,978	16,696
n-Alkan C <sub>18</sub> /Phytan		2,151	2,878	3,646		2,187	7,552	1,352	6,856	1,077		1,089	1,093
Pristan/Phytan		1,755	1,065	1,720		1,704	5,348	1,036	5,148	1,486		0,922	0,993
<b>CPI-index</b>													
CPI(15 - 21)		2,486	1,998	2,981		4,525	4,472	5,314	3,864	6,141		7,567	6,266
CPI(25 - 33)		8,157	7,421	7,660		8,574	6,646	6,601	9,618	4,719		4,142	4,504
<b>Naturlige kulbrinter</b>													
Ulige n-Alkaner C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub>	[mg/kg TS]	6,706	5,779	4,761		4,580	2,176	3,709	7,953	1,649		1,068	1,693

GC-MS resultater samt tørstof og glødetab for lokalitet H8;Strandeng.

Glas		D3	D4	D9	D10	D11	D8	D7	D12	D5	D6	D2
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 35	30 - 35	35 - 45	35 - 45	Kokasse > 0 cm
Tørstof	[%]	21,8	21,8	44,3	44,3	80,1	80,1	84	84	81,8	81,8	100*
Glødetab	[%]	70,26	70,26	26,03	26,03	2,91	2,91	0,41	0,41	0,99	0,99	-
Gamle data												
<b>Total kulbrinter(GC-FID)</b>	[mg/kg TS]	272	391	64	182	74	58	72	22	22	83	
$C_6 - C_{10}$	[mg/kg TS]	4	6	0	4	2	2	3	2	1	3	
$>C_{10} - C_{25}$	[mg/kg TS]	87	99	25	43	13	12	7	3	4	11	
$>C_{25} - C_{35}$	[mg/kg TS]	128	178	30	87	33	28	23	8	10	31	
$>C_{35} - C_{40}$	[mg/kg TS]	53	108	9	49	26	16	39	9	8	38	
<b>Total kulbrinter (GC-MS)</b>	[mg/kg TS]	18,4	18,7	12,4	35,8	17,6	21,6	< DL	Udgår	< DL	7,1	109
Phyto-steroider	[total %]	13,3	11,9	9,3	11,2	12	7,8				7,9	8,4
Campesterol	[%]	3	2,3	1,9	2	2,3	2				< DL	1,1
Stigmasterol	[%]	1	1,2	0,5	0,6	1,8	0,6				< DL	0,3
Sitosterol	[%]	6,3	5,3	3	4,2	3,9	3,1				5,2	2
Sitosteron	[%]	1,9	1,8	0,5	0,8	0,4	0,5				< DL	0,9
Ulige n-alkaner	[%]	< DL	1,5	2	0,5	1,5	1,4				0,7	3,1
"Syrer"	[%]	6,2	7,6	1,8	2,5	1,8	1,5				< DL	4,3
Sum af ident.	[%]	24,6	23,5	10,8	14,2	14,2	10,8				10,5	10,7
Nye data												
<b>Naphthalener</b>												
Naphtalen	[mg/kg TS]	0,060	0,043	0,010	0,009	0,004	0,004	0,002			0,003	
Methylnaphthalener	[mg/kg TS]	0,017	0,011	0,003	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
Dimethylnaphthalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
Trimethylnaphthalener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
Naphthalener sum	[mg/kg TS]	0,076	0,054	0,013	0,009	0,004	0,004	0,002			0,003	
<b>Phenanthrener</b>												
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,128	0,063	0,010	0,003	0,001	0,001	< DL			< DL	
Methylphenanthrener	[mg/kg TS]	0,093	0,048	0,010	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
Dimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
Trimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
Phenanthrener sum	[mg/kg TS]	0,221	0,111	0,020	0,003	0,001	0,001	< DL			< DL	
<b>Hopaner</b>												
27Ts	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
27Tm	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
29ab	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
30ab	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
31abS	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	

Glas		D3	D4	D9	D10	D11	D8	D7	D12	D5	D6	D2
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 35	30 - 35	35 - 45	35 - 45	Kokasse > 0 cm
31abR	[mg/kg TS]	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL			< DL	
<b>Isoprenoidforhold</b>												
Norpristan	[mg/kg TS]	0,005	0,003	0,012	0,003	0,001	0,001	0,001			0,001	
n-Alkan C <sub>17</sub>	[mg/kg TS]	0,068	0,056		0,069	0,016						
Pristan	[mg/kg TS]	0,013	0,011	0,005	0,011	0,003	0,004	0,002			0,003	
n-Alkan C <sub>18</sub>	[mg/kg TS]	0,021	0,040	0,008	0,016	0,005	0,004	0,004			0,004	
Phytan	[mg/kg TS]	0,011	0,012	0,008	0,010	0,003	0,004	0,001			0,002	
n-Alkan C <sub>17</sub> /Pristan		5,112	5,228	8,926	6,206	5,214	4,034	4,232			4,014	
n-Alkan C <sub>18</sub> /Phytan		1,854	3,233	0,932	1,613	1,485	1,057	4,706			1,854	
Pristan/Phytan		1,197	0,876	0,549	1,145	0,932	0,927	2,571			1,177	
<b>CPI-index</b>												
CPI(15 - 21)		3,787	1,131	2,054	1,621	2,077	2,337	1,089			1,710	
CPI(25 - 33)		15,823	34,472	7,598	4,928	4,357	5,270	3,322			3,122	
<b>Naturlige kulbrinter</b>												
Ulige n-Alkaner C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub>	[mg/kg TS]	1,029	7,128	0,865	1,903	0,517	0,079	0,314			0,089	

GC-MS resultater samt tørstof og glødetab for lokalitet H9:Botanisk Have.

Glas		G18	G15	G13	G14	G16	G17	G1	G2	G3	G4	G6	G5	G7	G8	G11	G12	G9	G10
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 40	30 - 40	40 - 50	40 - 50	50 - 60	50 - 60	60 - 80	60 - 80	80 - 100	80 - 100	100 - 120	100 - 120
Tørstof	[%]	71,8	71,8	83	83	82,5	82,5	82,2	82,2	82,8	82,8	83,4	83,4	82,4	82,4	82,4	82,4	83,3	83,3
Glødetab	[%]	7,42	7,42	3,88	3,88	4,07	4,07	3,76	3,76	3,39	3,39	2,91	2,91	2,95	2,95	3,14	3,14	2,45	2,45
Gamle data																			
<b>Total kulbrinter (GC-FID)</b>	[mg/kg TS]	145	172	73	82	67	88	79	Udgår	46	42	40	Udgår	42	42	45	35	51	34
$C_6 - C_{10}$	[mg/kg TS]	3	3	2	2	2	2	2		2	2	2		2	2	2	2	2	1
$>C_{10} - C_{25}$	[mg/kg TS]	35	32	13	13	13	22	16		8	7	6		6	6	5	5	6	4
$>C_{25} - C_{35}$	[mg/kg TS]	63	76	31	33	29	36	35		19	18	16		16	16	16	13	21	13
$>C_{35} - C_{40}$	[mg/kg TS]	44	61	26	34	23	27	26		18	16	16		19	18	22	16	23	14
<b>Total kulbrinter (GC-MS)</b>	[mg/kg TS]	52,8	50,3	17	14,6	17,7	Udgår	20,8	Udgår	4,2	5,2	< DL	< DL	< DL	< DL	-	-	-	-
Phytosteroider	[total %]	0,081	0,043	0,026	0,025	0,021		0,023		0,028	0,039					-	-	-	-
Sitosterol	[%]	0,019	0,004	0,013	0,011	0,012		0,012		0,028	0,019					-	-	-	-
Sitosteron	[%]	0,006	0,004	0,002	0,002	< DL		0,002		< DL	< DL					-	-	-	-
Ulige n-alkaner	[%]	0,085	0,048	0,025	0,017	0,022		0,029		0,138	0,017					-	-	-	-
"Syrer"	[%]	0,106	0,029	0,012	0,008	0,013		0,007		< DL	0,008					-	-	-	-
Sum af ident.	[%]	0,273	0,12	0,063	0,049	0,056		0,06		0,166	0,064					-	-	-	-
Nye data																			
<b>Naphthalener</b>																			
Naphtalen	[mg/kg TS]	0,076	0,117			0,083	0,093			0,031	0,020	0,010		0,006				0,005	0,006
Methylnaphtalener	[mg/kg TS]	0,029	0,043			0,035	0,060			0,015	0,011	0,005		0,002				0,001	0,001
Dimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	0,057	0,082			0,078	0,123			0,028	0,022	0,012		< DL				< DL	0,002
Trimethylnaphtalener	[mg/kg TS]	0,040	0,057			0,063	0,080			0,019	0,015	0,008		< DL				< DL	0,002
Naphthalener sum	[mg/kg TS]	0,202	0,299			0,258	0,355			0,093	0,069	0,035		0,008				0,006	0,011
<b>Phenanthrener</b>																			
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,189	0,259			0,156	0,170			0,035	0,036	0,013		0,009				0,002	0,007
Methylphenanthrener	[mg/kg TS]	0,134	0,182			0,134	0,133			0,031	0,029	0,012		0,004				0,003	0,006
Dimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	0,105	0,149			0,113	0,104			0,029	0,025	0,010		0,002				0,002	0,004
Trimethylphenanthrener	[mg/kg TS]	0,042	0,083			0,059	0,053			0,007	0,008	0,003		< DL				< DL	< DL
Phenanthrener sum	[mg/kg TS]	0,469	0,672			0,462	0,460			0,102	0,098	0,038		0,014				0,007	0,017
<b>Hopaner</b>																			
27Ts	[mg/kg TS]	< DL	< DL			< DL	< DL			< DL	< DL	< DL		< DL				< DL	< DL
27Tm	[mg/kg TS]	< DL	< DL			< DL	< DL			< DL	< DL	< DL		< DL				< DL	< DL
29ab	[mg/kg TS]	0,002	0,005			< DL	0,013			0,004	< DL	< DL		< DL				< DL	< DL
30ab	[mg/kg TS]	0,015	0,021			0,015	0,024			0,006	0,004	0,002		< DL				0,001	< DL
31abS	[mg/kg TS]	0,007	0,004			0,003	0,006			< DL	0,002	< DL		< DL				< DL	< DL

Glas		G18	G15	G13	G14	G16	G17	G1	G2	G3	G4	G6	G5	G7	G8	G11	G12	G9	G10
Dybde Boreprofil	[cm]	0 - 10	0 - 10	10 - 20	10 - 20	20 - 30	20 - 30	30 - 40	30 - 40	40 - 50	40 - 50	50 - 60	50 - 60	60 - 80	60 - 80	80 - 100	80 - 100	100 - 120	100 - 120
31abR	[mg/kg TS]	0,005	0,006			0,006	0,008			< DL	0,002	< DL		< DL				< DL	< DL
<b>Isoprenoidforhold</b>																			
Norpristan	[mg/kg TS]	0,005	0,010			0,013	0,030			0,010	0,003	0,002		0,001				0,001	0,001
n-Alkan C <sub>17</sub>	[mg/kg TS]	0,059	0,044			0,067	0,109			0,025	0,019	0,004		0,011				0,005	0,007
Pristan	[mg/kg TS]	0,017	0,041			0,058	0,061			0,017	0,015	0,007		0,002				0,002	0,002
n-Alkan C <sub>18</sub>	[mg/kg TS]	0,093	0,021			0,023	0,053			0,010	0,007	0,004		0,003				0,002	0,003
Phytan	[mg/kg TS]	0,043	0,010			0,008	0,014			0,005	0,002	0,001		0,002				0,001	0,002
n-Alkan C <sub>17</sub> /Pristan		3,568	1,090			1,151	1,780			1,488	1,240	0,506		5,821				2,947	4,425
n-Alkan C <sub>18</sub> /Phytan		2,191	2,191			2,854	3,691			2,032	3,123	5,041		1,944				2,419	1,584
Pristan/Phytan		0,391	4,178			7,044	4,276			3,640	6,988	9,896		1,209				1,752	1,001
<b>CPI-index</b>																			
CPI(15 - 21)		1,211	1,945			1,631	1,393			1,405	1,499	1,250		1,301				1,030	1,694
CPI(25 - 33)		14,758	13,949			7,542	7,171			5,388	6,148	6,213		5,250				2,699	0,632
<b>Naturlige kulbrinter</b>																			
Ulige n-Alkaner C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub>	[mg/kg TS]	10,103	4,098			1,048	1,349			0,958	0,503	0,404		0,359				0,075	-0,101

# Resultater af genberegning af analyseresultater for sum og fraktioner af kulbrinter for diffust forurenede prøver

Genberegning (reintegration) er udført af AnalyCen, og datasamling og opsætning af regneark er udført af NIRAS.





# 1 Oliefraktioner

I projektet om diffus jordforurening i 2002/2003 /1/ er der analyseret for metaller, PAH og kulbrinter i en række jordprøver fra det øverste jordlag udtaget fra områder, hvor der ikke forventedes jordforurening fra punktkilder. Der er i alt analyseret 116 prøver for kulbrinter, hvoraf kulbrinter blev påvist i 84 prøver.

Ved de tidligere analyser er prøverne ekstraheret med dichlormethan, og kulbrinterne opdelt i 4 fraktioner:  $C_6-C_{10}$ ,  $>C_{10}-C_{25}$ ,  $>C_{25}-C_{35}$  og  $>C_{35}-C_{40}$ . Nogle få prøver er ekstraheret i pentan og i disse prøver er der ikke analyseret for fraktion  $C_{36}-C_{40}$ .

Ved hjælp af Agilent GC Chemstation (Rev. A.20.02[1757]) og MS Office Excel 2003 har AnalyCen efterfølgende genberegnet (reintegreret) de elektroniske chromatogrammer fra 2002/2003 for disse 84 prøver i henhold til kulbrintefraktioner og med detektionsgrænser som vist i Tabel 1.1.

Tabel 1.1  
Fraktionsopdeling og detektionsgrænser ved genberegning

Fraktionerne	Prøver udrystet med dichlormethan	Prøver udrystet med pentan
$C_6$	<5	<2
$C_{11}$	<10	<5
$C_{16}$	<10	<5
$C_{21}$	<10	<10
$C_{25}$	<10	<10
$C_{30}$	<10	<10
$C_{35}$	<25	<10

Fraktionerne er opdelt efter de tilsvarende n-alkaners retentionstid. Retentionstiden for  $C_{15}$  er beregnet ud fra retentionstiden for  $C_{12}$  og  $C_{16}$ .

Prøvetagning, lokaliteter mv. er nærmere beskrevet i /1/.

## 2 Excel regneark

Resultaterne er samlet i et regneark, der indeholder et oversigtsark, et dataark med resultater for byområder og et dataark med resultater for vejarealer. Data fra byområder og vejarealer behandles særskilt. Der findes to "skjulte" bagvedliggende ark, som anvendes til beregning af antallet punkter, der overskrider én eller flere afskæringskriterier.

Bydata omfatter 6 lokaliteter i København og 5 lokaliteter i Ringsted. Der er kun analyseret for kulbrinter i 74 jordprøver fra København (herunder 31 fra Amager) og 12 fra Ringsted. Vejdata omfatter analyseresultater af jordprøver udtaget i afstande af 0 – 30 m langs Frederikssundsvej og Hareskovvej. Mange diffust forurenede arealer ligger tæt på disse veje. Der er analyseret for kulbrinte-indhold i 30 jordprøver fra disse arealer. Ingen af prøverne fra vejarealerne ved den tidligere undersøgelse viste udslag med PID, og kulbrinterne blev af laboratoriet beskrevet som indeholdende kulbrinter med et kogepunktsinterval svarende til tjære/asfalt eller motorolie.

Regnearket indeholder endvidere analysedata for jordprøver udtaget fra de øverste 10 cm jord, hvorpå der både findes analyser for kulbrinter samt andre parametre såsom metaller og PAH. Der medtages også analyser for jordprøver, hvor der kun er analyseret for metaller og PAH, men ikke for kulbrinter. Såfremt der er foretaget flere analyser på samme jordprøve, medtages kun et sæt data, f.eks. medtages EDXRF analyser kun såfremt der ikke findes ICP data og ekstra data fra dobbelt-bestemmelser, ligesom vurdering af analyseusikkerhed heller ikke medtages i regnearket.

Ved beregning af deskriptiv statistik er alle værdier under detektionsgrænsen sat til  $\frac{1}{2}$  detektionsgrænsen. I tabellen er fordeling af værdierne vist, og værdier under detektionsgrænsen er præsenteret som i.p. (ikke påvist). F.eks. kan der aflæses at kulbrinter i fraktion  $C_6-C_{10}$  ikke er påvist i 90% af prøverne af bydata, se gur 2.1.

Deskriptiv statistik - Bydata

	min	10%	25%	Fraktil 50%	75%	90%	maks	gennemsnit
Bly	11	27,4	49	121	220	338	883	163
Cadmium	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	1,2	2,1	1
Chrom	3,2	6,58	10	14	29	42,2	64	20
Kobber	12	19,8	33	59	110	193	490	90
Kviksølv	0,015	0,04	0,12	0,34	0,86	1,36	1,80	1
Nikkel	2,5	5,78	8	11	16	26	62	14
Zink	50	87,6	140	224	430	651,2	2732	352
BaP	0,01	0,05	0,19	0,41	1,28	2,35	6	0,90
PAH	0,03	0,27	1,00	2,1	7,1	14	34	5,2
Kulbrinter								
C6-C10	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	9	3
C10-C15	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	14	5
C15-C20	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	9	15	130	9
C20-C25	i.p.	i.p.	i.p.	11	28	45	300	22
C25-C30	i.p.	i.p.	i.p.	16	34	58	180	25
C30-C35	i.p.	i.p.	i.p.	17	29	45	98	23
C35-C40	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	25	30	14
totalkulbrinter 2007	i.p.	i.p.	i.p.	43	106	185	690	74

Figur 2.1

Eksempel på læsning af beregningsark.

Ved beregning af overskridelse af kriterier for oliefraktioner er indholdet under detektionsgrænsen sat til 0, fordi man i beregningen skal summere bidrag fra de forskellige fraktioner og disse bidrag må ikke være større end sum af kulbrinter.

### 3 Anvendelse af regneark

På arket "Oversigt" kan der indtastes et afskæringskriterium (ASK) i det grønne felt og aflæses, hvor mange punkter, der individuelt overskrides for en enkeltparameter eller hvor mange punkter, der overskrider én eller flere ASK. Ved vurdering af, hvor mange punkter overskrider én eller flere ASK, skal anvendes regnearket, som kun indeholder punkter med alle parametre herunder kulbrinteanalyser.

Ved f.eks. at ændre afskæringskriteriet for zink fra 1000 til 500 ændres antal det punkter, som overskrider ASK i bydata, fra 6% (svarende til 5 pkt.) til 18% (svarende til 15 pkt.), mens antallet af punkter, der overskrider på grund af én eller flere ASK, kun ændres fra 23% (svarende 20 pkt.) til 26% (svarende til 22 pkt.), se

Figur 3.1.

	ASK	Bydata		Vejdata	
		antal pkt.	% > end ASK	antal pkt.	% > end ASK
Bly	400	85	6	30	3
Cadmium	5	45	0	12	0
Chrom	1000	85	0	30	0
Kobber	1000	85	0	30	0
Kviksølv	3	39	0		
Nikkel	30	85	5	30	3
Zink	1000	85	6	30	0
BaP	3	86	6	21	10
PAH	40	86	0	21	0
Kulbrinter					
C6-C10	25	86	0	30	0
C10-C20	25	86	3	30	13
C20-C40	150	86	13	30	30
Totalkulbrinter 2007	150	86	14	30	30
C10-C15	25	86	0	30	0
C15-C20	25	86	3	30	13
C20-C25	50	86	6	30	13
C25-C30	50	86	14	30	23
C30-C35	50	86	7	30	23
C35-C40	50	79	0	21	19
<b>Antal punkter, der overskrider én eller flere ASK</b>		<b>86</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>33</b>

	ASK	Bydata		Vejdata	
		antal pkt.	% > end ASK	antal pkt.	% > end ASK
Bly	400	85	6	30	3
Cadmium	5	45	0	12	0
Chrom	1000	85	0	30	0
Kobber	1000	85	0	30	0
Kviksølv	3	39	0		
Nikkel	30	85	5	30	3
Zink	500	85	18	30	3
BaP	3	86	6	21	10
PAH	40	86	0	21	0
Kulbrinter					
C6-C10	25	86	0	30	0
C10-C20	25	86	3	30	13
C20-C40	150	86	13	30	30
Totalkulbrinter 2007	150	86	14	30	30
C10-C15	25	86	0	30	0
C15-C20	25	86	3	30	13
C20-C25	50	86	6	30	13
C25-C30	50	86	14	30	23
C30-C35	50	86	7	30	23
C35-C40	50	79	0	21	19
<b>Antal punkter, der overskrider én eller flere ASK</b>		<b>86</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>33</b>

Figur 3.1

Eksempel på brug af beregningsark.

Ligeledes findes en oversigt over deskriptiv statistik (minimum, maksimum, gennemsnit og 10, 25 50, 75 og 90% fraktil) for alle analyserede parametre, se Figur 3.2. For oliekulbrinter er der opstillet beregninger for vurdering af ændringer af ASK for fraktionerne  $C_6-C_{10}$ ,  $>C_{10}-C_{20}$  og  $>C_{20}-C_{40}$  samt for totalkulbrinter. Konsekvenser ved ændringer af ASK for hver enkelt fraktion er dog også vist i grå toner, og fordelingen i fraktioner er ligeledes vist i den deskriptive statistik.

Deskriptiv statistik - Bydata

	min	Fraktil					maks	gennemsnit
		10%	25%	50%	75%	90%		
Bly	8,8	24	46	118	211	320	1654	161
Cadmium	0,16	0,33	0,42	0,51	0,61	0,89	2,3	0,59
Chrom	2,2	7,5	11	18,5	35	50	303	27
Kobber	8,2	18	29	64	120	231	4940	121
Kviksølv	0,00	0,05	0,12	0,32	0,78	1,3	4,2	0,54
Nikkel	2,5	5,0	8,6	12	18	27	67	14
Zink	41	76	120	256	489	838	6023	392
BaP	0,00	0,04	0,15	0,39	0,92	1,9	48	0,91
PAH	0,00	0,22	0,86	2,1	5,1	11	320	5,3
Kulbrinter								
C6-C10	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	9	2,6
C10-C15	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	14	5,0
C15-C20	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	9,3	15	130	9
C20-C25	i.p.	i.p.	i.p.	11	28	45	300	22
C25-C30	i.p.	i.p.	i.p.	16	34	58	180	25
C30-C35	i.p.	i.p.	i.p.	17	29	45	98	23
C35-C40	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	25	30	14
Totalkulbrinter 2007	i.p.	i.p.	i.p.	43	106	185	690	74

Deskriptiv statistik - Vejdata

	min	Fraktil					maks	gennemsnit
		10%	25%	50%	75%	90%		
Bly	11	32	44	89	187	279	540	129
Cadmium	0,28	0,38	0,57	0,71	1,1	1,3	2,0	1
Chrom	i.p.	i.p.	9,2	22	34	47	129	24
Kobber	12	22	28	41	70	181	730	72
Nikkel	i.p.	i.p.	i.p.	9,0	12	16	73	10
Zink	38	69	94	128	210	304	962	175
BaP	0,00	0,04	0,06	0,21	0,50	1,50	8,0	0,56
PAH	0,01	0,20	0,31	0,89	2,2	4,6	38	2,1
Kulbrinter								
C6-C10	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	4,4	5,4	10	3,1
C10-C15	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	10	15	5,7
C15-C20	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	10	28	41	10
C20-C25	i.p.	i.p.	i.p.	10	31	101	120	27
C25-C30	i.p.	i.p.	6,3	15	49	151	270	47
C30-C35	i.p.	i.p.	i.p.	25	50	98	210	43
C35-C40	i.p.	i.p.	i.p.	25	45	80	120	36
Totalkulbrinter 2007	i.p.	i.p.	16	52	185	464	730	139

Figur 3.2  
Deskriptiv statistik fra beregningsark.

## 4 Begrænsninger

Ved den tidligere undersøgelse er der udtaget fra prøvetagningspunkter og ikke lokaliteter. Dette betyder, at der på nogle lokaliteter er udtaget prøver fra 2 eller 3 punkter og på andre lokaliteter kun fra et punkt. Ved følsomhedsberegninger af konsekvenser af ændringer af ASK antages det, at hvert prøvetagningspunkt er repræsentativt for en fiktiv lokalitet.

## 5 Referencer

1. Falkenberg, J. A., Thomsen, A. D., Persson, B., Schmidt, T. S., and Andersen, J. S. Diffus jordforurening og kulturlag. 912. 2004. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt.

## 6 Resultater

De følgende tabeller viser resultaterne for oliefraktionerne for byområder og for vejarealer. Analyseresultater under detektionsgrænsen er sat til 0,5\* denne. Hvis der findes flere sæt analyseresultater for samme boring, typisk i forskellig dybde, er disse givet som henholdsvis A og B.

Tabel 6.1  
Resultater af olieanalyser af jord fra byområder.

Boring	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	> C <sub>10</sub> <sup>-</sup> C <sub>15</sub>	> C <sub>15</sub> <sup>-</sup> C <sub>20</sub>	> C <sub>20</sub> <sup>-</sup> C <sub>25</sub>	> C <sub>25</sub> <sup>-</sup> C <sub>30</sub>	> C <sub>30</sub> <sup>-</sup> C <sub>35</sub>	> C <sub>35</sub> <sup>-</sup> C <sub>40</sub>	SumC <sub>6</sub> <sup>-</sup> C <sub>40</sub>
	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L
103	2,5	5	5	5	14	17	29	60
105	2,5	5	5	5	18	17	12,5	35
106 A	2,5	5	5	5	14	14	12,5	28
106 B	2,5	5	5	5	10,1	5	12,5	10
111	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
114	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
201	5,0	10	32	59	66	69	25	230
207	2,5	5	5	25	29	26	12,5	80
208	5,0	10	21	38	75	75	25	210
212	2,5	5	5	15	21	23	12,5	59
216	2,5	5	5	20	24	24	12,5	68
218	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
220	2,5	5	5	5	12	13	12,5	25
221	2,5	5	18	49	63	62	30	220
228	2,5	5	5	5	15	18	12,5	33
233	2,5	5	5	5	10	12	12,5	22
235	2,5	5	5	11	17	18	12,5	46
236	2,5	5	5	16	24	23	12,5	63
237	2,5	5	5	13	16	15	12,5	43
269	2,5	5	5	13	17	17	12,5	47
271	2,5	5	11	23	26	26	12,5	86
276	2,5	5	5	23	30	32	12,5	84
277 A	2,5	5	11	22	30	27	12,5	90
277 B	2,5	5	5	21	23	21	12,5	65
282	2,5	5	5	5	5	5	12,5	12,5
285	2,5	5	5	5	10	5	12,5	10
288	2,5	5	5	22	27	24	12,5	73
294	2,5	5	11	35	42	39	12,5	130
300	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
301	2,5	5	13	42	59	46	12,5	160
302	2,5	5	16	45	49	38	12,5	150
308	2,5	5	31	40	59	32	28	190
332	1,0	2,5	2,5	5	20	25	- <sup>5</sup>	45
333	1,0	2,5	2,5	5	11	13	-	24
337	1,0	2,5	2,5	49	103	98	-	250
341	1,0	2,5	2,5	5	5	5	-	5

<sup>5</sup> Analysen ikke foretaget til C<sub>40</sub>.

Boring	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}^-$ $C_{15}$	$> C_{15}^-$ $C_{20}$	$> C_{20}^-$ $C_{25}$	$> C_{25}^-$ $C_{30}$	$> C_{30}^-$ $C_{35}$	$> C_{35}^-$ $C_{40}$	Sum $C_6^-$ $C_{40}$
343	1,0	2,5	2,5	11	27	31	-	69
405	2,5	5	5	5	5	5	12,5	12,5
408	2,5	5	5	5	11	5	12,5	11
410	2,5	5	5	11	14	13	12,5	39
412	2,5	14	130	300	180	64	12,5	690
417	6,0	5	11	29	34	29	12,5	110
420	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
423	6	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
429	9,0	5	5	5	11	5	12,5	20
430	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
434	7,1	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
502	2,5	5	5	20	26	22	12,5	68
505	2,5	5	12	43	49	43	12,5	150
508	2,5	5	5	40	45	38	12,5	120
510	2,5	5	10	40	41	28	12,5	120
512	2,5	5	16	59	65	49	12,5	190
514	1	2,5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
518	1,0	2,5	2,5	5,8	5	5	12,5	5,8
520	1,0	2,5	2,5	5,4	5	12,2	12,5	18
602	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
603	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
605	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
702	2,5	5	5	24	34	26	12,5	83
705	2,5	5	18	47	57	51	28	200
710	2,5	5	13	39	54	48	26	180
801	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
806	2,5	5	5	5	5	5	12,5	12,5
807	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
808	2,5	5	5	18	16	22	12,5	57
813	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
821 A	2,5	5	5	5	11	5	12,5	11
821 B	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
829	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
832	2,5	5	22	83	77	42	12,5	220
835	2,5	5	5	21	43	43	26	130
843	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
847	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
851	2,5	5	5	14	22	20	12,5	56
1000	2,5	5	5	20	25	23	12,5	68
1005	2,5	5	5	5	5	5	12,5	12,5
1009	2,5	5	13	33	37	33	12,5	120
1012	2,5	5	14	45	53	42	29	180
1020	2,5	5	13	34	37	33	26	140
1023	2,5	5	7,2	19	16	5	-	42
1026	1,0	2,5	13	56	50	24	-	140
1041	2,5	5	5	15	5	5	12,5	15
1095	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
1097	2,5	5	5	5	5	5	12,5	12,5
1100	2,5	5	13	30	27	22	12,5	92
1106	2,5	5	5	12	12	12	12,5	36



Tabel 6.2  
Resultater af olieanalyser af jord fra vejarealer.

Boring	$C_6-C_{10}$	$> C_{10}^-$ $C_{15}$	$> C_{15}^-$ $C_{20}$	$> C_{20}^-$ $C_{25}$	$> C_{25}^-$ $C_{30}$	$> C_{30}^-$ $C_{35}$	$> C_{35}^-$ $C_{40}$	Sum $C_6^-$ $C_{40}$
	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L
16 A	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
16 B	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
17 A	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
17 B	5	10	10	10	10	25	12,5	25
36	2,5	5	5	23	32	19	12,5	74
37	5,0	10	37	110	150	98	68	460
38	7,5	15	41	120	160	100	80	500
47	10	10	10	10	10	50	25	50
48	5	10	10	10	10	25	25	25
52	2,5	5	27	110	210	170	120	640
53	2,5	5	5	20	40	35	37	130
56	2,5	5	5	5	14	15	25	54
57 A	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
57 B	5	10	10	10	10	25	25	25
58	2,5	5	5	5	5	12,5	12,5	12,5
66	1	2,5	2,5	2,5	2,5	10	-	10
67	1	2,5	2,5	2,5	2,5	10	-	10
68	1	2,5	2,5	12	39	42	-	93
69	1	2,5	2,5	5	15	17	-	32
70	1	2,5	2,5	5	12	17	-	29
71	2,1	2,5	10	31	73	71	-	190
72	1	2,5	8,3	15	28	34	-	85
73	1	2,5	2,5	2,5	2,5	10	-	10
74	1,0	2,5	2,5	5	12	14	-	26
902	2,5	5	15	46	80	81	45	270
903	6,3	14	32	100	270	210	89	730
908	2,5	5	10	30	47	42	43	170
911	5,3	5	15	32	49	49	47	200
920	2,5	5	15	42	72	52	34	210
921	2,5	5	5	16	21	19	12,5	56



# Memo om jordkvalitets- og afskæringskriterier for kulbrinter i jord



# MEMO

Til: Arne Rokkjær, Irene Edelgaard, Miljøstyrelsen

cc:

Fra: Christian Grøn, DHI

Dato: 19. december 2007

Vedr: Jordkvalitets- og afskæringskriterier for kulbrinter i jord

---

I forbindelse med projektet ***Olie i jord*** /1/ er fremlagt forslag til omformulering af jordkvalitetskriterierne for sum og fraktioner af kulbrinter i jord, altså for "olie i jord". Formålet med reformuleringen har været at angive kriterier svarende til en nyudviklet og forbedret analysemetode under fastholdelse af det hidtil gældende beskyttelsesniveau. Det hidtil gældende beskyttelsesniveau er fastlagt dels i form af lister over kriterier /2/, dels i form af den praksis, som udvikledes hos den daværende myndighed, amtskommunerne.

Der er i forbindelse med fremlæggelsen af de reformulerede jordkvalitetskriterier opstået usikkerhed om, hvorledes det hidtil gældende beskyttelsesniveau konkret har været fortolket for kulbrintefractionen  $C_{10}$ - $C_{25}$ . Der er desuden stillet spørgsmål til konsekvenserne af den foreslåede reformulering for den praktiske gennemførelse af undersøgelser og afværge af forurenede grunde. I dette memo belyses disse forhold. Baggrunden for memoet kan findes i /1/, herunder detaljerede oplysninger om metoder, data mv.

## 1. Kriterier

I Tabel 3 er vist de nuværende kriterier for forurenede jord, samt et sæt almindeligt benyttede grænser for forureningsklasse I, ren jord.

Tabel 3  
Formulering af jordkvalitetskriterierne og afgrænsning af jord i  
forureningsklasse 1 for sum og fraktioner af kulbrinter fra olieprodukter

Olieprodukt	Krav til sum og fraktioner af kulbrinter			
	Flygtige	Lette	Tunge	"Total"
<b>Jordkvalitetskriterier</b>				
Benzin	C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> 25 mg/kg	-	-	-
Gasolie (diesel- eller fyringsolie)	-	-	-	C <sub>5</sub> -C <sub>35</sub> 100 mg/kg
Aromatfri terpentin	-	-	-	-
Aromatholdig terpentin	C <sub>7</sub> -C <sub>12</sub> 25 mg/kg	-	-	-
Petroleum	-	C <sub>9</sub> -C <sub>16</sub> 25 mg/kg	-	-
<b>Grænser for forureningsklasse I</b>				
Kulbrinter	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> 25 mg/kg	C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub> 50 mg/kg	C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub> 100 mg/kg	C <sub>6</sub> -C <sub>35</sub> 100 mg/kg

Da der ofte ikke vil være entydig viden om hvilket olie- eller benzinprodukt, der er årsag til en given forurening, er kriterierne ligeledes ikke entydige, idet de er formulerede for specificerede olie- og benzinprodukter. Særligt gælder, at en entydig tolkning af kriterierne ikke har været mulig for forureninger med blandinger af olie- og benzinprodukter, og heller ikke for delvist nedbrudte, fordampede eller udvaskede ("forvitrede") forureninger.

Der er derfor i /1/ fremlagt forslag til omformulering af kvalitetskriterierne for sum og fraktioner af kulbrinter i jord til at være baserede på standard analysedata, men uden at forudsætte viden om det/de olie- og/eller benzinprodukt (-er), der har forårsaget forureningen, se Tabel 4.

Tabel 4  
Forslag til omformulering af nuværende jordkvalitetskriterier for olieprodukter, analyse efter VKI metoden.

	Sum og fraktioner af kulbrinter			
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
<b>Opdeling</b>				
Kulbrinter	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub>	C <sub>6</sub> -C <sub>35</sub>
<b>Jordkvalitetskriterier</b>				
Olie- og benzinprodukter	25	25	100	100

Omformuleringen betyder, at kriterieoverholdelse kan kontrolleres målbart (objektivt) og direkte ud fra de analyseresultater, der modtages fra laboratoriet, uden at inddrage de oftest mere subjektive vurderinger af olie- og/eller benzinproduktet (-erne) bag forureningen.

I forbindelse med skift fra den tidligere brugte VKI metode til den ny AnalyCen analysemetode for sum og fraktioner af kulbrinter i jord har det vist sig nødvendigt at justere jordkvalitetskriteriet for tunge kulbrinter for at kompensere for den ny analysemetodes udvidede kogepunktsinterval /1/.

I forbindelse med opstilling af afskæringskriterier for tunge kulbrinter i jord er det endvidere foreslået at ændre fraktionsgrænsen imellem lette og tunge

kulbrinter fra  $C_{25}$  til  $C_{20}$  for bedre at reflektere forskellene i mobilitet imellem lette og tunge kulbrinter /1/.

Jordkvalitetskriterierne som foreslået på denne baggrund var som vist i Tabel 3. Notér, at kogepunktsintervallet nu, med den ny analysemetode, er udvidet til  $C_{40}$ , samt at kriterierne er justeret fra 100 til 150 mg/kg TS for de relevante fraktioner for at modsvare dette.

Tabel 5

Sammenfatning af forslag til jordkvalitetskriterier (mg/kg TS) for sum og fraktioner af kulbrinter med AnalyCen metoden, justeret for metodeskift og mobilitetsbetingede forskelle /1/.

	$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{20}$	$>C_{20}-C_{40}$	$C_6-C_{40}$
	Flygtige	Lette	Tunge	Sum
Jordkvalitetskriterium for olie- og benzinprodukter	25	25	150	150

## 2. Hidtidige praksis

I Tabel 6 er vist, hvordan jordkvalitetskriterierne hidtil har været administreret som oplyst af Miljøstyrelsen.

For forurening karakteriseret som diesel- eller fyringsolie har alene jordkvalitetskriterier på 100 mg  $C_6-C_{35}$ /kg TS således været anvendt. For forurening med blandet kilde har kriteriet om 25 mg  $>C_{10}-C_{25}$ /kg TS været anvendt ved mistanke om forurening med petroleum, mens anvendelsen af dette kriterium for andre blandingsforureninger og for forureninger med ukendt kilde ikke er velbeskrevet.

Tabel 6

Administrativ praksis for anvendelse af jordkvalitetskriterier for kulbrinteforurenet jord som oplyst af Miljøstyrelsen, analyse efter VKI metoden.

Analyseresultat opgivet	Sum og fraktioner af kulbrinter			
	Flygtige $C_6-C_{10}$	Lette $>C_{10}-C_{25}$	Tunge $>C_{25}-C_{35}$	"Total" $C_6-C_{35}$
<b>Jordkvalitetskriterier</b>				
Benzin	25 mg/kg	-	-	100 mg/kg
Gasolie (diesel- eller fyringsolie)	-	-	-	100 mg/kg
Aromatfri terpentin	-	-	-	100 mg/kg
Aromatholdig terpentin	25 mg/kg	-	-	100 mg/kg
Petroleum	-	25 mg/kg	-	100 mg/kg
Ukendt eller blandet kilde	25 mg/kg	-/25 mg/kg	-	100 mg/kg

Forslagene til omformulerede jordkvalitetskriterier vist i Tabel 3 vil altså for diesel- og fyringsolie umiddelbart være i modstrid med den i Tabel 6 beskrevne administrative praksis.

Der derfor i dette memo foretaget en vurdering af om og i givet fald hvordan, kriteriet om 25 mg  $>C_{10}-C_{25}$ /kg TS skal indgå i omformulerede jordkvalitetskriterier, såfremt et beskyttelsesniveau som beskrevet ud fra nuværende praksis ønskes opretholdt.

### 3. Sammensætning af kulbrinter i olie- og benzinprodukter

I Tabel 7 er vist den typiske sammensætning af 95 oktan blyfri benzin, petroleum, dieselolie, fyringsolie og smøre-/motorolie baseret på /3/ og /4/.

Det skal bemærkes, at beskrivelsen af sammensætningen er baseret på opsummering af identificerede enkeltstoffer. Beskrivelsen vil derfor ikke svare strengt til det, som opnås ved en analyse for sum og fraktioner af kulbrinter. Det skyldes, at identificerbare stoffer udgør en større andel af flygtige og lette kulbrinter end af tunge kulbrinter. Det må forventes, at dette forhold vil medføre en overvurdering af de flygtige og letteste fraktioner og en undervurdering af de tungere fraktioner.

Tabel 7  
Typisk sammensætning af olieprodukter (vægt %) /3;4/.

Fraktion Kulstofinterval Supplerende kulstofinterval	Sum og fraktioner af kulbrinter				
	Flygtige $C_6-C_{10}$	Lette			Tunge $>C_{25}-C_{35}$
		$>C_{10}-C_{15}$	$>C_{10}-C_{25}$ $>C_{15}-C_{20}$	$>C_{20}-C_{25}$	
Benzin, 95 oktan blyfri	99	<1	<1	<1	<1
Petroleum	11	81	4,0	<1	<1
Dieselolie	5,0	46	41	4,8	<1
Fyringsolie	2,6	38	52	7,5	<1
Smøre-/motorolie	32	19	20	19	9,5

Tabel 7 viser samtidig bidraget af kulbrinter fordelt på fraktioner for forskellige olieprodukter med en samlet forurening (sum af kulbrinter) netop på jordkvalitetskriteriet (100 mg/kg TS).

Resultaterne viser, at omkring 90 % af kulbrinterne i diesel- og fyringsolie findes i intervallet  $>C_{10}-C_{20}$ . Ud fra fordelingen på delfraktioner vil frisk, uforvitret forurening med diesel- og fyringsolie bidrage til fraktionerne  $>C_{10}-C_{15}$  og  $>C_{15}-C_{20}$ , begge i intervallet 40-50 mg/kg TS, dog tilsammen ikke over 90 mg/kg/TS.

### 4. Sammensætning af kulbrinter i jordprøver

Sammensætningen af kulbrinter i olie- og benzinforurennet jord ændres med tiden som følge af nedbrydning, fordampning og udvaskning ("forvitring"), således at det relative indhold af lette og flygtige kulbrinter gradvist reduceres. Tabel 8 viser en opsummering af sammensætningen af kulbrinter for jordprøver, som har været inddraget i projektet *Olie i jord* /1/.

Tabel 8  
Fordeling af kulbrinter for forskellige forureningsgrader omregnet til netop 100 mg/kg sum ( $C_6-C_{35}$ ) af kulbrinter (mg/kg TS, gennemsnit  $\pm$  standardafvigelse), analyser svarende til VKI metoden.

Fraktion Kulstofinterval Supplerende kulstofinterval	Sum og fraktioner af kulbrinter				
	Flygtige $C_6-C_{10}$	Lette			Tunge $>C_{25}-C_{35}$
		$>C_{10}-C_{15}$	$>C_{10}-C_{25}$ $>C_{15}-C_{20}$	$>C_{20}-C_{25}$	
Ikke forurennet Jord	7,2 $\pm$ 7,7	88 $\pm$ 140			170 $\pm$ 30 0



	<b>Sum og fraktioner af kulbrinter</b>				
Diffust forurenede Byjord	4,9±3,7	9,1±5,0	11±4,0	21±4,0	54±9,7
Let forurenede jord ( $< 100 \text{ mg } C_6-C_{35}/\text{kg TS}$ )	6,7±11	31±12	10±6,8	17±5,1	35±12
Forurenede jord ( $> 100 \text{ mg } C_6-C_{35}/\text{kg TS}$ )	7,5±15	45±6,9	12±16	17±7,6	18±16

Det skal bemærkes, at antallet af forurenede jordprøver ( $>100 \text{ mg } C_6-C_{35}/\text{kg TS}$ ) bag fordelingen i Tabel 8 var relativt lille, i alt 5. Det skal endvidere bemærkes, at de forurenede jorder udviser et relativt set højt indhold af lette kulbrinter i intervallet  $C_{10}-C_{15}$ , formodentlig på grund af stor forekomst af prøver med frisk forurening med diesel- eller fyringsolie.

Resultaterne viser, at i gennemsnit vil de her undersøgte ikke forurenede, diffust forurenede og let forurenede ( $<100 \text{ mg } C_6-C_{35}/\text{kg TS}$ ) ikke kunne overholde et kriterium på  $25 \text{ mg } >C_{10}-C_{25}/\text{kg}$ .

Let forurenede jorder med under  $100 \text{ mg/kg } C_6-C_{35}/\text{kg TS}$  vil tillige ikke kunne overholde et kriterium på  $25 \text{ mg } C_{10}-C_{15}/\text{kg TS}$ . Derimod ville let forurenede jorder, der overholdt kravet om  $<100 \text{ mg } C_6-C_{35}/\text{kg TS}$ , også kunne overholde et krav om højst  $30-35 \text{ mg } <C_{10}-C_{15}/\text{kg TS}$ .

## 5. Diskussion

Tages udgangspunkt i jordkvalitetskriterierne, Tabel 3, og hidtidig administrativ praksis, Tabel 6, kan opstilles en række forskellige muligheder for reformulering af jordkvalitetskriterierne, se Tabel 9, i form af sum og fraktioner af kulbrinter.

Tabel 9  
 Muligheder for reformulering af jordkvalitetskriterier (mg/kg TS) for sum og fraktioner af kulbrinter i olie- og/eller benzinforurenet jord, analyse efter AnalyCen metoden.

Fraktionsbetegnelse	Flygtige	Lette		Tunge	Sum
		$C_6-C_{10}$	$>C_{10}-C_{15}$		
A Krav til petroleum vejer tungest og ingen supplerende fraktionsopdeling, Tabel 5 forslaget	25	25		150	150
B Krav til petroleum vejer tungest og supplerende fraktionsopdeling	25	25	75	150	150
C Hidtidig administrativ praksis vejer tungest og ingen supplerende fraktionsopdeling	25	100		150	150
D Hidtidig administrativ praksis vejer tungest og supplerende fraktionsopdeling	25	50	50	150	150
E Hidtidig administrativ praksis og produktsammensætning vejer tungest, supplerende fraktionsopdeling	25	45	45	150	150
F Hidtidig administrativ praksis og sammensætning i forurenet jord vejer tungest, supplerende fraktionsopdeling	25	35	55	150	150

**Mulighed A** vil medføre en betydelig skærpelse af beskyttelsesniveauet set i forhold til den nuværende administrative praksis som beskrevet i Tabel 6, når det drejer sig om forurening med frisk diesel-, fyrings-, smøre- og motorolie, se produktsammensætningen i Tabel 7.

**Mulighed B** vil betyde en mindre, men stadig væsentlig skærpelse for forurening med frisk diesel- og fyringsolie.

**Mulighed C** vil give et beskyttelsesniveau svarende til den nuværende administrative praksis som beskrevet i Tabel 6 for forurening med diesel- og fyringsolie, men en lille lempelse, når sammensætningen af frisk diesel- og fyringsolie inddrages, se produktsammensætningen i Tabel 7. Mulighed C vil medføre en meget betydelig lempelse, når der er tale om forurening med petroleum, idet der gives mulighed for op til 100 mg  $C_{10}-C_{15}$ /kg TS.

Det skal bemærkes, at fraktionen  $C_{10}-C_{15}$  ikke forventes at være væsentligt forskellig for en oprindelse fra petroleum, dieselolie eller fyringsolie. Det skal endvidere bemærkes, at fraktionen  $C_{10}-C_{15}$  har vist sig at være udvaskelig i betydelig grad.

**Mulighed D** vil give et beskyttelsesniveau svarende til den nuværende administrative praksis som beskrevet i Tabel 6 for forurening med diesel- og fyringsolie, men en lille lempelse, når sammensætningen af frisk diesel- og fyringsolie inddrages, se produktsammensætningen i Tabel 7. Mulighed D vil medføre en betydelig lempelse, når der er tale om forurening med petroleum, idet der gives mulighed for op til 50 mg  $C_{10}-C_{15}$ /kg TS. Beskyttelsesniveauet

for forurening med frisk diesel- og fyringsolie vil være rummeligt, se produktsammensætningen i Tabel 7.

**Mulighed E** vil give et beskyttelsesniveau svarende til den nuværende administrative praksis for forurening med frisk diesel- og fyringsolie, idet interval kriterierne reflekterer den gennemsnitlige sammensætning af olieprodukterne, se produktsammensætningen i Tabel 7, hvor det inddrages, at 90 % af frisk diesel- og fyringsolie ligger i intervallet  $>C_{10}-C_{20}$ , samt at 40-50 % heraf ligger i hver af fraktionerne  $>C_{10}-C_{15}$  og  $>C_{15}-C_{20}$ . Når der er tale om forurening med petroleum, er der tale om en lempelse, idet der gives mulighed for op til 45 mg  $C_{10}-C_{15}$ /kg TS.

**Mulighed F** vil give et beskyttelsesniveau svarende til den nuværende administrative praksis for forurening med frisk diesel- og fyringsolie, idet der fastholdes et samlet kriterium på 90 mg  $>C_{10}-C_{20}$ /kg TS svarende til den gennemsnitlige sammensætning af olieprodukterne, se produktsammensætningen i Tabel 7. Intervalfordelingen justeres til at reflektere kulbrintefordelingen i let forurenede jorder, se Tabel 8, primært af hensyn til at fastholde beskyttelsesniveauet for petroleum i så høj grad som muligt. For intervallet  $>C_{15}-C_{20}$  giver forslaget et rummeligt kriterium, se Tabel 8, for let forurenede jorder. Når der er tale om forurening med petroleum, er der tale om en mindre lempelse, idet der gives mulighed for op til 35 mg  $C_{10}-C_{15}$ /kg TS

#### **Mulighederne på tværs**

Mulighederne A og B vil føre til en væsentlig skærpelse af beskyttelsesniveauet set i forhold til den nuværende administrative praksis i relation til jordforureninger med frisk diesel- og fyringsolie. For jordforureninger med petroleum er beskyttelsesniveauet uændret.

Mulighederne C og D vil give et beskyttelsesniveau svarende til den nuværende administrative praksis for forurening med diesel- eller fyringsolie, men en lille lempelse, når sammensætningen af frisk diesel- og fyringsolie inddrages, og en lempelse af beskyttelsesniveauet for let forurenede jorder. Disse muligheder vil begge give betydelig lempelse for petroleum.

Mulighederne E og F giver et næsten uændret beskyttelsesniveau for forurening med henholdsvis frisk diesel- og fyringsolie og for let forurenede jorder. Der er i begge muligheder en lempelse af beskyttelsesniveauet, når der er tale om forurening med petroleum, samt muligvis også for blandingsforurening og forurening uden kendt kilde, idet der gives mulighed for øget indhold af  $C_{10}-C_{15}$  fraktionen.

Det kan ikke anbefales, at der opstilles et supplerende jordkvalitetskriterium for fraktionen  $C_{10}-C_{15}$  formuleret som f.eks. stammende fra petroleum, idet beskrivelsen af en kulbrinteforurening som stammende fra petroleum i mange tilfælde vil være subjektiv snarere end målbar (objektiv).

Det vurderes derfor samlet, at forslag F giver den bedste integration af gældende kriterier (særligt for petroleum), hidtidig administrativ praksis (særligt for diesel- og fyringsolie), sammensætningen af kulbrinter i friske olie- og benzinprodukter, samt sammensætningen af kulbrinter i uforurenede, diffust forurenede og lettere forurenede jord. Forslaget giver mulighed for en objektiv kontrol af kriterieoverholdelse direkte ud fra de analyseresultater, der

modtages fra laboratoriet. Forslaget giver tillige mulighed for objektivt at kontrollere kriterieoverholdelse for blandingsforureninger, forvitrede forureninger og forureninger uden kendt kilde/type af olie- eller benzinprodukt.

Jordkvalitetskriterierne for  $C_6-C_{10}$ ,  $>C_{20}-C_{40}$  og  $C_6-C_{40}$  berøres ikke af forslaget, ligesom jordkvalitetskriterierne for enkeltforbindelser stammende fra forurening med olie- og benzinprodukter ikke berøres.

## 6. Forslag til reformulering af jordkvalitets- og afskæringskriterier

I Tabel 10 er vist et forslag til reformulering af jordkvalitets- og afskæringskriterier for sum og fraktioner af kulbrinter fra olie – og/eller benzinprodukter i jord baseret på forslag F ovenfor. Forslaget er udarbejdet på baggrund af undersøgelserne i projektet *Olie i jord* /1/, diskussion og vurderingerne i dette memo, samt kommentarer fra projektets følgegruppe og Miljøstyrelsen til det først fremsatte forslag og til dette memo.

Hvis det besluttes at tillægge de enkelte hensyn (formulerede jordkvalitetskriterier, administrativ praksis, produktsammensætning og sammensætning af kulbrinter i jorder) beskrevet i Kapitel 4 en anden vægt end angivet her, kan værdier svarende til de øvrige forslag vælges.

Tabel 10

Forslag til reformulering af kriterier for sum og fraktioner af kulbrinter fra olie- og/eller benzinprodukter.

Stofnavn	CAS-nr	Jordkvalitets- kriterie mg/kg	Afskærings- kriterie mg/kg	Grundvands- kvalitetskriterie µg/ liter	Luftkvalitets- kriterie, afdampning mg/m <sup>3</sup>
<b>Olie- og/eller benzinprodukter<sup>a</sup></b>					
$C_6-C_{10}$ kulbrinter		25 <sup>b</sup>	-	-	-
$>C_{10}-C_{15}$ kulbrinter		35 <sup>b</sup>	-	-	-
$>C_{15}-C_{20}$ kulbrinter		55 <sup>b</sup>	-	-	-
$>C_{20}-C_{40}$ kulbrinter		150 <sup>b, c</sup>	450 <sup>b, c, e</sup>	-	-
Sum af kulbrinter, $C_6-C_{40}$		150 <sup>b, c, d</sup>	450 <sup>b, c, d, e</sup>	9	0,1

<sup>a</sup>: Foruden kriterier for sum og fraktioner af kulbrinter skal kriterier for enkeltkomponenter og sum heraf, der kan forekomme i olie- og/eller benzinprodukter overholdes: benzen, toluen, xylener, alkylbenzener, 1,2-dibrom- og 1,2-dichlorethan, MTBE, tetraethyl- og tetramethylbly, samt PAH

<sup>b</sup>: analysen skal udføres efter den af Miljøstyrelsen anviste metode

<sup>c</sup>: der kan ses bort fra bidrag af biogene kulbrinter bestemt som i den af Miljøstyrelsen anviste metode

<sup>d</sup>: både kriterier for de enkelte kulbrinterfraktioner og kriteriet for sum af kulbrinter skal være opfyldt samtidig

<sup>e</sup>: Jordkvalitetskriterierne for kulbrinter fra olie- og/eller benzinprodukter op til  $C_{20}$  skal samtidig være overholdt.

## Referencer

1. Grøn, C., Boerling, P., Andersen, L., Cøhr, K-H., Hansen, J B, Oberender, A., Nissen, S. V., Lund, U. O., and Falkenberg, J. Olie i jord - forslag til analysemetode og justering af jordkvalitetskriterier, samt grundlag for afskæringskriterier. Udkast. 2007. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt.
2. Miljøstyrelsen. Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord. 1-12-2005.
3. Miljøstyrelsen. Kemisk profil over sammensætningen af olie og benzin. Udkastrapport . 2006.
4. Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group. Composition of petroleum mixtures. Potter, T. L. and Simmons, K. E. 2. 1998.

