

Udskriftsdato: mandag den 12. januar 2026

VEJ nr 9075 af 11/03/2008 (Gældende)

## Vejledning om strandrensning

Ministerium: Miljø- og Ligestillingsministeriet

Journalnummer: Miljømin.,  
Miljøstyrelsen, j.nr. MST-451-00015

# Vejledning om strandrensning

Februar 2008

## Indholdsfortegnelse

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vejledning om strandrensning</b>                                     | <b>1</b>  |
| <b>Indholdsfortegnelse</b>                                              | <b>2</b>  |
| <b>Forord</b>                                                           | <b>6</b>  |
| <b>Sammenfatning</b>                                                    | <b>7</b>  |
| <b>Summary</b>                                                          | <b>9</b>  |
| <br>                                                                    |           |
| <b>1. Indledning</b>                                                    | <b>11</b> |
| <br>                                                                    |           |
| <b>2. Ansvarsfordeling</b>                                              | <b>12</b> |
| 2.1. Ansvarsfordeling for bekæmpelse/sanering og beredskab              | 12        |
| 2.2. Rapportering af observeret forurening                              | 13        |
| 2.3. Beredskabsaktivering                                               | 13        |
| 2.4. Supplerende assistance                                             | 14        |
| 2.5. Indsatsens afslutning                                              | 14        |
| <br>                                                                    |           |
| <b>3. Retningslinier for opstilling af kommunale beredskabsplaner</b>   | <b>16</b> |
| 3.1. Beredskabsplanens geografiske omfang og indhold                    | 16        |
| 3.2. Organisationsforhold                                               | 18        |
| 3.3. Beredskabets opbygning og funktion                                 | 19        |
| 3.4. Beredskabets personel og materiel                                  | 19        |
| 3.5. Forureningsbekæmpelse i havne                                      | 20        |
| 3.6. Rengøring af materiel                                              | 21        |
| 3.7. Underretning om beredskabsplanen og dennes ajourføring             | 21        |
| <br>                                                                    |           |
| <b>4. Fordeling af udgifter</b>                                         | <b>22</b> |
| 4.1. Udgifter til beredskab                                             | 22        |
| 4.2. Udgifter til bekæmpelses- og saneringsforanstaltninger             | 22        |
| 4.3. Refusion af udgifter til bekæmpelses- og saneringsforanstaltninger | 23        |
| <br>                                                                    |           |
| <b>5. Eksempler på Olieforureninger</b>                                 | <b>24</b> |
| 5.1. Danske Farvande                                                    | 24        |
| 5.1.1. <i>JAN i Kattegat</i>                                            | 24        |
| 5.1.2. <i>BALTIC CARRIER i Østersøen</i>                                | 24        |
| 5.2. Udenlandske Farvande                                               | 25        |
| 5.2.1. <i>TORREY CANYON i den Engelske Kanal</i>                        | 25        |
| 5.2.2. <i>AMOCO CADIZ i den Engelske Kanal</i>                          | 26        |
| 5.2.3. <i>“Blow out” i EKO-FISK feltet</i>                              | 26        |
| 5.2.4. <i>EXXON VALDEZ, Alaska</i>                                      | 27        |
| 5.2.5. <i>ERIKA i den Biscayiske bugt</i>                               | 27        |
| <br>                                                                    |           |
| <b>6. Olietyper og olies fysiske egenskaber</b>                         | <b>28</b> |

|           |                                                                  |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.1.      | Råolier og olieprodukter                                         | 28        |
| 6.1.1.    | <i>Lette, mellemtunge og tunge olier</i>                         | 28        |
| 6.1.2.    | <i>Databaser over oliers egenskaber</i>                          | 29        |
| 6.2.      | Eksempler på råolier og olieprodukter                            | 30        |
| 6.2.1.    | <i>Råolier</i>                                                   | 31        |
| 6.2.2.    | <i>Olieprodukter</i>                                             | 32        |
| 6.3.      | Nogle fysiske egenskaber                                         | 34        |
| 6.3.1.    | <i>Viskositet</i>                                                | 35        |
| 6.3.2.    | <i>Pour point</i>                                                | 35        |
| 6.3.3.    | <i>Massefylde (vægtfylde), specifik massefylde, "grader API"</i> | 36        |
| 6.3.4.    | <i>Overfladespænding</i>                                         | 37        |
| 6.3.5.    | <i>Opløselighed i vand</i>                                       | 37        |
| 6.3.6.    | <i>Fordampning</i>                                               | 37        |
| 6.3.7.    | <i>Flammepunkt (Flash point)</i>                                 | 37        |
| <b>7.</b> | <b>Spredning og omdannelse af olie</b>                           | <b>39</b> |
| 7.1.      | Spredning af olie på havet                                       | 39        |
| 7.1.1.    | <i>Spredning og mængden af spildt olie</i>                       | 39        |
| 7.1.2.    | <i>Oliens drift med vind og strøm</i>                            | 40        |
| 7.2.      | Omdannelse, forvitring                                           | 40        |
| 7.2.1.    | <i>Fordampning</i>                                               | 40        |
| 7.2.2.    | <i>Opløsning af olie i vandet</i>                                | 41        |
| 7.2.3.    | <i>Naturlig dispergering</i>                                     | 41        |
| 7.2.4.    | <i>Emulsionsdannelse</i>                                         | 41        |
| 7.2.5.    | <i>Sedimentering</i>                                             | 42        |
| 7.2.6.    | <i>Naturlig nedbrydning af olie</i>                              | 43        |
| <b>8.</b> | <b>Biologiske skadevirkninger</b>                                | <b>45</b> |
| 8.1.      | Skader på fugle                                                  | 45        |
| 8.2.      | Fysiske skader på marine organismer                              | 46        |
| 8.3.      | Giftvirkninger på marine organismer                              | 46        |
| 8.3.1.    | <i>Akutte giftvirkninger</i>                                     | 46        |
| 8.3.2.    | <i>Ikke-akutte giftvirkninger</i>                                | 46        |
| 8.3.3.    | <i>Akkumulering af oliekulbrinter</i>                            | 47        |
| 8.4.      | Oliekulbrinter i fødevarer                                       | 47        |
| 8.5.      | Olieforurening og havbrug                                        | 47        |
| 8.6.      | Særligt sårbare områder                                          | 47        |
| 8.6.1.    | <i>Ramsarområder og Natura 2000 områder</i>                      | 47        |
| 8.6.2.    | <i>Gydepladser for sild</i>                                      | 48        |
| 8.6.3.    | <i>Fugle på havet</i>                                            | 48        |
| 8.6.4.    | <i>Sæler og kystfugle</i>                                        | 48        |
| <b>9.</b> | <b>Materiel</b>                                                  | <b>49</b> |
| 9.1.      | Spærringer                                                       | 49        |
| 9.1.1.    | <i>Spærringer på åbent vand</i>                                  | 51        |
| 9.1.2.    | <i>Spærringer til brug i beskyttede vandområder</i>              | 51        |
| 9.1.3.    | <i>Strandflydespærringer</i>                                     | 51        |

|            |                                                              |           |
|------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 9.1.4.     | <i>Improviserede spærringer</i>                              | 52        |
| 9.1.5.     | <i>Spærringer med opsugningsmiddel</i>                       | 52        |
| 9.2.       | Olieoptagere/Skimmere                                        | 55        |
| 9.2.1.     | Læbeskimmer (vandfalds-skimmer)                              | 55        |
| 9.2.2.     | <i>Oleofile skimmere</i>                                     | 56        |
| 9.2.3.     | <i>Vakuumskimmere/Slamsugere</i>                             | 58        |
| 9.2.4.     | <i>Opsugningsmidler</i>                                      | 59        |
| 9.3.       | Pumper                                                       | 60        |
| 9.4.       | Dispergeringsmidler                                          | 60        |
| 9.5.       | entreprenørmaskiners anvendelse til strandrensning           | 61        |
| 9.6.       | Rensning af materiel                                         | 63        |
| <b>10.</b> | <b>Prøvetagning</b>                                          | <b>65</b> |
| 10.1.      | Generelt                                                     | 65        |
| 10.2.      | Prøvetagning                                                 | 66        |
| 10.3.      | Prøvevolumen                                                 | 67        |
| 10.4.      | Prøvebeholder                                                | 67        |
| 10.5.      | Påfyldning og opbevaring af prøvebeholder                    | 68        |
| 10.6.      | Emballering af prøvetagningsklud, fjer eller pelshår         | 68        |
| 10.7.      | Mærkning af olieprøver                                       | 68        |
| 10.8.      | Rapport                                                      | 69        |
| 10.9.      | Pakning og forsendelse af olieprøver                         | 69        |
| 10.10.     | Prøvetagning af olie på vand                                 | 69        |
| 10.11.     | Prøvetagning af olie på strand/nær land                      | 71        |
| 10.12.     | Prøvetagning af olie på fugle og andre dyr                   | 72        |
| 10.13.     | Retslig efterforskning                                       | 72        |
| 10.14.     | Andre metoder til brug for identificering og efterforskning. | 72        |
| 10.14.1.   | <i>Visuel Observation</i>                                    | 72        |
| 10.14.2.   | <i>Remote Sensing (fjernovervågning)</i>                     | 72        |
| 10.14.3.   | <i>Modellering af spildt olies adfærd</i>                    | 73        |
| <b>11.</b> | <b>Arbejdssikkerhed og sundhedsfare</b>                      | <b>74</b> |
| 11.1.      | Indledning                                                   | 74        |
| 11.2.      | Oliens skadevirkninger på mennesker                          | 74        |
| 11.2.1.    | <i>Kontakt med huden</i>                                     | 74        |
| 11.2.2.    | <i>Indånding og indtagelse</i>                               | 75        |
| 11.3.      | Beklædning                                                   | 75        |
| 11.4.      | Beskyttelse mod hudkontakt                                   | 76        |
| 11.5.      | Beskyttelse mod indånding                                    | 76        |
| 11.5.1.    | <i>Luftforsynet åndedrætsværn</i>                            | 77        |
| 11.5.2.    | <i>Filtrerende åndedrætsværn</i>                             | 77        |
| 11.6.      | Ulykkesrisici                                                | 77        |
| 11.7.      | Sikkerhedsudstyr                                             | 78        |
| 11.8.      | Personlig rensning                                           | 78        |
| 11.8.1.    | <i>Delvis rensning</i>                                       | 78        |
| 11.8.2.    | <i>Komplet rensning</i>                                      | 78        |
| 11.9.      | Brand- og eksplosionsfare                                    | 79        |

|                         |                                                                 |           |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 11.10.                  | Mandskabsrum                                                    | 79        |
| 11.11.                  | Sikkerhedsplan                                                  | 79        |
| 11.12.                  | Beredskabsplan                                                  | 79        |
| 11.13.                  | Instruktion og information                                      | 79        |
| 11.14.                  | Forslag til instruktionsprogram                                 | 80        |
| <i>A. Teoretisk del</i> |                                                                 | 81        |
| <i>B. Praktisk del</i>  |                                                                 | 81        |
| <b>12.</b>              | <b>Rensning af olieforurenede kyster</b>                        | <b>83</b> |
| 12.1.                   | Generelle forholdsregler                                        | 83        |
| 12.1.1.                 | <i>Tilkørselsveje</i>                                           | 83        |
| 12.1.2.                 | <i>Rydning af spor på olieforurenede strand</i>                 | 83        |
| 12.1.3.                 | <i>Rensepladser til materiel og bortskaffelse</i>               | 84        |
| 12.1.4.                 | <i>Forebyggelse mod yderligere spredning af olien</i>           | 84        |
| 12.1.5.                 | <i>Fjernelse af strandingsgods inden olien når kysten</i>       | 84        |
| 12.1.6.                 | <i>Sortering af olietilsølet materiale fra stranden</i>         | 84        |
| 12.1.7.                 | <i>Afspærring af stranden</i>                                   | 85        |
| 12.1.8.                 | <i>Beskyttelse af transportkøretøjer</i>                        | 85        |
| 12.1.9.                 | <i>Arbejdssikkerhed og sundhedsfare</i>                         | 85        |
| 12.1.10.                | <i>Indhentning af tilladelser</i>                               | 85        |
| 12.2.                   | Oliens spredning og kysternes sårbarhed                         | 86        |
| 12.3.                   | Kysttyper                                                       | 87        |
| 12.4.                   | Prioritering af renseindsatsen på kysterne                      | 87        |
| 12.5.                   | Baggrund for at kunne gennemføre en prioritering af indsatsen   | 87        |
| 12.5.1.                 | <i>Kystklassificering</i>                                       | 88        |
| 12.6.                   | Remobilisering af allerede strandet olie                        | 90        |
| 12.7.                   | Andre faktorer, der har betydning for prioritering af indsatsen | 94        |
| 12.7.1.                 | <i>Ressourcebaseret prioritering</i>                            | 94        |
| 12.8.                   | Prioritering af indsatsen, sammendrag                           | 96        |
| 12.9.                   | Sandstrand                                                      | 97        |
| 12.9.1.                 | <i>Olies spredning på sandstrand</i>                            | 97        |
| 12.9.2.                 | <i>Forebyggelse af olieforurening af sandstrand</i>             | 98        |
| 12.9.3.                 | <i>Rensning af sandstrand</i>                                   | 98        |
| 12.10.                  | Stenstrand                                                      | 100       |
| 12.10.1.                | <i>Olies spredning på stenstrand</i>                            | 101       |
| 12.10.2.                | <i>Forebyggelse af olieforurening af stenstrand</i>             | 101       |
| 12.10.3.                | <i>Rensning af stenstrand</i>                                   | 102       |
| 12.11.                  | Strandeng og marsk                                              | 103       |
| 12.11.2.                | <i>Olies spredning på marsk og strandeng</i>                    | 104       |
| 12.11.3.                | <i>Forebyggelse af olieforurening af marsk og vade</i>          | 105       |
| 12.11.4.                | <i>Rensning af marskområder</i>                                 | 106       |
| 12.11.5.                | <i>Rensning af vade</i>                                         | 106       |
| 12.11.6.                | <i>Efterrensning af marsk og vade</i>                           | 107       |
| 12.11.7.                | <i>Forebyggelse af olieforurening af strandeng</i>              | 107       |
| 12.11.8.                | <i>Rensning af strandenge</i>                                   | 107       |
| 12.11.9.                | <i>Efterrensning af strandenge</i>                              | 107       |
| 12.12.                  | Klippekyster, høfder og moler                                   | 108       |

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 12.12.1. Olies spredning på klippekyst                                  | 109        |
| 12.12.2. Forebyggelse af olieforurening af klippekyst                   | 109        |
| 12.12.3. Rensning af klippekyst                                         | 109        |
| 12.12.4. Efterrensning af klippekyst                                    | 110        |
| 12.13. Klinter og skrænter                                              | 110        |
| 12.13.1. Rensning af klinter og skrænter                                | 110        |
| 12.14. Øer og holme m.m.                                                | 110        |
| 12.14.1. Rensning af øer og holme m.m.                                  | 110        |
| 12.15. Rapportering om forureningens omfang                             | 110        |
| <b>13. Fremme af den biologiske nedbrydning af olie</b>                 | <b>112</b> |
| 13.1. Naturlig biologisk nedbrydning af olieforurening                  | 112        |
| 13.1.1. Hvilke bestanddele af råolien kan nedbrydes af bakterier?       | 113        |
| 13.1.2. Forhold af betydning for den biologiske nedbrydning af olie     | 113        |
| 13.2. Anvendelse af biologisk oprensning                                | 114        |
| 13.2.1. Vurdering af om biologisk oprensning er anvendelig              | 114        |
| 13.2.2. Planlægning af den biologiske oprensning                        | 118        |
| 13.2.3. Prøvetagnings- og overvågningsplan                              | 119        |
| <b>14. Ilanddrevne tromler m.v.</b>                                     | <b>121</b> |
| 14.1. Ilanddrevne tromler, beholdere, kasser og lignende strandingsgods | 121        |

## Forord

Med udsendelsen af denne vejledning om strandrensning efter olieforurening imødekommer Miljøstyrelsen et ofte udtalt ønske om en revision og opdatering af 2 tidligere vejledninger om strandrensning. Der er tale om henholdsvis Miljøstyrelsens vejledning Nr. 1 fra 1987 »Strandrensning I«, som indeholder vejledende retningslinier for indholdet af beredskabsplaner for strandrensning, som kommunerne i henhold til lov om beskyttelse af havmiljøet er pålagt at udarbejde, og Miljøstyrelsens vejledning Nr. 6 fra 1982 »Strandrensning II«, som behandler tekniske og økologiske sider af en strandrensning.

»Vejledning om strandrensning« erstatter herefter de tidligere vejledninger »Strandrensning I« og »Strandrensning II«.

Vejledningen findes elektronisk på Retsinformation samt Miljøstyrelsens hjemmeside.

## Sammenfatning

Vejledningen gennemgår i kapitel 2 myndighedernes ansvars- og opgavefordeling i tilfælde af forurening af havet og forurening af kyster og strande samt havne. I kapitel 3 gives en række retningslinier for opstilling af kommunale beredskabsplaner for sanering af kyster, strande og havne. I kapitel 4 er redegjort for de fastsatte regler for fordeling af udgifter til beredskab og bekæmpelsesforanstaltninger mellem de implicerede myndigheder.

I kapitel 5 er kort beskrevet nogle af de mest betydningsfulde sager om olieforureninger fra de seneste 35 år. Her illustreres forskellige rensningsaktioner og effekter af olieforurening. Dette skal give indblik i diversiteten af olieforurening og anskueliggøre erfaringer fra tidligere håndtering af olieforureninger fx vigtigheden af beredskabsplaner.

Kapitlerne 6-13 er bygget op omkring beskrivelser af forskellige strandrensningsmetoder anvendt på givne kyststrækninger i relation til disses geologiske udformning, biologiske sårbarhed, olieuheldets størrelse og art m.v.

Vejledningens sigte er at anvise strandrensningsmetoder, som tager størst mulig hensyn til de forskellige kysttypers sårbarhed over for olieforurening og over for selve rensningsarbejdet.

Tidligere olieforureninger har vist, at forureningens karakter, og dermed de mest hensigtsmæssige rensningsmetoder, varierer fra det ene tilfælde til det andet. Da det derfor er umuligt at opstille detaljerede retningslinier for rensningsarbejdet efter enhver tænkelig olieforurening af en kyststrækning, må der ved hver enkelt olieforurening foretages en vurdering af, hvilke rensningsmetoder og bortskaffelsesmetoder, der vil være de bedst egnede.

Som støtte for denne vurdering er der i kapitel 6 foretaget en gennemgang af oliens fysiske egenskaber af betydning for blandt andet spredning og omdannelse på kysten. Dette er yderligere uddybet i kapitel 7, hvor det er beskrevet, hvorledes det må forventes, at forskellige olietyper under forskellige forhold vil blive omdannet og spredt på havet. I kapitel 8 er de biologiske skadevirkninger af olien kort gennemgået. Baggrunden herfor er blandt andet, at de potentielle biologiske skadevirkninger har betydning for, hvordan oprensningen skal gribes an, samt for hvilke kystområder, der skal søges beskyttet bedst muligt.

Selve rensningen af kyststrækningerne er gennemgået i kapitel 12. I dette kapitel er der desuden en beskrivelse af, hvordan det kan prioriteres, hvilke kyststrækninger, der skal søges beskyttet bedst muligt i tilfælde af et oliespil, samt, hvilke kyster, der så vidt muligt skal renses først for at få den bedste udnyttelse af ressourcerne. Kapitlet indeholder desuden en gennemgang af rensningen for olie på de enkelte kysttyper, og det er beskrevet, hvordan en eventuel efterrensning kan gribes an.

Den naturlige biologiske nedbrydning af olie kan på forskellig måde fremmes. Fremme af den biologiske nedbrydning kan være en hensigtsmæssig måde at efterrense en kyststrækning på, ligesom det i nogle tilfælde kan være den primære rensningsmetode. Dette er behandlet i kapitel 13. Fremme af den biologiske nedbrydning kræver, at der udarbejdes en detaljeret plan for gennemførelsen og monitoreringen af rensningen.

Kapitel 9 indeholder en beskrivelse af forskelligt materiel til anvendelse ved rensning af kyster. Der er i kapitlet dels gennemgået hvilket specialudstyr, der kan anvendes, ligesom det er gennemgået, hvorledes almindeligt entreprenørmateriel kan anvendes.

Ud over at olien udgør en fare for miljøet, er der arbejdssikkerhedsmæssige og sundhedsmæssige forholdsregler, der må iagttages for at undgå at de personer, der deltager i rensningsarbejdet og håndterer den opsamlede olie, pådrager sig skader eller sygdomme. Der er derfor i vejledningen medtaget et særligt kapitel om arbejdssikkerhed og sundhedsfare i forbindelse med oprensning af visse typer af olieprodukter (kapitel 11).

Identifikation af forureneren og bevisførelse i en erstatnings/straffesag er et emne, der i de senere år har været genstand for megen opmærksomhed, ligesom en betragtelig udvikling har fundet sted indenfor dette område. Disse forhold afspejles i det reviderede kapitel 10 om prøvetagning.

Uanset at vejledningen alene omhandler bekæmpelse af forureninger forårsaget af olie, giver kapitel 14 en kort beskrivelse af, hvorledes der bør forholdes i tilfælde af ilanddrevne tromler, beholdere, kasser og lignende strandingsgods.

## Summary

The Danish Environmental Protection Agency has prepared the present updated guideline for cleaning of oil contaminated beaches and other coastal areas. The main target group for this guideline is local municipalities holding responsibility for coastal cleaning in case of oil contamination of coastal areas.

In chapter 2 of the present guideline, the general delegation of responsibility in case of pollution of the sea, of coasts, beaches and harbours is described. Chapter 3 gives a number of guidelines for municipal contingency plans for remediation of coasts, beaches and harbours after oil pollution. Chapter 4 describes the rules laid down concerning distribution of expenses for emergency preparedness and control measures between the authorities involved.

Chapter 5 gives a short description of some of the most important oil pollution incidents during the last 35 years. The chapter exemplifies different cleaning actions and effects of oil contamination. This will give an insight in the diversity of oil contamination and illustrate the experiences from previous oil contamination e.g. the importance of alert plans.

Chapters 6-13 include descriptions of different beach cleaning methods used for certain stretches of coast in relation to the stretches' geologic shape, biological vulnerability and the size and type of the oil spill etc.

The aim of the guidelines is to point out beach cleaning methods that pay as much attention as possible to the vulnerability of the different coast types to oil pollution and the cleaning work.

Previous oil pollution incidents have shown that the character of the pollution and consequently the most effectual cleaning methods vary from incident to incident. As this makes it impossible to draw up detailed guidelines for cleaning work covering any conceivable oil pollution incident at a stretch of coast, an assessment must be made for each oil pollution incident stating which cleaning and disposal methods will be most suitable.

To support this assessment, the physical properties of significance for spreading and transformation of different oil types on the beach, are reviewed in chapter 6. This is further detailed in chapter 7, where it is described, how it must be expected that spilled oil will be degraded and spread after spills at sea. Biological impacts of oil pollution are outlined in chapter 8. The background for this is that knowledge of the potential biological harmful effects influences how the cleaning must be approached, and which coast lines must given priority to protection against the spilled oil.

The clean up of the different coast types are described in chapter 12. Moreover this chapter includes a description of how it can be prioritised which coast lines should be protected first in case of threatening oil pollution and which coast lines should be given high priority regarding cleaning after an oil pollution has occurred. The chapter also includes a more detailed review of cleaning methods for different coast types, and it is described how after-cleaning could be accomplished.

Natural biological degradation of oil can be stimulated, and stimulation of the natural biological oil degradation can be a suitable way to »polish« the coast after traditional mechanical cleaning. Moreover, stimulation of the natural oil degradation, in special cases may be the most appropriate and environmentally sound way, even as the only cleaning measure applied. Stimulation of the natural biological degradation of oil is dealt with in chapter 13. It is emphasized that application of this measure demands detailed planning and monitoring.

Chapter 9 includes a description of material and equipment suitable for oil recovering, protection and cleaning. The chapter describes both special equipment as well as the use of current contractors' machinery.

The oil does not only constitute a danger to the environment - there are also occupational safety and health related measures which have to be observed to avoid that the people taking part in the cleaning work and handling of the collected oil are injured or become ill. Therefore, chapter 11 of the guidelines includes a special paragraph on occupational safety and health risks in connection with clean-up of certain types of oil products.

Identification of the polluter and production of evidence in an action for damages/criminal case are topics that have received much attention during recent years, just as a considerable development has taken place within this area. This situation is reflected in the revised chapter 10 on sampling.

Even though the present guideline only deals with oil pollution control, chapter 14 briefly describes the measures to be adopted in case of drums, tanks, boxes and similar wrecks being washed ashore.

## **1. Indledning**

Denne vejledning om strandrensning henvender sig til de kommunale myndigheder, der i henhold til § 35 i lovebekendtgørelse nr. 47 af 7. januar 2008 om beskyttelse af havmiljøet (havmiljøloven) er blevet pålagt at opstille et beredskab til sanering af kommunernes kyststrækninger i tilfælde af olie- og kemikalieforurening samt et beredskab til bekæmpelse af forurening i havne.

Med vejledningen tilsigtes det at lette arbejdet med opstilling af disse beredskabsplaner og støtte den praktiske udførelse af strandrensningen.

Vejledningen er en sammenskrivning af Miljøstyrelsens vejledning Nr. 1 fra 1987 »Strandrensning I - Vejledende retningslinier til kommunale beredskabsplaner for bekæmpelse af olie- og kemikalieforurening« og Miljøstyrelsens vejledning Nr. 6 fra 1982 »Strandrensning II – Teknisk og økologisk vejledning om metoder til forebyggelse, rensning og bortskaffelse af olie på strande«.

Udover den redaktionelle sammenskrivning er indholdet af Strandrensning I og Strandrensning II blevet revideret og suppleret på baggrund af de erfaringer, der er indhøstet indenfor området såvel nationalt som internationalt siden udgivelsen af de to vejledninger, herunder de erfaringer, der blev gjort i forbindelse med uheldet med tankskibet BALTIC CARRIER i marts 2001 som beskrevet i Beredskabsstyrelsens »Bekæmpelse af olieforurening efter BALTIC CARRIER – en tværgående evaluering og erfaringsopsamling, august 2001«.

Kapitlerne 1- 4 i vejledningen omhandler således samme emner som kapitlerne 1- 4 i Strandrensning I, medens kapitlerne 5 - 14 modsvarer emnerne i afsnittene 1-10 i Strandrensning II.

Det bemærkes, at vejledningen ikke vedrører forurening, der f.eks. stammer fra affaldsbortskaffelse af vragtømmer, fiskerkasser, plastikaffald m.v. Bekæmpelse af disse former for forurening forventes som hidtil at indgå som led i den almindelige kommunale strand- og havnerensning, jf. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1278 af 5. december 2006 om badevand og badeområder.

Endvidere kan der henvises til Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/1981 om bekæmpelse af ulovlige forureninger af vandløb, søer og kystnære dele af søterritoriet. Denne vejledning indeholder retningslinier for opsporing, rapportering og retsforfølgning med hensyn til forurening, der stammer fra land.

Under indtryk af den udvikling, der foregår, såvel med hensyn til arten af de stoffer, der kan udgøre en forureningstrussel som med hensyn til bekæmpelsesmetoder, er det Miljøstyrelsens hensigt at revidere denne vejledning i takt med eventuelle nye erfaringer, der indhøstes, hvorfor man skal opfordre de kommunale myndigheder og andre til at holde Miljøstyrelsen underrettet om forhold, der måtte kunne begrunde en revision af vejledningen.

## **2. Ansvarsfordeling**

### **2.1. Ansvarsfordeling for bekæmpelse/sanering og beredskab**

Forsvarsministeren forestår i samarbejde med redningsberedskabet og andre myndigheder, som ministeren bemyndiger dertil, bekæmpelse af olie- og kemikalieforurening af havet og kystnære dele af søterritoriet jf. havmiljølovens § 34.

I tilfælde af olie- eller kemikalieforurening forestås sanering af kyststrækninger og bekæmpelse af forurening i havne af kommunalbestyrelsen jf. havmiljølovens § 35, stk. 1.

Ansaret for den umiddelbare bekæmpelse af forurening fra boreplatforme, undersøiske rørledninger og lignende påhviler bevillingshaverne i samarbejde med Miljøstyrelsen jf. om bekendtgørelse nr. 395 af 17. juli 1984 om beredskab i tilfælde af forurening af havet fra visse havanlæg.

Ansaret for sanering af kyster og strande samt forureningsbekæmpelse i havne påhviler efter havmiljølovens § 35, stk. 1, i første række kommunalbestyrelsen. Skillelinien mellem de kystnære områder og kyster og strande er i denne forbindelse defineret som normalvandstandslinien, medens havne omfatter havnenes samlede ansvarsområder.

Det må således forudsættes, at den enkelte kommune ved opstilling af sin beredskabsplan tilstræber at kunne disponere over så meget mandskab og materiel, som vil være fornødent til sanering eller bekæmpelse af en forurening, der ikke er af et ekstraordinært stort omfang.

I tilfælde af særligt alvorlige og omfattende forureninger er der i lovens § 35, stk. 6, åbnet mulighed for, at forsvarsministeren kan bestemme, at sanering af kyststrækninger og bekæmpelse i havne skal ledes af forsvarsministeren.

For at give Forsvarsministeriet/Søværnets Operative Kommando mulighed for at varetage disse opgaver, er det pålagt kommunerne at underrette disse instanser om indholdet af kommunernes beredskabsplaner samt ændringer og tillæg til disse, jf. lovens § 35, stk. 4.

Som nævnt har kommunalbestyrelsen ligeledes ansvaret for, at der udarbejdes beredskabsplaner for bekæmpelse af forurening i havne i kommunen. Denne forpligtigelse omfatter såvel private som kommunale og statslige havne, bortset fra havne tilhørende forsvaret der selv påtager sig ansvaret for oprensning af havnene ved olie- og kemikalieforurening.

Kommunalbestyrelsen kan pålægge havnebestyrelsen at udarbejde en beredskabsplan og at drage omsorg for, at det nødvendige materiel er til rådighed, jf. lovens § 35, stk. 3.

Begrebet havnebestyrelse omfatter såvel de tilfælde, hvor en havn styres af en kommunalbestyrelse, et havneråd, en aktieselskabsbestyrelse eller lignende, som det er tilfældet, hvor havnen styres af en enkeltperson som ejer af denne.

## **2.2. Rapportering af observeret forurening**

Af de kommunale beredskabsplaner bør det jf. vejledningens kapitel 3 om retningslinier for opstilling af det kommunale beredskab fremgå, hvem der modtager og koordinerer meddelelser om en observeret eller truende forurening af kyster og strande.

I henhold til § 38 i lovbekendtgørelse nr. 47 af 7. januar 2008 om beskyttelse af havmiljøet skal ejere, brugere og førere af samt lodser på skibe straks indberette til Forsvarsministeren, såfremt der sker udtømmning eller dumpning, som er i strid med havmiljøloven eller omfattes af § 58. Endvidere skal der straks ske indberetning ved enhver form for kollision eller grundstødning, eller såfremt der af andre grunde er fare for udtømmning.

De ovenfor nævnte personer samt førere af luftfartøjer skal endvidere straks indberette til Forsvarsministeren, såfremt der fra skibet eller luftfartøjet iagttages væsentligt spild af olie eller skadelige flydende stoffer.

Havnebestyrelser skal ligeledes straks indberette til Forsvarsministeren, såfremt der i havnen iagttages væsentligt spild af olie eller skadelige flydende stoffer, og der er fare for forurening af havet.

I de i ovenfor nævnte tilfælde skal de nævnte personer efter anmodning give Forsvarsministeren eller den myndighed, ministeren bemyndiger dertil, alle oplysninger, som har betydning for iværksættelse af foranstaltninger for at forhindre eller bekæmpe forurening af havet.

Hvis Søværnets Operative Kommando har kendskab til en forurening på havet, og der er sandsynlighed for, at denne kan berøre en kyststrækning, vil Søværnets Operative Kommando alarmere myndighederne i de berørte kommuner. Herved kan det kommunale beredskab aktiveres med henblik på en hurtig iværksættelse af en strandrensningsaktion.

Såfremt kommunen observerer eller erfarer forurening på havet eller kysten, bør den foretage indberetning direkte til Søværnets Operative Kommando og Miljøstyrelsen.

## **2.3. Beredskabsaktivering**

Når der er indløbet melding om en aktuel eller truende forurening af kyster og strande, bør den ifølge beredskabsplanen ansvarlige instans underrette de i planen nævnte personer, myndigheder m.v., således

at beredskabet kan indsættes, og der kan træffes bestemmelse om, hvornår og i hvilket omfang en saneringsaktion skal iværksættes.

Ved vurderingen heraf bør der tages hensyn til følgende forhold:

- 1) Om der er risiko for, at yderligere forurening vil nå kysten.
- 2) Karakteren af forureningen, herunder om beskyttelse af menneskers sundhed samt dyre - og fugleliv betinger øjeblikkelig indsats. Der kan endvidere af hygiejniske og æstetiske grunde være behov for hurtigst muligt at fjerne døde fugle og fisk, der er blevet ofre for forureningen. I denne forbindelse skal bemærkes, at det er Statsskovdistriktet, der bemyndiger udvalgte personer med behørig legitimation til eventuel aflivning af olieforurenede fugle.
- 3) Omfanget af forureningen og generne ved denne, eventuelt om omfanget og generne ved forureningen er så ringe, at en saneringsaktion kan afvente den almindelige strandrensning, eller eventuelt helt undlades.

Ved en mindre forurening vil iværksættelsen og omfanget af saneringsaktionen påvirkes af tidspunktet for forureningen. Sker forureningen umiddelbart før eller under badesæsonen, vil hensynet til rekreative og turistmæssige interesser som regel betinge en øjeblikkelig og omfattende indsats til sanering af kyster og strande, jf. § 2, jf. § 10 i bekendtgørelse om badevand og badeområder.

Sker forureningen uden for badesæsonen, vil indsatsen, hvor der ikke er trusler mod fugle-, dyre - og planteliv, ofte kunne udstrækkes over en længere periode. Det vil endvidere her være muligt at afvente, at f.eks. sne og is er borte fra kyststrækningerne. Disse betragtninger kan naturligvis ikke føre til, at man undlader at iværksætte en saneringsaktion i håb om, at f.eks. en storm vil fjerne forureningen.

## **2.4. Supplerende assistance**

I forbindelse med en større forurening af havet kan det fra Søværnets Operative Kommandos side blive aktuelt at anmode politi og andre myndigheder om assistance af forskellig art.

Ved bekæmpelse af olie og kemikalier på havet kan der blive tale om iværksættelse af afværgeforanstaltninger fra land og på stranden for at bremse forureningen, inden den kommer op på selve stranden. Ansvar for denne del af bekæmpelsen påhviler Forsvarsministeriet, der efter nærmere vurdering vil anmode Beredskabsstyrelsen om bistand.

I tilfælde af særligt alvorlige og omfattende olieforureninger af kyster og strande f.eks. ved tankskibssuheld eller udslip fra boreplatforme vil det være hensigtsmæssigt, at Forsvarsministeriet har ledelsen af aktionen. Situationen vil typisk være den, at de kommunale myndigheder har ledelsen af den egentlige saneringsaktion på land, mens den overordnede koordination af indsatsen af ressourcer vil blive ledet af Forsvarsministeriet.

Vurderer den kommunale ledelse af en sanering eller bekæmpelsesaktion, at der er behov for yderligere assistance - herunder også fsva. materiel - end det, der lokalt er til rådighed, kan den kommunale ledelse anmode om bistand fra det statslige beredskab, herunder om lån af bekæmpelsesmateriel.

Anmodning om assistance, eventuelt lån af bekæmpelsesmateriel tilhørende det statslige beredskab, rettes til Søværnets Operative Kommando.

Søværnets Operative Kommando vil under hensyn til den foreliggende situation i hvert enkelt tilfælde vurdere, i hvor stor udstrækning det vil være muligt at imødekomme den modtagne anmodning om assistance og udlån af materiel.

I forbindelse med ydelse af assistance eller udlån betaler rekvirenten Søværnets Operative Kommando de til enhver tid gældende lejesatser.

## **2.5. Indsatsens afslutning**

Det påhviler den for aktionen ansvarlige ledelse sammen med kommunalbestyrelsen at vurdere, hvornår en bekæmpelses- og saneringsaktion kan betragtes som afsluttet på tilfredsstillende måde.

Alle i aktionen involverede personer, myndigheder m.v. orienteres herefter om indsatsens afslutning.

### **3. Retningslinier for opstilling af kommunale beredskabsplaner**

I medfør af havmiljølovens § 35, stk. 2, påhviler det kommunalbestyrelsen at udarbejde beredskabsplaner for sanering af kyster og strande samt havne.

Kommunalbestyrelsen underretter Forsvarsministeriet og Miljøstyrelsen om indholdet af beredskabsplanerne samt ændringer og tillæg til disse, jf. havmiljølovens § 35, stk. 4. Den kommunale beredskabsplan skal således ikke godkendes af Forsvarsministeriet/Miljøstyrelsen. Det påhviler endvidere kommunalbestyrelsen at fremsende beredskabsplanen til øvrige implicerede myndigheder til orientering.

I medfør af havmiljølovens § 36, stk. 1 er det i cirkulæreskrivelse nr. 14005 af 7. juli 1987 om udarbejdelse af kommunale beredskabsplaner til strandsanering m.v. fastsat, at de kommunale beredskabsplaner skulle foreligge senest den 31. december 1988.

I medfør af havmiljølovens § 36, stk. 1, fastsætter miljøministeren endvidere retningslinier for indholdet af de kommunale beredskabsplaner. Dette sker i det følgende.

Som det fremgår af de ledsagende kommentarer, er det ikke hensigten, at alle de nævnte retningslinier skal opfyldes i samtlige beredskabsplaner, men der må ved planens udarbejdelse tages stilling til, hvilke lokale forhold der efter kommunalbestyrelsens opfattelse især bør lægges til grund i en konkret bekæmpelses- og saneringssituation.

Vejledningen giver således visse retningslinier for planernes indhold, og peger på en række forhold, som særligt bør tages i betragtning under hensyn til de almindeligt forekommende forureningstyper sammenholdt med kommunens geografiske forhold.

#### **3.1. Beredskabsplanens geografiske omfang og indhold**

Der skal udarbejdes en plan, der omfatter hele kommunens kyststrækning. Der kan som supplement hertil udarbejdes delplaner for et særligt udsat område af kysten, idet sammenhængen med hele planen angives. Der henvises til afsnit

12.4. og efterfølgende afsnit om renseindsatsen.

En beredskabsplan som er udarbejdet for en havn, skal angive havnens samlede ansvarsområde.

I beredskabsplanen bør bl.a. indgå

- 1) Diagram over alarmeringsprocedure, herunder rækkefølge og form (mundtlig, telefonisk, telefax, radio, e-mail etc.).
- 2) Beskrivelse af varslingsfase (f.eks. til lokale fiskere, vildtkonsulenter, embedslæge).
- 3) Oversigt over kontaktmuligheder til relevante faglige myndigheder (arbejdstilsynet m. fl.) og fora samt internationale organisationer, som besidder særlig viden og relevante eksperter.
- 4) Oversigt over områder som er særligt følsomme over for forurening og kræver særlig beskyttelse
- 5) Beskrivelse/oversigt over mulige arbejdsopgaver (prioritering af indsatsen forskellige steder (jf. afsnit 12.4. - 12.8. ), dokumentation af beslutninger og af rekvisitioner, sikring af beviser gennem olieprøver m.v. samt kontakt til forsikringsselskaber, styring af entreprenører, kontakt til affaldsmodtagere, pressekontakt, kontakt til borgere, besvarelse af henvendelser) bl.a. til støtte for sammensætning af en stab (f.eks. repræsentanter fra ramte kommuner, skovdistriktet, politiet, Beredskabsstyrelsen, Søværnets Operative Kommando).
- 6) Liste over mulige lokaliteter i kommunen, der vurderes egnede til at fungere som kommandostation for staben.
- 7) Oversigter over materiel til bekæmpelse af olieforurening på vand og sanering af kyster, godkendte forbrændingsanlæg og modtagestationer samt egnede rensepladser for forurenede materiel.
- 8) Retningslinier for opsamling og bortskaffelse af olieaffald m.v., herunder hvor og hvorledes depoter kan etableres.

- 9) Procedurer for hurtig kontakt til relevant forsikringsselskab (ved kendt skadevolder).
- 10) Retningslinier for logføring (hændelses- og rekvisitionsregister), daglige situationsrapporter og sikring af dokumentation.
- 11) Retningslinier for koordinering af henvendelser fra private borgere og frivillige.
- 12) Retningslinier for intern orientering (nyheds- og informationsbreve til indsatspersonellet) samt kontakt til borgere, presse og media (pressetalsmænd, pressemøder, pressemeddelelser, anvendelse af hjemmeside).
- 13) Retningslinier og interval for opdatering af beredskabsplanen.
- 14) Procedurer for en evt. koordinering med nabokommune(r).

Beredskabsplanen bør også indeholde retningslinier for øvelse og uddannelse i håndtering af større forureningsulykker. Øvelses- og uddannelsesvirksomheden bør gennemføres på alle niveauer (kommune og evt. ved medvirken af det statslige beredskab) som totaløvelser med indsats af såvel stabsapparat som bekæmpelsespersonel og materiel eller som deløvelser (rene stabsøvelser, alarmeringsøvelser, rekognosceringsøvelser, materieløvelser, øvelser i bortskaffelse af affald, øvelser i kontakt til pressen etc.)

Som bilag til beredskabsplanen medtages et eller flere kortbilag over de pågældende kyststrækninger og havne med angivelse af:

- 1) Badestrande
- 2) Fredede arealer
- 3) Offentligt ejede arealer
- 4) Adgangsveje til stranden
- 5) Områder for vandindvinding (eventuelt med angivelse af grundvandsstrømning)
- 6) Områder for indtagelse af kølevand til f.eks. industrivirksomheder
- 7) Marinaer
- 8) Andre arealer, der skal tages særligt hensyn til, herunder f.eks. øvrige rekreative områder samt områder af særlige interesse for fugle- og fiskeyngel samt heder, strandenge, søer, moser og vandløb i henhold til naturbeskyttelsesloven.

På denne baggrund kan kommunalbestyrelsen foretage en prioritering af kyst- og strandområderne ud fra biologiske, geografiske, fredningsmæssige og rekreative forhold. Herved kan man på forhånd udvælge de områder, hvor en saneringsaktion bør indledes.

### **3.2. Organisationsforhold**

Det angives i planen, til hvilke myndigheder indberetning om ilanddrevet olie eller kemikalier skal foretages. Myndighedernes navn, adresse og telefonnummer anføres (Kontaktpersoner udenfor normal arbejdstid anføres med oplysning om telefonnummer). Det skal dog foreslås, at en enkelt myndighed udpeges til at modtage indberetningerne. Det påhviler herefter denne at videregive indberetninger til øvrige lokale myndigheder - f.eks. det lokale redningsberedskab, vej- og parkafdelingen samt Søværnets Operative Kommando/Miljøstyrelsen. Såfremt det vurderes, at der ligger strafbare forhold, bør politiet underrettes.

Såfremt den observerede forurening kan true kyst- og strandarealer i nabokommuner, påhviler det den pågældende myndighed at underrette nabokommunen herom.

Af denne grund må navn, adresse og telefonnummer på nabokommunens relevante myndigheder samt kontaktpersoner for henvendelser udenfor normal arbejdstid også anføres i planen. Øvrige kontaktpersoner, der kan være behjælpelig i den aktuelle situation, bør ligeledes angives.

I tilfælde af en større forurening på stranden skal den udpegede kommunale myndighed straks meddele dette til Søværnets Operative Kommando/Miljøstyrelsen.

På samme måde skal Søværnets Operative Kommando meddele de kommunale myndigheder om forureninger på havet, der kan true kyst- og strandstrækninger. Denne melding kan formidles via politiet.

Den lokale alarmcentral, havnemyndigheder, lodserier, fyrpersonale og andre relevante myndigheder/organisationer, der kan forventes at være de første, som får kendskab til en forurening af kysten, bør underrettes om organisationsforholdene i beredskabsplanen.

Til at forestå beredskabet bør kommunalbestyrelsen udpege en ledelse. I planen angives navn, adresse og telefonnummer på den person, der er udpeget som leder samt en stedforræder for denne.

Inden for sit geografiske område skal den kommunale ledelse:

- 1) Afgøre, om en afspærring af området skal etableres (jf. dog kapitel 14 om politiets kompetence ved ilanddrevne tromler m.v.).
- 2) Træffe beslutning om, hvorvidt der ved modtagelse af en forureningsmelding skal iværksættes en bekæmpelsesaktion samt om dennes omfang (jf. afsnit 12.4. til 12.8. )
- 3) Træffe beslutning om, hvilke bekæmpelsesmetoder, der skal bringes i anvendelse.
- 4) Lede selve bekæmpelsesaktionen direkte på forureningsstedet.
- 5) Foranledige, at andre berørte myndigheder og organisationer orienteres i fornødent omfang.
- 6) Træffe beslutning om at rekvirere eller yde bistand i nødvendigt og muligt omfang.
- 7) Foranledige prøver af indsamlet ilanddrevet olie eller kemikalier.
- 8) Bestemme, hvornår en iværksat bekæmpelsesaktion skal indstilles.

Ved omfattende forureninger eller i tilfælde, hvor flere kommuners strande er forurenede, koordineres bekæmpelsen på stranden af de berørte kommuner.

I tilfælde af særligt alvorlige og omfattende forureninger af kyster og strande samt af havne kan forsvarsministeren bestemme, at saneringen ledes af Forsvarsministeriet eller andre myndigheder, som ministeren bemyndiger dertil.

I disse tilfælde vil de kommunale myndigheder normalt have ledelsen af den egentlige saneringsaktion, mens Forsvarsministeriet / Søværnets Operative Kommando vil lede den overordnede koordination af indsatsen af ressourcer.

Hvis Beredskabsstyrelsen inddrages i en saneringsaktion, jævnfør nedenfor, vil styrelsens enheder være underlagt den kommunale ledelse, medmindre andet bestemmes af Forsvarsministeren.

### **3.3. Beredskabets opbygning og funktion**

Beredskabet opbygges mest hensigtsmæssigt i 3 indsatsniveauer, således, at det er muligt at indsætte det eller de beredskabsniveauer, der må anses for nødvendigt afhængigt af forureningens omfang.

- 1) indsatsniveau foretager sanering i tilfælde af mindre forureninger såvel på strande som i havne.
- 2) indsatsniveau supplerer 1. niveau ved større forureninger.
- 3) indsatsniveau supplerer 1. niveau og 2. niveau ved alvorlig og omfattende forureninger.

### **3.4. Beredskabets personel og materiel**

Beredskabet må bestå af personel og materiel, der er egnet til at forhindre forureningens videre udbredelse, til at opsamle olie og kemikalier og til borttransport heraf.

Arten og mængden af materiel skal være tilpasset længden og karakteren af kommunens kyststrækninger, havnens/havnenes placering og beskaffenhed, deponerings- og bortskaffelsesmuligheder og kommunens geografiske beliggenhed i forhold til stærkt trafikerede farvandsafsnit, off-shore virksomhed og lignende.

1. *indsatsniveau* kan hensigtsmæssigt knyttes til det kommunale redningsberedskab i samarbejde med vejvæsnet. I forbindelse med opstilling af beredskabsplanen bør der foretages en opgørelse af det udstyr, der rådes over til formålet samt en vurdering af, hvorvidt nyanskaffelser bør foretages.

Som eksempler på det udstyr, der bør rådes over kan nævnes:

Slamsugere, lastvogne, skimmere, pumper, spærringer, opsamlingsudstyr (containere, tankvogne, opsamlingsbakker, tønder), plastmaterialer/ presenninger til anlæggelse af midlertidige depoter i terræn, op-

sugningsmidler, sneplove, læssemaskiner, rendegravere, entreprenørmaskiner, grebe, skovle, sneskrabere og særlige arbejdsdragter.

I kapitel 9, er der givet en beskrivelse af noget af dette udstyr og dettes egnethed og anvendelse på forskellige kysttyper.

2. *indsatsniveau* bør omfatte hele eller store dele af de samlede kapaciteter i den kommunale organisation.

Såfremt kommunen ikke herved kan antages at råde over de fornødne mandskabsmæssige og materielle ressourcer, bør der træffes aftale med private virksomheder, f.eks. redningsselskaber og entreprenører i kommunen om, at disse efter rekvisition fra den kommunale ledelse stiller nærmere angivet personel og materiel til rådighed for kommunen.

Navnlig i tyndt befolkede kommuner med en lang kyststrækning vil det herudover være hensigtsmæssigt, at kommunen ved aftale med nabokommunerne sikrer sig mulighed for at kunne trække på disses beredskab.

Ved opstilling af beredskabsplanen bør der tages hensyn til, at der ikke herved disponeres over det kommunale Redningsberedskabs ressourcer i et sådant omfang, at dette afskæres fra at løse eventuelle andre akutte opgaver.

Planen bør indeholde en fortegnelse over de herefter til rådighed værende ressourcer og en anvisning på, hvorledes rekvisitionen foretages (navne, adresser og telefonnumre).

3. *indsatsniveau* vil indebære, at ledelsen af aktionen overtages af forsvarsministeren eller andre myndigheder, som ministeren bemyndiger dertil.

### **3.5. Forureningsbekæmpelse i havne**

Som nævnt i kapitel 2 kan kommunalbestyrelsen pålægge havnebestyrelsen at udarbejde en beredskabsplan med henblik på forureningsbekæmpelse i den pågældende havn samt drage omsorg for, at det nødvendige materiel er til rådighed.

Havnens størrelse, karakteren af besejlingen af havnen samt tilstedeværelsen af erhvervsvirksomheder i tilknytning til havnen bør tages i betragtning. Er der f.eks. tale om mindre havne med ringe besejlingsintensitet, vil det formentlig være forsvarligt at lade havnen være omfattet af den samlede kommunale plan.

De i øvrigt anførte retningslinier for opstilling af de kommunale beredskabsplaner bør lægges til grund for beredskabsplaner for havne med de ændringer, der skyldes havnens særlige forhold.

For større havnes vedkommende må det anses for hensigtsmæssigt at opbygge beredskabet i tre (3) indsatsniveauer, jf. pkt. 3.3. og 3.4.

Det må i øvrigt anses for hensigtsmæssig ved planens opstilling at inddrage de eventuelle til havnen knyttede virksomheder, f.eks. importører af farlige stoffer, for i samråd med disse at indrette beredskabet på at kunne bekæmpe en forurening af de af en sådan virksomhed anvendte eller oplagrede stoffer.

I tilfælde, hvor der kan herske tvivl om havnens arealmæssige afgrænsning, herunder havnens kyststrækning, bør der søges opnået en aftale mellem kommunalbestyrelsen og havnebestyrelsen om dennes ansvarsområde.

Det skal bemærkes, at anvendelse af ikke-mekaniske bekæmpelsesmidler (kemikalier) forudsætter en særlig tilladelse fra By- og Landskabsstyrelsen, jf. havmiljølovens § 54.

I planen bør nævnes pligten ifølge havmiljølovens § 38, stk. 3 til at indberette en væsentlig forurening af havnen til Søværnets Operative Kommando

### **3.6. Rengøring af materiel**

Efter forureningsbekæmpelsens afslutning forestår en rengøring/kassation af det anvendte materiel. Før materiel kasseres bør skadevolderens – såfremt denne er kendt – forsikringsselskab underrettes, for at give at selskabet mulighed for besigtigelse inden materiellet kasseres eller destrueres.

Planen bør derfor også indeholde retningslinier herfor, idet rengøringen bør tilrettelægges således, at yderligere forurening af omgivelserne undgås.

Om rensningsmetoder og -lokaliteter kan henvises til kapitel 9.

### **3.7. Underretning om beredskabsplanen og dennes ajourføring**

Det påhviler kommunalbestyrelsen at underrette Søværnets Operative Kommando/Miljøstyrelsen om indholdet af beredskabsplanen samt løbende – og mindst én gang om året - at ajourføre denne og i forbindelse hermed at udsende fornødne rettelselser.

## **4. Fordeling af udgifter**

I medfør af havmiljølovens § 36, stk. 2, har miljøministeren efter forhandling med de kommunale organisationer og havneorganisationer fastsat regler om fordeling af udgifter til beredskab og til bekæmpelses- og saneringsforanstaltninger mellem de berørte myndigheder.

Disse regler er fastsat i bekendtgørelse nr. 1630 af 13. december 2006 om refusion af udgifter til beredskab, bekæmpelses- og saneringsforanstaltninger, samt affaldsbortskaffelse vedrørende olie- og kemikalieforurening (Strandrensningsbekendtgørelsen).

### **4.1. Udgifter til beredskab**

Anskaffelse og vedligeholdelse af materiel som led i det kommunale beredskab afholdes af kommunalbestyrelsen, jf. strandrensningsbekendtgørelsens § 1, stk. 1. Kommunalbestyrelsen kan dog pålægge havnebestyrelsen selv at afholde udgifter til anskaffelse og vedligeholdelse af materiel som beredskab til bekæmpelse af forurening i den pågældende havn, jf. strandrensningsbekendtgørelsens § 1, stk. 2.

Udgifter til det statslige beredskab afholdes af staten, jf. strandrensningsbekendtgørelsens § 1, stk. 1.

### **4.2. Udgifter til bekæmpelses- og saneringsforanstaltninger**

Hvad udgifterne til bekæmpelses- og saneringsforanstaltninger angår, gælder det, at det principielt påhviler den ansvarlige for forureningen at afholde disse. Hvor der er tale om væsentlige forureninger, vil forureneren som oftest være kendt, og det vil derfor være muligt at opnå erstatning hos denne, eventuelt hos vedkommendes forsikringsselskab.

Det er derfor vigtigt, at der tages prøver af den forurenende olie med henblik på at kunne godtgøre, at der er tale om olie, der stammer fra forureneren/den formodede forurener. Det påhviler den instans, der har ledelsen af bekæmpelsen, at foranledige olieprøver indsamlet.

I de tilfælde hvor forureningskilden er kendt, vil der i visse tilfælde være mulighed for at indbringe sagen for den internationale fond for erstatning af skader ved olieforureninger af 1992. Miljøstyrelsen vil i sådanne tilfælde være kommunalbestyrelsen behjælpelig med at indbringe sagen for fonden.

I kapitel 10 er der givet retningslinier for prøvetagning, mærkning, forsendelse m.v. af olieprøver.

Det bemærkes, at udgifterne til prøvetagning, forsendelse og analyse på laboratorium afholdes af den der forestår forureningsbekæmpelsen. Udgifterne til prøvetagning m.v. kan medtages i en eventuel erstatningsopgørelse mod et skibs rederi/forsikringsselskab eller den internationale oliefond.

Udgifter til bekæmpelse af olie- og kemikalieforurening af havet og de kystnære dele af søterritoriet afholdes af staten, jf. strandrensningsbekendtgørelsens § 2.

Ved forureninger af kyststrækninger i en kommune afholdes udgifterne til saneringsforanstaltninger af kommunalbestyrelsen. Ved forurening af havne afholdes udgifterne til forureningsbekæmpelsen af havnebestyrelsen jf. strandrensningsbekendtgørelsens § 3, stk. 1.

Kommunen afholder udgifter til bortskaffelse af affaldet jf. strandrensningsbekendtgørelsens § 3, stk. 3.

### **4.3. Refusion af udgifter til bekæmpelses- og saneringsforanstaltninger**

Før iværksættelse af enhver bekæmpelses- og saneringsforanstaltning, der medfører udgifter til statslig refusion, skal kommunen foretage en anmeldelse af forureningen til Miljøstyrelsen, jf. § 4, stk. 2 i bekendtgørelse 1630 af 13. december 2006 (strandrensningsbekendtgørelsen).

Anmeldelsen skal som minimum indeholde oplysninger om, hvor forureningen har fundet sted, anmeldelsestidspunkt samt angivelse af navn og telefonnummer på den kommune, der anmelder forureningen.

Anmeldelsen skal snarest muligt følges op med en telefax, e-mail eller et brev, der skal indeholde en mere detaljeret beskrivelse af forureningens karakter og omfang, kommunens påtænkte/iværksatte foranstaltninger samt et overslag over de samlede udgifter til saneringsforanstaltningerne.

Indenfor Miljøstyrelsens almindelige kontortid (man.-fre. kl. 9-16), skal anmeldelse ske ved telefonisk henvendelse, efterfulgt af en telefax, e-mail eller et brev.

Udenfor styrelsens normale kontortid skal anmeldelse ske ved telefax, e-mail eller brev.

Kommunens refusionsbegøring, der fremsættes i forlængelse af en sådan anmeldelse til Miljøstyrelsen, skal indeholde følgende oplysninger:

- Kommunens navn og adresse.
- Kommunens kontooplysninger.
- Rapport opført i kronologisk rækkefølge over de iværksatte foranstaltninger (minutrapport).
- Mængden af olie- og kemikalieforurenet sand fra strandrensningen indvejet i tons.
- Dokumentation i form af daterede indvejningssedler fra det registreringspligtige anlæg, påført affalds art og vægt.
- Kopi af timesedler med angivelse af timepris for alt personel og materiel som har været indsat til forureningsbekæmpelsen.
- Kopi af bilag vedrørende øvrige relevante udgifter, som ønskes refunderet, herunder kompensation for affaldsafgiften.

Miljøstyrelsens afgørelse om refusionen, herunder dennes størrelse, kan ikke påklages til anden administrativ myndighed, men kan alene indbringes for domstolene.

## **5. Eksempler på Olieforureninger**

### **5.1. Danske Farvande**

#### **5.1.1. JAN i Kattegat**

Den 2. august 1985 kolliderede den vesttyske tanker JAN med et fastfyrr på Hals Barre ved indsejlingen til Limfjorden. Ved kollisionen opstod hul i tankerens skrog, der medførte lækage fra 2 lasttanke indeholdende svær fyringsolie. Den første melding lød på, at tankeren kun havde mistet et par tons olie, men det viste sig senere, at ca. 200 tons af den i alt 3000 tons store last var flydt ud i havet ved kollisionen.

Bl.a. på grund af kollisionsstedets geografiske position, ankom Miljøstyrelsens bekæmpelsesfartøjer først til området 10 timer efter kollisionstidspunktet, på hvilket tidspunkt de 200 tons var drevet ca. 10-12 kilometer mod nordøst.

Olien havde nu spredt sig over et betydeligt område, og da vejrforholdene samtidig var blevet forværrede, var det umuligt at hindre olien i at ramme den sydvestlige del af Læsø. Her blev en stor del af kysten omfattende udstrakte strandenge forurenet og et stort antal fugle blev ligeledes ramt af olieforureningen.

I forbindelse med frigørelsen af JAN fra fyret på Hals Barre skete der et yderligere olieudslip på 100 tons, men henset til, at Miljøstyrelsens bekæmpelsesfartøjer på dette tidspunkt befandt sig tæt ved havaristen, blev stort set hele dette udslip mekanisk optaget fra havoverfladen.

Rensning af strandengene på Læsø medførte derimod store problemer. Omkring 150 personer arbejdede i mere end 2 uger med assistance fra forsvaret, der bl.a. anlagde midlertidige veje i de vanskeligt tilgængelige og særdeles sårbare områder.

JAN forureningen var et klassisk eksempel på, at selv et stærkt begrænset olieudslip – afhængig af olietypen, uheldsstedets geografiske placering og de herskende vejrforhold – kan anrette betydelige skader på lokaliteter m.v. også langt fra selve uheldsstedet.

Erfaringerne fra Læsø pegede også på, at det rette flybårne fjernovervågningsudstyr kunne have effektiviseret indsatsen på havet. Det blev ligeledes konstateret, at brug af den mekaniske bekæmpelsesmetode på havet var tilfredsstillende, når indsatsen foretages kort tid efter et olieudslip har fundet sted og rimelig tæt på forureningskilden. Endelig blev det konstateret, at sanering af strandenge er særdeles vanskeligt og kræver specialudstyr.

### **5.1.2. BALTIC CARRIER i Østersøen**

Den 29. marts 2001 kort efter midnat kolliderede tankeren BALTIC CARRIER med fragtskibet TERN i Østersøen øst for Falster. Ved kollisionen mistede BALTIC CARRIER ca. 2.350 tons svær fyringsolie af den samlede last på ca. 33.000 tons. På grund af vejrforholdene var det ikke muligt at optage olien ude på det åbne hav, og olien drev mod Møn og Falster, hvor den sidst på dagen fortsatte ind i Grønsund.

Næste dag kunne det konstateres, at der var store forureninger af kyststrækningerne navnlig inde i Grønsund. Efter 2 ugers indsats var der opsamlet ca. 3.950 tons olie og olieforurenede materiale, der fordelte sig med ca. 1.100 tons opsamlet på sejlbart (dybt) vand og ca. 2.850 tons opsamlet ved operationer i de kystnære dele af søterritoriet og på kysten.

Efter yderligere 4 måneders forløb havde de berørte kommuner i samarbejde med amtskommunen opsamlet yderligere ca. 6.800 tons olieforurenede materiale.

Olieforureningen var den største opgave, som det danske havmiljøberedskab hidtil havde været stillet overfor, og der blev indhøstet en række erfaringer, herunder, at den aktuelle olietype pga. sin høje viskositet ikke kunne pumpes eller skimmes (suges) op. Et andet vanskeligt aspekt viste sig at være begrænsede muligheder for at få det opsamlede materiale deponeret.

## **5.2. Udenlandske Farvande**

### **5.2.1. TORREY CANYON i den Engelske Kanal**

Olieforurening som et meget alvorligt problem blev først rigtigt erkendt af den bredere offentlighed efter tankskibet TORREY CANYON's forlis den 18. marts 1967. Hændelsen foranledigede starten på det gennem årene så stærkt udbyggede europæiske samarbejde indenfor olieforureningsbekæmpelse på havet. Således blev bl.a. grundlaget for samarbejde i Nordsøen etableret i 1969 gennem vedtagelse af den såkaldte Bonn aftale.

TORREY CANYON stødte på et skær ud for Land's End ved Cornwall's kyst og i løbet af 10 dage strømmede 119.000 tons kuwaitisk råolie ud.

På Cornwall blev en kyststrækning på hen ved 225 km bestående af klipper og sand- og grusstrande forurenede med olie. Oliens nåede den 10. april 1967 også Frankrigs kyster, hvor der ligeledes skete en betydelig forurening. Oliens blev bl.a. søgt opsuget med savsmuld samt sprøjtet med pulveriseret kridt, som fik ca. 3.000 ud af 20.000 tons til at synke.

Der anvendtes omkring 20.000 tons savsmuld, der i olievædet tilstand drev ind på kysterne og i væsentlig grad øgede transport og bortskaffelsesproblemerne.

På den engelske side af Kanalen blev der iværksat et stort strandrensings-arbejde, mest baseret på anvendelse af dispergeringsmidler. Der brugtes ca. 10.000 tons til en oliemængde på ca. 14.000 tons.

Klipperne blev spulet rene for olie med en blanding af dispergeringsmiddel og fersk- eller saltvand, hvorefter det kraftige tidevand til dels førte den resterende olie ud i havet. På strandengene ved lavvande blev olie-sandblandingen tilsat dispergeringsmiddel skubbet ned under højvandslinien for at få tidevandet til at rense sandet. En af side-effekterne ved at anvende dispergeringsmidler var, at olien trængte længere ned i sandet end den ellers ville have gjort, og derved blev en større mængde sand forurenede med olie.

Visse steder, især på strande med stor bølgebåvirkning, blev olien dækket af sand og grus og først fundet, da dette forsvandt.

De anvendte metoder førte i de mest forurenede områder til en total udryddelse af dyr og planter, men til alt held var der nogle enkelte steder på kysten, som ikke blev ramt af forureningen. Her overlevede de fleste plante- og dyrearter, og fra disse områder blev de forurenede strækninger senere rekoloniseret.

En anden og mere iøjnefaldende virkning viste sig de følgende år på klipper og skær. De blev totalt overgroet af grønalger. Det skyldtes, at de dyr, som levede af at spise alger, døde. Dertil kom, at grønalgerne restituerede hurtigere efter forureningen fra olien og dispergeringsmidlerne. Af disse årsager blomstrede algerne kraftigt op, så klipperne blev helt grønne. Dette varede nogle få år, indtil algerne igen blev holdt nede. En blomstrende flora kan således være udtryk for et biologisk system, der er bragt kraftigt ud af balance. Et lignende fænomen blev iagttaget 10 år senere efter forureningen fra tankskibet AMOCO CADIZ.

### **5.2.2. AMOCO CADIZ i den Engelske Kanal**

Samme dele af den franske kyststrækning, som blev ramt af olieforureningen under TORREY CANYON-ulykken, blev igen forurenet efter tankskibet AMOCO CADIZ's grundstødning og forlis på et skær 1,5 km fra land. AMOCO CADIZ var et liberiansk tankskib med 225.000 tons let arabisk og iransk olie. Forliset skete natten mellem den 16. og 17. marts 1978 som følge af en rorskade.

Skibet brækkede midt over, og næsten al olien løb ud i løbet af 14 dage. Oliens dækkede i de første dage kun en mindre kyststrækning med lagtykkelser på op til 80 cm. På grund af skiftende vind blev olien spredt ud på en ca. 350 km lang strækning bestående af klipper, skær og lavvandede områder. Inden for denne strækning var der både muslingefiskeri og badeområder. Muslinge-fiskeriet langs kysten blev hårdt ramt. Der blev konstateret dødelighed på op til 50% og en stor del af de overlevende muslinger måtte destrueres. Muslingerne på disse banker havde 3-10 gange forhøjet olieindhold.

Under det meget omfattende strandrensingsarbejde var mange tusinde mennesker involveret. Som det var tilfældet ved TORREY CANYON-ulykken, blev der også her iværksat en lang række videnskabelige undersøgelser af oliens virkning på miljøet. Mange former for bekæmpelsesmidler og teknikker blev anvendt, men selv om man havde en del erfaring, var det en stor og meget vanskelig opgave.

AMOCO-CADIZ forliset var en stærk medvirkende årsag til, at De Europæiske Fællesskaber, nu Den Europæiske Union, udviklede forskellige muligheder for assistance til bekæmpelse af olieforurening af havet.

### **5.2.3. »Blow out« i EKO-FISK feltet**

Danmark fik olieforureningsproblemet ind på livet i april 1977, da der skete et »blow-out« på EKO-FISK feltet i Nordsøen. Dermed opstod en situation, hvor Jyllands vestkyst var truet af olieforurening.

De massive oliemængder nåede dog ikke kysten, men denne ulykke gav anledning til iværksættelse af en række planer for koordinering af indsats og materiel hos de truede amter og kommuner. Disse planer dannede grundlaget for forhandlinger mellem Miljøstyrelsen, amter og kommuner om udarbejdelse af beredskabsplaner i tilfælde af olieforureninger på kysterne.

### **5.2.4. EXXON VALDEZ, Alaska**

Den 24. marts 1989 gik tankskibet EXXON VALDEZ på grund i Prince William Sund i Alaska. Indenfor 6 timer efter grundstødningen lækkede tankskibet ca. 36.000 tons af dets samlede last af råolie på ca. 172.000 tons og gav hermed anledning til én af de største miljøkatastrofer i USA's historie.

På grund af dårlige vejrforhold samt et kraftig tidevand havde olien efter en uges forløb spredt sig op til 150 km fra grundstødningspositionen og store mængder af olien lejrede sig over normalvandstandslinien.

Over ½ million fugle og mere end 5000 havodder omkom. 11.000 personer var involveret i oprensningen af ca. 2500 km. kystlinie, et arbejde, der foregik over 3 sommerperioder. EXXON VALDEZ

grundstødningen var en stærk medvirkende faktor til skabelsen af en global konvention om samarbejde i bekæmpelse af olieforurening (OPRC konventionen).

#### **5.2.5. ERIKA i den Biscayiske bugt**

Tankskibet ERIKA, lastet med 30.000 tons svær fyringsolie, brækkede i 2 dele i en kraftig storm i den Biscayiske havbugt i Atlanterhavet den 11. december 1999, 60 sømil fra den franske kyst. Omkring 20.000 tons olie flød ud i havet. Skibets stævn sank dagen efter og agter delen af skibet sank den 13. december. Et ½ år efter forliset, påbegyndtes arbejdet med at tømme den sunkne tanker for den resterende olie, et arbejde, der succesfuldt blev gennemført på 3 måneder.

Erfaringerne har vist, at bekæmpelse af svær fyringsolie er overordentlig vanskelig. Desuden havde franske bekæmpelsesmyndigheder meget store problemer med at bekæmpe olien medens den flød på havet grundet dårlige vejrforhold og stor geografisk spredning af olien. Det lykkedes således på havet kun at optage omkring 3-4 % af den totale udslipsmængde. I løbet af december blev ca. 400 km fransk kyststrækning forurennet, hvilket det tog op til et ½ år at rengøre. I strandsaneringsarbejdet udgjorde den midlertidige deponering af den opsamlede olie og andet olieforurennet materiale et stort problem. Der blev ikke gjort forsøg på at adskille affaldet med henblik på endelig bortskaffelse. Dette resulterede i en ophobning af mere end 200.000 tons bestående af olie, sand, affald, tang, beskyttelsestøj, flydespæringer og andet kasseret bekæmpelsesmateriel såsom skrabere, skovle og spande.

Erfaringer fra ERIKA forureningen viste endnu engang, at vejen til succesfuld oliebekæmpelse og sanering er god beredskabsplanlægning og effektive kommando og kommunikationslinier mere end teknologi og udstyr alene.

Også vigtigheden af træning og uddannelse af de rette målgrupper blev kraftigt understreget ved denne forureningshændelse.

### **6. Olietyper og olies fysiske egenskaber**

I dette afsnit er der en beskrivelse af råolier og olieprodukter samt en beskrivelse af oliers fysiske egenskaber. Disse har betydning for spredning og omdannelse af et oliespild på havet, samt for, hvordan olien spreder sig i kystzonen.

Sammensætningen af den spildte olie er i væsentlig grad bestemmende for, hvilke forureningsmæssige virkninger et spild kan få, og dermed også af betydning for, hvilke forebyggelses- og rensningsforanstaltninger der må træffes. Forskellige olietyper giver derfor ofte forskellige forureningsituationer.

Den relativt hurtige omdannelse af olien, der sker, mens den stadig befinder sig på havet, kan betyde, at olien får helt andre egenskaber end den havde, da den blev spildt. Det betyder, at kendskab til oliers omdannelse på havet ligeledes er af betydning for tilrettelæggelse og gennemførelse af en oprensning.

#### **6.1. Råolier og olieprodukter**

Der findes mange forskellige typer af råolier, ligesom der findes mange forskellige typer af raffinerede olieprodukter. Råolierne kan variere fra ganske tyndtflydende, næsten farveløse væsker til meget tyktflydende sorte væsker, der i koldt vejr vil være næsten faste. Samme variation findes inden for gruppen af raffinerede olieprodukter.

Kendskab til hvilken olie, der er spildt, kan gøre det lettere at forudse, hvordan olien vil opføre sig både på havet, og når den når kysten. Spredning, fordampning, nedbrydning (forvitring) og sedimentering af olien afhænger både af olietypen og af forholdene på stedet, fx temperatur, vind og bølger. Det er dog ikke altid, at oliens oprindelse er kendt, og ofte opdages olien først, når den allerede ligger på kysten.

##### **6.1.1. Lette, mellemtunge og tunge olier**

Råolier såvel som olieprodukter kan ud fra et oprensningssynspunkt inddeles i tre overordnede grupper – lette, mellemtunge og tunge olier. Olierne i de forskellige grupper vil karakteristisk have forskellig

opførsel, når de når kysten afhængig af opholdstiden på havet, og vil derfor ofte kræve forskelligartede opsamlings- og rensningsmetoder

**Tabel 1 Overordnet inddeling af olier med nogle eksempler**

| Overordnede grupper | Eksempler på olieprodukter                                  |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|
| Lette olier         | Lette råolier, benzin, dieselolie, flybenzin                |
| Mellemtunge olier   | Råolier, visse fyringsolier, lette smøreolier               |
| Tunge olier         | Tunge råolier, asfalt, tunge smøreolier, tunge fyringsolier |

De overordnede grupper og nogle eksempler på, hvilke olieprodukter, der tilhører grupperne, fremgår af Tabel 1.

Hver olietype indeholder mange kemiske komponenter, hvoraf stofgruppen kulbrinter normalt udgør størsteparten. Kulbrinter er forbindelser mellem kulstof og brint. Kulstof udgør mellem 81 og 88 procent af vægten af råolie, mens brint udgør mellem 10 og 14 procent. Resten udgøres hovedsageligt af ilt, kvælstof, svovl og metaller.

Tilstandsformen, fast, flydende eller gasform er angivet ved 20 grader. Desuden er smeltepunkt og kogepunkt angivet.

Der findes mange forskellige typer af kulbrinter med forskellige fysiske, kemiske og biologiske egenskaber. Kulstofatomerne i kulbrinterne er typisk sat sammen i kæder af forskellig længde. Desto længere kæderne er, desto mere tyktflydende er den pågældende kulbrinte, fordi de enkelte molekyler binder sig stærkere sammen. Kulbrinter med lange kæder fordamper langsommere end kulbrinter med korte kæder. Benzin indeholder kulbrinter med relativt korte kæder og fordamper således hurtigt, mens smøreolier med lange kæder fordamper langsomt.

Råolier er udgangspunktet for fremstillingen af olieprodukter og indeholder de kulbrintetyper, der indgår i olieprodukterne, fx benzin og tung fyringsolie. En letflydende råolie, der spildes, vil derfor blive mere og mere tyktflydende efterhånden som de lette fraktioner, herunder benzinen, fordamper og de tilbageværende tunge fraktioner bliver derved mere bestemmende for oliens egenskaber.

#### 6.1.2. Databaser over oliers egenskaber

Der findes flere databaser over oliers egenskaber. Der kan fx henvises til en meget omfattende database, der er udarbejdet af Enviroment Canada. Nedenfor er der et uddrag af de oplysninger, der kan findes om råolien »Statoil« i denne database.

**Tabel 2 Uddrag af data fra A Catalogue of crude oil and product properties, Environment Canada, November 2000.**

|                                  |                        |      |  |
|----------------------------------|------------------------|------|--|
| <b>Statfjord</b>                 |                        |      |  |
| <b>Origin: North Sea, Norway</b> |                        |      |  |
| API Gravity                      | 37,8                   |      |  |
| Flash Point                      |                        |      |  |
|                                  | Evaporation (weight %) | (°C) |  |
|                                  | 0                      | -12  |  |
|                                  | 13                     | 32   |  |
|                                  | 28                     | 64   |  |
|                                  | 38                     | 111  |  |

|                         |                                          |                             |  |
|-------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|--|
| Density)                | Temperature (°C)/ Evaporation (weight %) | (g/mL                       |  |
|                         | 0/0                                      | 0.8478                      |  |
|                         | 0/37                                     | 0.9074                      |  |
|                         |                                          |                             |  |
| Pour Point)             | Evaporation (weight %)                   | (°C                         |  |
|                         | 0                                        | -3                          |  |
|                         | 17                                       | 21                          |  |
|                         | 38                                       | 27                          |  |
| Kinematic Viscosity     | Temperature (°C)                         | (mm <sup>2</sup> /s or cSt) |  |
|                         | 20                                       | 6                           |  |
|                         |                                          |                             |  |
| Chemical Dispersibility |                                          | (volume %)                  |  |
|                         | Corexit 9500                             | 40                          |  |
|                         | Corexit 9527                             | 35                          |  |
|                         | Dasic LTS                                | 15                          |  |
|                         | Enersperse 700                           | 15                          |  |

Foruden de anførte data i tabellen, indeholder databasen også en del andre oplysninger om »Statoil«-olien, fx oplysninger om oliens sammensætning.

Af tabellen ses det, at olien umiddelbart efter et spild er særdeles brandfarlig med et flammepunkt (flash point) på minus 12 grader celcius, hvilket betyder, at en gnist kan antænde gasserne over olien ved temperaturer helt ned til minus 12 grader. Når 13 procent af olien er fordampet, er flammepunktet steget til 32 grader. Det ses også, at fordampningen har betydning for, om olien er flydende eller stivner. Den pågældende olie har umiddelbart efter spildet et pour point på minus 3 grader celcius, hvilket betyder, at olien er flydende ved temperaturer over minus 3 grader. Når 17 procent af olien er fordampet, er olien imidlertid fast ved temperaturer under 21 grader.

Der er forskellige data for de forskellige olietyper i databasen. Således er der fx for nogle oliers vedkommende angivelse af giftigheden overfor en række marine organismer, ligesom mulighederne for at dispergere olien er angivet i nogle tilfælde, som det fx gælder for den omtalte »Statoil«-olie i ovenstående tabel, hvor der er angivet, hvor stor en del af olien, der dispergeres ved anvendelse af navngivne dispergeringsmidler. For alle oplysninger i databasen er der henvisninger til datakilderne og en nærmere beskrivelse af baggrunden for data kan derfor findes.

Databasen indeholder beskrivelser af over 400 råoliers og olieprodukters egenskaber af betydning for bedømmelsen af, hvordan olien vil opføre sig ved et spild, og hvordan olien bedst kan fjernes. Databasen ligger på Internettet på adressen: [www.ec.gc.ca/envhome.html](http://www.ec.gc.ca/envhome.html), (Environment Canada). Anvendelse af databaser over specifikke råolier og olietyper forudsætter, at der er kendskab til, hvilken olie, der er spildt.

## 6.2. Eksempler på råolier og olieprodukter

Ved oprensningsaktioner efter spild er det en betydelig fordel at have kendskab til olietypen, og det er især vigtigt at have kendskab til de egenskaber olien udviser under de gældende temperaturforhold og vejrforhold samt kendskab til, hvilke forandringer det kan forventes, at olien vil undergå.

I afsnit 6.3. er der en gennemgang af en række af de fysiske egenskaber, der har betydning for en oprensningsaktion.

Nedenfor er nogle grupper af råolier og olieprodukter beskrevet for at give et indtryk af oliernes egenskaber og de store forskelle, der er mellem de forskellige råolier og olieprodukter. Den engelske betegnelse er angivet i parentes efter det danske navn på produktet.

### 6.2.1. Råolier

Råolie (crude oil, petroleum) er naturligt forekommende blandinger af organiske forbindelser. Råolier kan bestå af gasformige, væskeformige og faste stoffer.

Den råolie, der anvendes nu, er mellem 30 og 350 millioner år gammel. Generelt er de yngre råolier såkaldte lette olier, mens de ældre råolier er tunge olier.

Råolie kan hovedinddeles i naturgas, kondensat samt selve den flydende oliephase.

Ved olieudvinding fraskilles på produktionsstedet gassen og kondensatet, hvorefter oliefasen på et raffinaderi ved destillation adskilles i forskellige fraktioner. En råolie kan fx adskilles i fraktioner som angivet i Tabel 3

**Tabel 3, Eksempel på en råolies fraktioner.**

| Fraktion og kogepunktinterval       | Indhold i råolien i pct. |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Benzin og lette fraktioner (C5-177) | 15                       |
| Petroleum (177-274)                 | 14                       |
| Let gasolie (274-344)               | 9                        |
| Tung gasolie (344-538)              | 24                       |
| Residue (>538)                      | 37                       |

Tallene i parentes henviser til fraktionens kogepunktintervaller. C5 under Benzin og lette fraktioner henviser til molekyler med 5 eller flere kulstofatomer i kæden. Gasindholdet er således ikke medregnet.

Lette råolier indeholder forholdsmæssigt store mængder af de såkaldte lette fraktioner, hvilket vil sige fraktioner med kogepunkt op til omkring 300° C, mens tunge råolier fortrinsvis består af de tunge fraktioner, der har kogepunkt over 300° C. Betegnelserne let og tung refererer til oliernes massefylde. Af den i afsnit 6.1.2. nævnte database er der for de fleste olier data for oliernes sammensætning.

Råoliers kemiske sammensætning og fysiske egenskaber varierer stærkt fra den ene råolie til den anden. Inden for samme oliefelt kan der være betydelige variationer i sammensætningen og egenskaberne af råolien, og selv olie fra den samme brønd kan have forskellige egenskaber afhængig af produktionsåret. Råolier fra det samme område eller felt gives ofte det samme navn, men det behøver, som det fremgår af det ovenstående, ikke at betyde, at to forskellige ladninger olie med samme navn også har helt de samme egenskaber.

Råolier kan typeinddeles efter deres kulbrintesammensætning. Der kan fx opstilles seks klasser som beskrevet i det følgende (denne inddeling er foretaget på grundlag af den del af råolien, der har kogepunkt over 210 °C).

#### 6.2.1.1. Paraffiniske råolier

Typen udgøres af lette olier med en specifik massefylde på som regel under 0,85. Indholdet af asfalt og resiner er under 10 procent. Viskositeten er sædvanligvis lav (tyndtflydende), men for nogle typers vedkommende bevirker et højt indhold af n-alkaner med over 20 kulstofatomer, at olien er meget tyktflydende ved 15 – 20 °C og derunder. Svovlindholdet er oftest meget lavt. Et eksempel er libysk råolie.

#### 6.2.1.2. Paraffinisk - nafteniske råolier

Disse oliers specifikke massefylde er højere end de paraffiniske oliers. Resin-asfaltindholdet er på omkring 5 - 15 procent. Aromatindholdet på omkring 25 - 40 procent. Olierne er mere tyktflydende

end de paraffiniske. Svovlindholdet er lavt; sædvanligvis fra 0 - 1 procent. Et eksempel er olie fra Nordsøområdet.

#### 6.2.1.3. Nafteniske råolier

Denne klasse udgøres af kun få olier. Svovlindholdet er ofte lavt. Eksempler findes i Nordsøområdet, Golfkysten og i Rusland.

#### 6.2.1.4. Aromatiske råolier

Olietypen er tung, oftest med en specifik massefylde over 0,85. Indholdet af aromatiske forbindelser ligger mellem 40 og 75 procent. Svovlindholdet er på over 1 procent.

#### 6.2.1.5. Aromatisk - nafteniske råolier

De fleste olier er tunge med specifik massefylde over 0,9. Indholdet af resiner og asfalter er på 25 - 60 procent. Olierne er tyktflydende. Aromatisk-asfaltiske råolier har svovlindhold på 1 - 9 procent. Et eksempel er venezuelansk råolie.

#### 6.2.1.6. Aromatisk – asfaltiske råolier

Disse råolier har samme egenskaber som aromatisk – nafteniske råolier

### 6.2.2. Olieprodukter

#### 6.2.2.1. Gasformige kulbrinter

Naturgas (*Natural gas*)

Naturgas består hovedsageligt af methan og ethan. Transport af naturgas sker enten via gasledninger på gasform eller i specialbyggede skibe på væskeform. Methan og ethan fås på væskeform ved stærk nedkøling. Den flydende blanding af methan og ethan betegnes LNG, *Liquified Natural Gas*;

Flydende gas, »flaskegas« (*Liquified Petroleum Gas, LPG*)

Flydende gas består hovedsageligt af propan og butan, der er bragt på væskeform ved komprimering eller ved nedkøling.

Ved spild vil gasserne normalt hurtigt fordampe. I koldt vejr vil dog især butan på grund af et relativt højt kogepunkt på -0,5° C kunne forblive på vandet i længere tid, ligesom en blanding af is og gas vil kunne dannes, idet fordampningen af gassen kan betyde, at vandet nedkøles til under frysepunktet.. Brand- og eksplosionsfaren er stor ved gasspild. Ligeledes er det farligt at indånde gasserne.

#### 6.2.2.2. Væskeformige og faste kulbrinter

Benzin (*Gasoline* (amr.), *Petrol* (eng.))

Benzin indeholder de letteste bestanddele af den flydende olie. Ved spild på havet vil benzinen normalt hurtigt fordampe. En del vil opløses i vandet. Der kan opløses ca. 0,1 g benzin i en liter vand. Forbindelserne i benzin er akut giftige. Brand- og eksplosionsfaren er stor. Flammepunktet (se afsnit 6.3.7. ) er på omkring -40 0 C. Ren benzin er farveløs og letflydende. Blyholdig benzin er tilsat farve.

Fuelolie nr. 1 (*No. 1 Fuel oil, kerosene, kerosine*)

Fuelolie nr. 1 er petroleumslignende olier. De anvendes i vid udstrækning som jetbrændstof samt til opvarmning. I forhold til benzin er petroleumprodukterne mindre flygtige og mindre vandopløselige. Petroleumsfractionen er akut giftig ved indånding. Brand- og eksplosionsfaren er mindre end for benzins vedkommende, men alligevel betydelig på grund af et flammepunkt på omkring 35 - 40 0 C. Specielle petroleumprodukter, »Wide Cut Turbo« eller »Avtag« og eventuelt andre produkter til militære fly indeholder en vis mængde benzin og har derfor lavere flammepunkt end Fuelolie nr. 1, hvorfor faren for antændelse er større end for den rene fuelolie. De fleste petroleumprodukter er farveløse eller svagt brunfarvede.

Fuelolie nr. 2, gasolie, fyringsolie, automobildiesel (*Gas Oil, No. 2 Fuel Oil, Heating Oil, Automotive Diesel*)

Oliens navne angiver anvendelsen. Betegnelsen gasolie skyldes oliens anvendelse i forbindelse med bygasproduktion. Fuelolie nr. 2 anvendes til opvarmning med mindre oliefyr. Det samme gælder for fyringsolie. Olierne fordamper forholdsvis hurtigt. Hvis de når kysten vil lav viskositet og lav overfladespænding bevirke, at de hurtigt trænger ned i kystmaterialet og kan herved give en relativ langvarig forurening og lugtgener. Olierne er akut giftige. Flammepunktet er på omkring 55 0 C og risikoen for antændelse er derfor lavere end for de lettere olietyper.

#### Marin dieselolie (*Marine Diesel*)

Anvendes fortrinsvis til skibes hjælpemaskineri. Olietypen indeholder tunge fraktioner. Fordampningen fra olien er ringe. Oliens er mørkfarvet til sort og relativt tyktflydende. Flammepunktet er omkring 600 C, og risikoen for antændelse ved strandrensning er begrænset.

#### Fuelolie nr. 4 (*No. 4 Fuel Oil*)

Produktet har egenskaber som marin dieselolie, og anvendes i fabrikker, varmegærdere m.v. Den er klæbende med ringe fordampning. Antændelsesrisikoen er begrænset ved strandrensning.

#### Fuelolie nr. 5 (*No. 5 Fuel Oil*)

Anvendes til opvarmning med større fyr, i industrien og som brændstof i skibe. Olietypen er tyktflydende og har ofte et højt pour point (se afsnit 6.3.2. ) på -5° C eller derover. Flammepunktet ligger på omkring 65° C, og der er derfor kun en lille risiko for antændelse ved strandrensning. Farven er mørkebrun.

#### Bunker »C«, Fuelolie nr. 6, tung fuelolie (*Bunker »C«, No. 6 Fuel Oil, Heavy Fuel Oil, Marine Fuel*)

Olien anvendes i kraftværker og varmegærdere samt som brændstof i skibe. Olien er meget tyktflydende og med højt pour point, +2° C eller derover. Flammepunktet er på omkring 80° C, og antændelsesrisikoen er lille under strandrensning. Farven er mørkebrun til sort. Mere tyndtflydende blandinger af bunker »C« og andre raffinaderiprodukter fremstilles til specielle formål. Sådanne blandinger vil ofte have et forhøjet indhold af aromatiske forbindelser og dermed en øget giftighed. På grund af høj viskositet, stor overfladespænding og et højt pour point, vil bunker »C« oftest blive liggende oven på strandmaterialet frem for at trænge ned i dette. Høj temperatur eller solindstråling kan bevirke, at olien bliver mere letflydende og trænger ned i underlaget.

#### Orimulsion (*Orimulsion*)

Orimulsion er en olie-i-vand-emulsion, der indeholder omkring 30 procent vand i en blanding med 70 procent bitumen. Produktet kommer fra området Orinoco i Venezuela. Produktet anvendes som brændsel i kraftværker som et alternativ til kul. Orimulsion indeholder et overfladeaktivt stof, hvis funktion er at stabilisere emulsionen mellem vand og bitumen, så produktet ikke skiller. Tidligere anvendtes et overfladeaktivt stof med en betydelig negativ indflydelse på miljøet. Dette overfladeaktive stof anvendes ikke længere. Produktet har en specifik massefylde lige over 1, og har derved en tendens til at synke ved spild. På grund af det store vandindhold, stivner produktet ved temperaturer på under 0° C.

#### Smøreolier (*Lubricating Oils*)

Udover maskin- og motorsmøreolier udgøres gruppen af bl.a. hydraulikolier, køleolier, skæreolier, støbeolier, rustbeskyttelsesolier, transformatorolier og medicinske og kosmetiske olier. Smøreolier har høje flammepunkter, ca. 60 - 80° C. Flygtighed og opløselighed i vand er ringe. Smøreolier er relativt tyktflydende. Tilsatte additiver kan øge giftigheden.

#### Bitumen, asfalter (*Bitumen, Asphalts*)

Disse produkter anvendes fortrinsvis til vejkonstruktion, tagbelægning og overfladebehandling. Asfalter er ved normale temperaturer faste stoffer. Af transportensyn opvarmes asfalt ofte for at få den flydende. Ved spild bliver den igen fast og vil eventuelt synke på grund af høj specifik massefylde. I nogle produkter er asfalt opløst i petroleum eller stenkulstjæreolie og er derfor flydende. Opløsningsmidlerne

øger giftigheden stærkt. Asfalter har højt flammepunkt, omkring 90° C, og antændelsesrisikoen er derfor normalt ringe. Hvis asfalten er opløst i petroleum eller andre opløsningsmidler, øges brandfarligheden.

#### Mellemprodukter

Ofte transporteres olie, der har undergået primær destillation eller anden foreløbig behandling. Olien kan da bestå af flere af ovennævnte fraktioner. Et eksempel på et mellemprodukt er Catalytic Cycle Oil, der har egenskaber som Fuelolie nr. 2 og ofte anvendes til tilsvarende formål eller tilsættes Fuelolie nr. 2. eller andre gasolier. Catalytic Cycle Oil har normalt et højt indhold af aromatiske forbindelser og er bl.a. derfor giftig.

#### Særlige olieprodukter

Syntetiske olier er ofte farveløse og med ringe lugt. Disse olier kan have et højt indhold af kræftfremkaldende forbindelser, de såkaldte polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH).

#### Vegetabiliske og animalske olier

Vegetabiliske og animalske olier transporteres også i bulk på tank- og kemikalieskibe, og ulykker med udslip af sådanne olier har fundet sted. Olierne er normalt ikke giftige i sig selv, men kan være tilsat forskellige additiver, der gør dem sundhedsfarlige. Ved massive forureninger med disse olier kan deres umiddelbare virkning på planter og dyr i havet sammenlignes med mineraloliers. Olierne nedbrydes dog hurtigere end mineralolier. Skader på søfugle får normalt ikke samme omfang som ved forureninger med mineralolier, idet fuglene normalt ikke forgiftes af olierne. Olierne kan skade eller ødelægge vegetationen på kysten. Ilanddrevne vegetabiliske og animalske olier kan have en harsk eller rådden lugt.

### 6.3. Nogle fysiske egenskaber

Oliens fysiske egenskaber er af betydning for, hvordan den spreder sig på vandet og på kyster. Det er vigtigt at være opmærksom på, at de fysiske egenskaber, der karakteriserer olien eller olieproduktet inden et spild, efter nogen tids ophold på vandet eller på kysten ofte vil være ændret. Kendskab til hvordan olierne må forventes at ændre sig under ophold på havet eller på kysten under forskellige vejrforhold er af stor betydning for, hvordan oprensningen skal gribes an. I kapitel 7 er det nærmere beskrevet, hvilke forandringer der sker med olierne efter et udslip. I nærværende afsnit er en række fysiske begreber af betydning for karakterisering af olier og for forståelsen af, hvordan olier spreder sig, nærmere forklaret.

#### 6.3.1. Viskositet

En væskes viskositet er et udtryk for dens modstand mod at flyde. Viskositeten afhænger af væskens indre gnidning. En væske med lav viskositet er letflydende, mens en væske med høj viskositet er tyktflydende.

En olietype med et stort indhold af lette fraktioner af kulbrinter vil generelt være tyndtflydende, det vil sige have en lav viskositet. Omvendt vil et stort indhold af tunge kulbrintefraktioner give en tyktflydende olie.

Olies viskositet er afhængig af temperaturen. Ved stigende temperatur bliver viskositeten af olie således mindre, og olien bliver derved mere letflydende.

Viskositeten af en olie er af stor betydning for, hvor hurtigt olien vil spredes på havet, ligesom viskositeten er af afgørende betydning for, i hvor høj grad en spildt olie vil trænge ned i kystmaterialet.

Viskositet kan måles i forskellige enheder, fx, stoke (St), centistokes (cSt), englergrader, saybolt universal sekunder, saybolt furol sekunder, redwood standard sekunder m.fl.

Nogle eksempler på oliers viskositeter ses i Tabel 4.

**Tabel 4: Eksempler på nogle oliers viskositet.**

| Olieprodukt | cSt ved ca. 40° C |
|-------------|-------------------|
|-------------|-------------------|

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Petroleumsprodukter | 1,5     |
| Gasolier            | 3,5     |
| Fuelolier           | 50- 850 |

Efter Manual on Oil Pollution, Section IV Combating Oil Spills, IMO 2002.

Råolier og mange olieprodukter indeholder blandinger af forskellige kulbrinter med forskellig viskositet. Ved et spild er det de lette kulbrinter, fx benzin- og petroleumsfraktionen, der fordampes først. Da det også er de lette fraktioner, der har den laveste viskositet, vil fordampningen medføre, at olien bliver mere og mere tyktflydende, efterhånden som den resterende del kommer til at indeholde en stadig stigende andel af tungere fraktioner.

Vand og olie kan sammen danne emulsioner. Emulsioner har i almindelighed en betydelig højere viskositet, end den olie, der indgår i emulsionen. Se nærmere herom i kapitel 7.

### 6.3.2. Pour point

Pour point eller »stivnepunkt« angiver den laveste temperatur, ved hvilken en olie stadig er flydende. Under pour point stivner olien på grund af dannelsen af krystaller i visse af oliens bestanddele, og olien bliver plastisk. En olie kan også stivne på grund af meget høj viskositet, uden at der dannes krystaller i olien.

Lette råolier har i almindelighed et lavt pour point, mens tunge olier har et højt pour point. Et repræsentativt udsnit af råolier har pour points fra omkring -35° C til +7° C, men området kan være fra omkring -40° C til +40° C.

Let fyringsolie og dieselolie har pour points på omkring -27° C, mens fuelolie nr. 6 har pour point på omkring -12° C.

Hvis havtemperaturen er under en spildt olies pour point, vil olien stivne og flyde rundt som klumper, når den spildes. Ilanddrevne klumper af stivnet olie vil ligge som faste klumper på kysten i køligt vejr. Højere temperaturer og solstråling kan få oliens temperatur til at stige over pour point, så olien atter bliver flydende og trænger ned i stranden, hvor den stivner igen og besværliggør rensningen.

Pour point er ikke en konstant værdi, der kendetegner en olietype efter et spild. Efterhånden vil de lette fraktioner af en olie fordampe, og pour point temperaturen vil stige. Således kan en råolie fx have et pour point på -15° C umiddelbart ved spildet, mens pour point'et vil stige til omkring 9° C, når omkring halvdelen af olien er fordampet. På grund af denne ændring af pour point, efterhånden som fordampningen sker, er det derfor ikke sikkert, at det er det samme udstyr, der skal anvendes til oprensningen ved aktionens påbegyndelse som senere i forløbet.

Pour point bestemmes ved en standardmetode. Under andre betingelser end standardbetingelserne er det ikke givet, at olien vil være stivnet i samme grad. Pour point værdien skal derfor opfattes som en indikation for, ved hvilken temperatur olien vil ophøre med at være flydende, og ikke som en eksakt værdi.

### 6.3.3. Massefylde (vægtfylde), specifik massefylde, »grader API«

Massefylden af et stof er forholdet mellem stoffets masse (vægt) og dets volumen (rumfang). Ofte bruges betegnelsen densitet. Specifik massefylde - eller densitet - er forholdet mellem massen af et stof og massen af et tilsvarende rumfang vand. Råolies specifikke massefylde ligger normalt i området 0,85 - 1,0. Kun få råolier har en specifik massefylde, der overstiger havvands massefylde, der er lidt over 1, og disse vil derfor synke ved udslip.

Ved fordampning af de lette fraktioner fra en spildt olie, vil den tilbageblevne olie efterhånden få en højere specifik massefylde og eventuelt synke. Svær fuelolie og residuum, der er destillationsresten efter destillation af råolie, har specifikke massefylder lige ved 1,0.

Teknisk anvendes en af American Petroleum Institute, API, fastsat skala til angivelse af en olies massefylde. Massefylden måles i »grader API«.

API-skalaen er baseret på vand, hvis API-massefylde er fastsat til 10°. Lavere API-værdier end 10° vil betyde, at olien ikke vil kunne holde sig flydende på vand. Se Tabel 5.

Som det ses af tabellen, vil fx benzin holde sig flydende, mens Orimulsion vil have tendens til at synke i havvand, afhængig af saltholdigheden. Ved blanding med sand i bølgezonen, kan der iblandes så meget sand i olien, at denne får en massefylde, der er højere end vandets, og derfor vil synke og eventuelt blive ført bort med strømmen under vandet til andre lokaliteter.

**Tabel 5: Nogle olietypers massefylder i h.h.v. g/ml og API grader.**

| Olietype       | g/ml.  | API grader |
|----------------|--------|------------|
| Benzin         | 0.73   | 62.60      |
| Fuelolie nr. 2 | 0.87   | 31.89      |
| Marin diesel   | < 0.98 | 12.74      |
| Orimulsion-400 | 1.01   | 8.70       |

Efter: A Catalogue of crude oil and product properties, Environment Canada, November 2000.

#### **6.3.4. Overfladespænding**

Overfladespænding er den kraft, som bestanddelene i en væskeoverflade tiltrækker hinanden med. Overfladespændingen er stor for tunge olieprodukter fx svær fuelolie og lille for de lette fraktioner, fx benzin.

Overfladespændingen er af betydning for en olies mulighed for at sprede sig på en vandoverflade og for at trænge ned i kystmaterialet. En lille overfladespænding vil betyde en lettere spredning af olien. Fx vil en let fuelolie meget hurtigt trænge ned i en sandstrand, mens en tung fuelolie ofte vil lægge sig på overfladen. Foruden overfladespændingen har en olies viskositet væsentlig betydning for dens mulighed for at trænge ned i kystmaterialet.

#### **6.3.5. Opløselighed i vand**

Råolie og olieprodukter er relativt tungtopløselige i vand. Der kan af en råolie som gennemsnit opløses ca. 5 milligram i en liter vand. Størst opløselighed har de lette aromatiske forbindelser; fx kan der opløses ca. 1 g af stoffet benzen i 1 l vand, mens der kun kan opløses omkring 0,1 g benzin i 1 liter vand. Asfalter og vokser er næsten uopløselige.

#### **6.3.6. Fordampning**

Fordampning er en af de processer, der bidrager mest til den umiddelbare omdannelse af olien efter et spild på havet. Det er de lette fraktioner af en råolie, der fordamper først. Fordampningen medfører, at olien bliver mere tyktflydende og spredes langsommere. Fordampningen af de lette bestanddele af olien foregår hurtigt, og generelt vil de forbindelser af olien, der har kogepunkt under 200° C, være fordampet indenfor 24 timer ved temperaturer omkring 10° C.

Vurderet ud fra sammensætningen af den danske nordsøolie »Danish North Sea«, må det antages, at der inden for 24 timer vil være fordampet omkring 35 procent af den samlede mængde af et olieudslip.

Fordampningshastigheden afhænger af temperaturen af vandet og luften. Solstråling kan desuden opvarme et oliespild, så fordampningshastigheden øges. Fordampningen foregår også hurtigere i blæst end i stille vejr, ligesom bølger fremmer fordampningen.

#### **6.3.7. Flammepunkt (Flash point)**

En olies flammepunkt er den temperatur olien skal varmes op til, for at dens dampe kan antændes under standardiserede laboratorieforhold. Lette oliefraktioner, fx benzin har meget lave flammepunkter og dampene vil derfor ved alle de temperaturer, der normalt forekommer i naturen i Danmark, kunne

antændes, fx af en gnist eller åben flamme. Tung fuelolie har et højt flammepunkt og skal opvarmes til omkring 70 – 80° C for at dampene kan antændes.

Ved strandrensningsarbejde er det af sikkerhedsgrunde vigtigt at være opmærksom på, om olien er let antændelig. En frisk spildt råolie vil med stor sandsynlighed stadig indeholde en del af de let antændelige fraktioner, bl.a. benzinfraktionen, mens disse forbindelser oftest vil være fordampet og opløst nogle timer eller dage efter spildet afhængig af vejrforholdene. Se i øvrigt kapitel 11 om arbejdssikkerhed og sundhedsfare.

## **7. Spredning og omdannelse af olie**

Olie, der efter et udslip på havet når kysten, vil som oftest både være blevet spredt over en længere kyststrækning, samt være blevet væsentligt omdannet af fysiske, kemiske og biologiske processer.

Den omdannelse olien undergår, mens den befinder sig på vandet, har betydning for, hvorledes den vil spredes på kysten, og i hvilket omfang olien vil trænge ned i kystmaterialet. Det er derfor af betydning at have kendskab til omdannelsesprocesserne og den forandring disse udøver på den spildte olie, mens den stadig er på havet, så det rigtige oprensingsudstyr og de rigtige forholdsregler kan træffes, når olien begynder at komme ind i kystzonen. En spildt, ganske tynd råolie kan fx, når den når kysten, være blevet omdannet til en tyktflydende og klæbrig masse, der ikke har megen lighed med den olie, der blev spildt. Det er dog kun i nogle tilfælde, der er kendskab til, hvilken olietype, der er spildt; ofte opdages oliespildet først, når olien ligger på kysten.

### **7.1. Spredning af olie på havet**

#### **7.1.1. Spredning og mængden af spildt olie**

Ved et olieudslip på havet vil olien i de fleste tilfælde hurtigt sprede sig til en tynd hinde. Kun ganske få råolietyper og visse tunge fuelolier har en specifik massefylde større end vandets og vil derfor synke. Olier med pour point højere end den aktuelle havtemperatur vil stivne og danne klumper.

På en rolig havoverflade uden vind og strøm er tyngdekraften, viskositeten og overfladespændingen i de første timer efter et spild de kræfter, der er bestemmende for spredningshastigheden.

Den mængde olie, der er spildt, kan vurderes ud fra udseendet af den oliefilm, der dannes på havet. Forudsætningen for at kunne foretage en sådan vurdering er, at havet er relativt roligt. Der er dog en betydelig usikkerhed med hensyn til bestemmelsen af oliemængden på baggrund af udseendet, og der kan i forskellig litteratur findes afvigelser fra de anførte mængder i Tabel 6.

Udseendet af oliefilmen giver dog et indtryk af spildets størrelsesorden.

**Tabel 6: Sammenhæng mellem en oliefilms udseende, oliefilmens tykkelse og den omtrentlige oliemængde pr. kvadratkilometer**

| <b>Oliefilmens udseende</b> | <b>Oliefilmens tykkelse i mm.</b> | <b>Omtrentlig oliemængde, liter pr. km<sup>2</sup>.</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Næppe synlig                | 0,00004                           | 44                                                      |
| Sølvfarvet                  | 0,00008                           | 88                                                      |
| Let farvet                  | 0,00015                           | 176                                                     |
| Klare farver                | 0,0003                            | 351                                                     |
| Uklare, dæmpede farver      | 0,001                             | 1.168                                                   |
| Mørkt-sort                  | 0,002                             | 2.237                                                   |

Kilde: Field Operations Guide, United States Coast Guard, 2000 edition. US Coast Guards hjemmeside <http://www.uscg.mil/hq/g-m/nmc/response/index.htm>

Ved friske spild kan olien ligge på havet i flere centimeters tykkelse, og det er ikke muligt ud fra oliens farve eller udseende i øvrigt at bedømme mængden.

### **7.1.2. Oliens drift med vind og strøm**

Olien vil bevæge sig på havoverfladen med samme hastighed og i samme retning som overfladevandet. Oliens bevægelsesretning og hastighed er således et resultat af strømmens retning og hastighed og vindens retning og hastighed. Ved moderate vindhastigheder vil olien bevæge sig med ca. 3 - 4 procent af vindens hastighed, og oliens bevægelsesretning og -hastighed vil være summen af vindens og strømmens påvirkning. Ved vindhastigheder over omkring 4 - 5 meter i sekundet vil olien brydes op i flager.

### **7.2. Omdannelse, forvitring**

Olie, der kommer i kontakt med vand, luft og lys, undergår en række forandringer, så de kemiske, fysiske og biologiske egenskaber ændres. Forandringerne begynder at ske umiddelbart efter spildet. Den hastighed forandringerne sker med afhænger af olietypen og vejrforholdene. Ændringerne betegnes som »forvitring« eller med et engelsk udtryk »weathering« og skyldes fordampning af dele af olien, opløsning i havet af dele af olien, naturlig dispergering, emulsionsdannelse, sedimentering og nedbrydning af olien. I det følgende er de forhold, der har særlig betydning for oliens omdannelse, gennemgået.

#### **7.2.1. Fordampning**

Fordampningshastigheden for en spildt olie afhænger af, hvilken olietype, der er tale om, af havtemperaturen, lufttemperaturen, vindhastigheden, bølgebevægelsen og solindstrålingen samt af oliefilmens tykkelse.

Spild af lette olieprodukter, fx benzin eller petroleumprodukter, kan fordampe i løbet af få timer. Ved spild af en let råolie kan op til 40 procent af olien være fordampet i løbet af 24 timer om sommeren, mens der ved en havtemperatur på 3-6° C kun vil fordampe omkring 25 procent i samme tidsrum.

En væsentlig mindre del vil fordampe af en tung råolie, der kun indeholder en mindre mængde af lette fraktioner.

Ved bølgebevægelse, hvor bølgerne kammer over, foregår fordampningen af de lette fraktioner meget hurtigt på grund af den store overflade, olien får ved forstøvning i bølgetoppen.

Efter den første fordampning af de lette fraktioner fra olien, falder fordampningshastigheden betragteligt. Fx vil der først være sket en fordampning af yderligere 10 procent af den spildte olie efter omkring 15 døgn ved sommertemperaturer, og fordampningen af de tunge fraktioner af olien vil være ganske ubetydelig.

Den resterende olie på havet vil ved fordampningsprocessen få en stadigt stigende massefylde, ligesom olien vil blive mere tyktflydende. Det påvirker den fortsatte omdannelse af olien. Valget af oprydnings-teknik og udstyr skal tilpasses oliens nye egenskaber.

Den spredning af olien på havet, der skyldes tyngdekraften, vil aftage samtidig med, at olien på grund af fordampningen bliver mere tyktflydende.

#### **7.2.2. Opløsning af olie i vandet**

Opløseligheden af olieprodukter i vand er meget ringe, men forøges på grund af nedbrydning og omdannelse af de oprindelige stoffer i olien til lettere opløselige forbindelser. Som et gennemsnit kan der umiddelbart opløses 0,005 gram af en råolie i 1 liter havvand. På trods af den ringe opløselighed kan en målelig del af olien dog fjernes fra en flydende olieflage ved opløsning, idet vandmasserne under en olieflage ofte vil være i bevægelse og udskiftes og derved til stadighed føre opløste stoffer bort. Fordampningen af de lette fraktioner, der også er de fraktioner, der lettest lader sig opløse i vand, foregår dog mange gange hurtigere end opløsningen i vandet.

#### **7.2.3. Naturlig dispergering**

Olie kan blive spredt i vandmasserne som små dråber. Dette kaldes naturlig dispergering. I hvilken grad der sker en naturlig dispergering, afhænger af vejrforholdene og olietypen. Bølger, der kammer over, kan dele en olieflage op i dråber, der med bølgerne føres ned under vandoverfladen. Ganske

små oliedråber kan forblive suspenderet i vandmasserne og efterhånden blive blandet op med større mængder vand. Herved øges den hastighed, hvormed den naturlige nedbrydning af olien sker. Større dråber kan igen flyde op til overfladen efter en drivende olieflage og her enten danne en oliefilm eller en sammenhængende flage af olie.

Olietyper, der kan forblive letflydende i længere tid efter et spild, og ikke påvirkes væsentligt af omdannelsesprocesser, kan ved storm blive naturligt dispergerede i vandmasserne og derved fjernes fra havoverfladen og blive spredt i vandmasserne, hvor der kan foregå en relativt hurtig nedbrydning af olien.

#### **7.2.4. Emulsionsdannelse**

Olie er som nævnt meget lidt opløselig i vand, men olie og vand kan blandes ved emulsionsdannelse. En emulsion er en form for opslæmning af en væske i en anden væske, hvor de to væsker ikke er opløselige i hinanden. Olie i vand kan danne to former for emulsioner: olie-i-vand-emulsion og vand-i-olie-emulsion.

I olie-i-vand-emulsion er findelte oliedråber fordelt i den sammenhængende vandfase; i vand-i-olie-emulsion er findelte vanddråber fordelt i den sammenhængende oliefase. Eksempler på de to emulsionsformer er mælk, der er en olie-i-vand-emulsion og smør, der er en vand-i-olie-emulsion. Begge typer emulsioner dannes ved kraftig omrøring.

Olie-i-vand-emulsioner er oftest ustabile, hvilket vil sige, at olien skiller fra vandet igen og lægger sig på overfladen, hvis bølgebevægelsen ophører.

Vand-i-olie-emulsioner, kan derimod være meget stabile, og er den type emulsioner, der oftest ses ved og på stranden efter oliespild. I hvilken udstrækning emulsionsdannelsen foregår, afhænger dels af olietypen og dels af, om de lette fraktioner er fordampet. Vand-i-olie-emulsioner stabiliseres bl.a. af de asfaltener og resiner, der findes i råolien. Særligt let dannes denne emulsionstype derfor af asfaltiske råolier, samt af olieprodukter med et højt indhold af asfaltener og resiner, fx tung fuelolie og bunkerolie. En let råolie danner også vand-i-olie-emulsioner, men som regel først når en stor del af de flygtige, lette fraktioner er fordampet eller opløst.

En sådan vand-i-olie-emulsion er dog på grund af det ringe indhold af asfaltener og resiner ikke så stabil som en emulsion af en asfaltholdig olie.

Vand-i-olie-emulsioners udseende kan, afhængig af råolietypen, være fra lys til gul cremeagtigt til asfaltlignende. En ofte forekommende variant er en chokoladebrun, tyktflydende emulsion, der betegnes »chokolademousse«. »Chokolademousse« med et vandindhold på 30-50 procent er tyktflydende og ofte ustabil. Et vandindhold på 50-80 procent giver en emulsion af fedtagtig konsistens og stor stabilitet.

Meget tyktflydende olier optager kun vand langsomt og kan være op til 10 timer om at optage 10 procent olie i en emulsion. Sådanne olier optager sjældent mere end 40 procent vand.

Emulsionsdannelse forekommer i almindelighed ikke ved spild af lette fraktioner som benzin, petroleumprodukter eller dieselolie undtagen ved meget lave temperaturer.

Ved opvarmning brydes emulsionerne, og vandet og olien skiller fra hinanden. Dette kan fx ske, når solen opvarmer ilanddreven emulsion. Herved vil olien igen blive flydende og kan sive ned i kystmaterialet.

#### **7.2.5. Sedimentering**

En vis mængde olie vil på grund af fysiske og biologiske processer, synke ned på bunden, før den når kysten. Nogle tunge olietyper, fx råolie fra Venezuela, har specifikke massefylde på omkring 1,0. Sådanne olier vil have en tendens til at synke i ferskvand eller brakvand, men sjældent i saltvand, der har en specifik massefylde på omkring 1.025.

På grund af fordampning af de lette fraktioner, stiger oliens massefylde efterhånden ved ophold på havet. Massefylden vil yderligere stige ved vedhæftning til sand, silt og ler, der er suspenderet i havet. Hvis massefylden overstiger havvandets vil oliepartiklerne synke og sedimenteres. Dette vil oftest ske i lavvandede områder, hvor bølgepåvirkningen medfører, at der er sand og andre uorganiske partikler i vandet, der

kan klæbe til olien. På dybere vand kan der ske en sedimentation af oliepartikler, idet partiklerne gennem passage af zooplanktons fordøjelsessystem, kan blive tilført så store mængder mineralsk og organisk materiale, at der finder en sedimentering sted.

Det antages, at temperatursvingninger også kan have en betydning for sedimentering af olie. Over et 10 graders temperaturinterval vil vands massefylde ændres med omkring 0,25 procent, mens olies massefylde vil ændres med omkring 0,5 procent. Det kan betyde, at olie, der har en så høj massefylde, at den kun lige holder sig flydende, vil synke i løbet af natten, når temperaturen falder.

Sedimenteret olie kan i områder med skiftende sedimentation af kystmaterialer og erosion blive begravet under lag af sand og lerpartikler, og ved storme afdækkes igen og eventuelt skylle i land. En sådan afdækning kan ske flere år efter den oprindelige olieforurening, og være årsag til en ny forurening af kysten.

#### **7.2.6. Naturlig nedbrydning af olie**

Naturlig nedbrydning af olie til uskadelige stoffer (fx kuldioxid og vand) sker dels ved kemiske reaktioner, hvori levende organismer ikke deltager, og dels ved biologiske processer, hvori der fortrinsvis medvirker mikroorganismer. Nedbrydningsprocesserne foregår både i vandet og på kysten og er et samspil mellem de to former for nedbrydning. Nedbrydningshastigheden er stærkt afhængig af bl.a. temperaturen, oliens oprindelse og tilstand. Begge nedbrydningsprocesser er afhængige af tilstedeværelsen af ilt. Nedbrydningen af olie uden medvirken af ilt kan foregå, men denne nedbrydningsmåde anses kun for at bidrage ubetydeligt til den samlede nedbrydning. Nedbrydningsprocesserne foregår med forskellige hastigheder. Nogle bestanddele af olien, fx asfalter, er så sværtnedbrydelige, at det må forventes, at de vil opholde sig i miljøet i mange årtier, hvis de ikke fjernes på havet eller ved strandrensningen.

##### *7.2.6.1. Kemisk nedbrydning*

Kemisk nedbrydning af olie i naturen uden medvirken af levende organismer kan ske ved en reaktion mellem ilt og olie. Reaktionen kan dels foregå ved en reaktion mellem ilt og olie fremkaldt af sollys (fotooxidation) og dels ved en reaktion, hvori sollys ikke medvirker. Kemisk nedbrydning er mest aktiv over for aromatiske forbindelser og forgrenede alkaner. Fotooxidationen foregår hurtigst i tynde olielag, hvor en stor del af olien kan belyses. Olieklumper og vand-i-olie-emulsioner undergår ingen væsentlig fotooxidation. Oxidationen foregår i mange trin, der langsomt nedbryder olien til mindre molekyler, ofte som resultat af en vekselvirkning mellem biologisk og kemisk nedbrydning.

Oxidation gør i nogle tilfælde olien lettere opløselig i vand, og dermed også lettere angribelig for yderligere nedbrydning, men oxidationen kan også ved dannelse af større molekyler gøre olien sværere nedbrydelig overfor fortsat nedbrydning.

Ilanddrevne olieklumper består ofte af en relativt fast skal, der er »hærdet« ved oxidationsprocesser og en blødere kerne, der ikke er påvirket væsentligt af nedbrydningsprocesserne.

Som et gennemsnit antages det, at kemisk nedbrydning, hvoraf fotooxidation yder langt det største bidrag, nedbryder omkring 1 procent af et oliespild på havet og mindre ved opskylning på kysten.

##### *7.2.6.2. Biologisk nedbrydning*

En række dyr, planter og mikroorganismer er i stand til at nedbryde olien. Omsætningshastigheden af olie i dyr og planter er dog ringe, og uden væsentlig betydning for nedbrydningen af olie. Flere marine dyrearter bidrager dog til biologisk nedbrydning af olien ved, gennem oprodning af bunden, at bringe sedimenteret og tildækket olie op i vandfasen igen. Tillige vil olie, efter at have passeret tarmen på nogle dyrearter, være lettere tilgængelig for mikrobiel nedbrydning, end de oliepartikler dyrene har indtaget.

Nedbrydning via mikroorganismer, fortrinsvis bakterier, svampe og gærceller, er den proces, hvorved størsteparten af den olie, der spildes, blive nedbrudt.

Der er ikke påvist nogen enkelt mikroorganisme, der kan nedbryde alle forbindelser i råolie; oftest synes det at være tilfældet, at hver type af mikroorganismer nedbryder hver sin specifikke kulbrintegruppe. Der er nogle af oliernes bestanddele, der er meget modstandsdygtige overfor biologisk nedbrydning.

Det anslås, at mellem 40 og 80 procent af en råolie under gunstige betingelser indenfor en overskuelig tidshorisont vil kunne nedbrydes af mikroorganismer. Procentdelen er afhængig af råolietypen. Tilstrækkelig ilt er en meget væsentlig betingelse for en hurtig nedbrydning.

Selv om iltindholdet i havvandet meget sjældent er begrænsende, kan iltindholdet i lavvandede områder være utilstrækkeligt til nedbrydningen. Anden forurening, fx fra kloakudløb, kan kræve så store iltmængder, at der kan opstå iltmangel, såfremt der også tilføres olie. I bundsedimenter er iltindholdet ringe, og olie, der er sedimenteret, vil kun nedbrydes meget langsomt, og i nogle tilfælde vil der praktisk taget ikke foregå nogen nedbrydning. Mikroorganismer er også afhængige af, at der er næringssalte til stede, fx kvælstof- og fosforforbindelser.

Den biologiske nedbrydning foregår på grænsefladen mellem olie og vand. Derfor skal olien være findelt i vandet, for at der kan ske en væsentlig biologisk nedbrydning. Der skal også til stadighed være næringssalte og ilt til stede. Olieklumper og -flager samt vand-i-olie-emulsioner angribes derfor ikke væsentligt.

Selvom mikroorganismer kan bruge visse olieculbrinter som energikilde og kulstofkilde, udøver olieculbrinter, særligt de lette bestanddele, en giftvirkning overfor organismene. Nedbrydningen vil derfor være hæmmet, indtil de giftigste bestanddele er fordampet eller fortyndet i vandet.

Det er først og fremmest de lige alkaner (n-alkaner), der nedbrydes af mikroorganismerne; forgrenede forbindelser, cyklo-alkaner (naftener) og aromatiske forbindelser nedbrydes kun meget langsomt. Kemisk og biologisk nedbrydning supplerer således hinanden delvist.

Biologisk nedbrydning foregår op til 20 gange hurtigere ved 20° C end ved 5° C. Nedbrydningen foregår dog også ved temperaturer under 0° C, men er meget langsom, og den periode der går mellem olien spildes, og mikroorganismerne begynder at omsætte olien, kan være lang, fx 1 måned.

Denne lange periode skyldes, at mikroorganismerne skal omstille sig til at omsætte olieculbrinterne, men også at de lette fraktioner på grund af kulden bliver i vandet i længere tid og derved hæmmer mikroorganismerne. Desuden formerer mikroorganismer sig langsommere i kulde.

Olienedbrydende mikroorganismer er til stede overalt i havene, særlig i kystnære områder. Deres antal på forskellige lokaliteter varierer imidlertid stærkt; således er de i kronisk olieforurenede områder særligt rigt repræsenterede. I et »rent« område vil et olespild efter nogen tid bevirke en opblomstring af de arter, der kan omsætte olieculbrinterne. Se desuden kapitel 13 om fremme af den biologiske nedbrydning af olie.

## **8. Biologiske skadevirkninger**

Råolier og olieprodukter kan skade marine organismer og fugle. Skadevirkningen kan dels skyldes en mekanisk påvirkning, hvor organismene ødelægges eller kvæles p.g.a. tilsøling med olie, og dels en indvirkning på organismene af oliens indhold af giftige forbindelser.

For alle olieprodukters vedkommende er der eksempler på, at de kan indsmøre levende organismer i et sådant omfang, at de dør. De produkter der er mest klæbrige, og derfor vil udsætte organismene for en langvarig tilsøling, er de tungere bestanddele i råolie, mens lette fraktioner som benzin, petroleum og let fuelolie (dieselolie) som oftest hurtigt vil fordampe.

De giftige forbindelser i olien kan have en akut virkning, der hurtigt medfører døden for de ramte organismer. Forbindelserne kan også føre til beskadigelse af organismernes stofskifte, enten ved direkte indtagelse eller ved berøring med olieholdigt vand. Sådanne oleskadede organismer vil ofte være svækkede og følsomme overfor andre påvirkninger.

De akutte giftvirkninger skyldes fortrinsvis de lette oliefraktioner fx benzin, petroleum og lette fuelolier. De giftigste forbindelser i disse fraktioner er de aromatiske stoffer fx benzen, toluen og xylener. Da disse stoffer i en vis udstrækning er opløselige i vand, vil organismerne i havet let kunne komme i berøring med dem.

### **8.1. Skader på fugle**

Tilsøling af søfugle med olie efter et oliespild er ofte den mest iøjnefaldende skade, der forvoldes af olieforurening.

Fjerene beskytter fuglene mod varmetab, men olie på fjerene ødelægger denne beskyttende virkning. I princippet er fjerdragten bygget op af et ydre dæklag, hvis struktur bevirker, at det er vind- og vandtæt, og under dette er der et varmeisolerende dunlag. Olie på dæklaget ødelægger dæklagets vandafvisende egenskaber, så der kan trænge vand ind i dunlaget, hvorved den varmeisolerende virkning går tabt. For at en olieindsmurt fugl kan kompensere for det store varmetab, øges stofskiftet, hvilket kan betyde, at fuglen må indtage måske 2-3 gange så stor fødemængde som normalt. Dette er kun sjældent muligt, idet olieskadede fugles almentilstand sædvanligvis er stærkt svækket p.g.a. kulde og den forgiftning, der opstår, når fuglen med næbbet forsøger at rense olien af sig. Resultatet bliver, at fuglen må tære på sine fedtreserver, hvilket betyder en nedbrydning af det varmeisolerende fedtlag, hvorved kuldens virkning forstærkes.

Olieskadede søfugle går ofte på land, hvilket muligvis nedsætter afkølingen, men til gengæld udelukker dem fra at skaffe sig føde. Olietilsølede fugle dør derfor ofte af sult.

Dødeligheden blandt olieskadede fugle er næsten 100 procent under vinterforhold. En olieplet med en diameter på 3-4 cm kan være nok til at gøre det af med en fugl.

Her i landet er det edderfugl, sortand og fløjlsand, der er blevet hårdest ramt af olieforurening. Ved nogle danske olieulykker er omkring 30-50.000 fugle omkommet. Der er registreret flest olieskadede fugle i vintermånederne, sandsynligvis fordi de på denne årstid ofte færdes i flok.

### **8.2. Fysiske skader på marine organismer**

De marine organismer, der lever nær vandoverfladen, på tidevandsflader og i øvrigt på lavvandede områder, hvor olien har mulighed for at lægge sig på bunden ved lavvande, er særligt udsatte for kontakt med olie. Ved massiv olieforurening vil olien kvæle størstedelen af organismerne; ved mindre forureninger kan oliepartikler i vandet komme i kontakt med dyr og planter. Det kan resultere i tilstoppelse af gæller og tarm, irritation af åndingsorganer m.m.

Disse effekter er særligt hyppige ved kyster med områder med lavt vand, hvor især fastsiddende dyr og planter rammes, men også fisk kan blive skadede af olieforurening i sådanne områder. Visse fiskearter er i stand til at undgå olieforurenede områder. Laksearter, særligt de voksne individer, kan registrere meget små oliekoncentrationer, og undlader hellere at gyde frem for at passere olieforurenede områder. Dette kan betyde, at laksen i et område helt forsvinder. Fiskearter, der registrerer olieforurening dårligere, vil til gengæld lettere blive forgiftede.

Havpattedyr kan i nogle områder være særligt udsatte for olieforurening, da de er afhængige af at komme op til overfladen for at ånde.

På dybt vand er skaderne på planter og dyr oftest begrænsede, med mindre olien i større mængder lægger sig på bunden.

### **8.3. Giftvirkninger på marine organismer**

#### **8.3.1. Akutte giftvirkninger**

Akutte giftvirkninger, der hurtigt fører til døden, fremkaldes for de mest følsomme organismer allerede ved koncentrationer på 0,1 - 1 ppm (parts per million) opløste olieculbrinter eller mellem 0,1 og 1

milligram opløste kulbrinter pr. liter vand. De tidligste stadier af marine dyrs livsforløb, æg og larver, er de mest følsomme over for olieforurening.

Koncentrationer på 1 - 100 ppm olie, opløst og opslæmmet olie kan være dødelige for voksne dyr. Udover at følsomheden varierer fra art til art, er bl.a. årstiden, den tilgængelige fødemængde og iltindholdet af betydning for individernes følsomhed. Tilsyneladende er krebsdyr og visse bundlevende dyr de mest følsomme med en tolerancegrænse på 1 -10 ppm, mens fisk og muslinger er moderat følsomme (10 - 100 ppm). Ved tankskibet AMOCO CADIZs forlis ved Bretagne blev ca. 350 km kyst forurenet af ca. 225.000 tons råolie. På fire km af denne strækning blev det vurderet, at der var 25 millioner hvirvelløse dyr døde.

### **8.3.2. Ikke-akutte giftvirkninger**

Ikke-akutte skader indtræffer ved lavere koncentrationer end de akut dødelige. Fx kan oliekulbrinter i organismen medføre nedsat eller helt manglende formeringsevne, nedsat bevægelighed og tab af orienteringsevnen. Lave koncentrationer kan således for det enkelte individ føre til døden på længere sigt og true visse arters bestånd i et olieforurenet område.

### **8.3.3. Akkumulering af oliekulbrinter**

Akkumulering eller ophobning af et stof i en organisme vil foregå, når stoffet optages hurtigere end det udskilles. Langsom eller manglende udskillelse kan skyldes, at organismen kun i ringe omfang, eller slet ikke, er i stand til at nedbryde det pågældende stof, eller ikke har nogen mekanisme til at komme af med stoffet. Akkumulering af olieprodukter sker både i dyr og planter, og vil særligt ske i områder, hvor der er en længerevarende tilførsel af olie, fx i nærheden af havne og raffinaderier. Det kan også ske i områder hvor spildt olie enten er sivet ned i strandmaterialet eller har haft mulighed for at sedimentere og derefter langsomt frigives til vandet over en længere tidsperiode. Selvom oliekoncentrationerne i vandet sådanne steder som regel er små, vil akkumulering i organismerne betyde, at koncentrationen kan blive fx 50-100 gange højere end i vandet. Når akkumulering af giftige stoffer når en vis grænse, vil organismen gradvist svækkes og eventuelt dø. Akkumulerede stoffer vil kunne vandre i fødekæderne fx fra alger til muslinger til fisk og eventuelt til mennesker.

## **8.4. Oliekulbrinter i fødevarer**

Optagelse af oliekulbrinter i fisk og muslinger kan ske ved så lave koncentrationer som 1 ppb (parts per billion (milliard)) det vil sige 1 mikrogram kulbrinte i 1 liter vand, og en eventuel akkumulering i arter, der anvendes som menneskeføde, kan udgøre en sundhedsfare.

Nogle oliekulbrinter giver fisk og muslinger afsmag. Ud over den sundhedsfare olieindhold i marine dyr kan udgøre, hvis de spises, kan de ofte være uspiselige p.g.a. olieafsmag. Mennesker kan smage så lave olieindhold som 0,5 ppb.

Også kræftfremkaldende oliekulbrinter kan optages af nogle marine organismer, og kan derfra komme til at indgå i menneskeføde. Blandt andre kan polycykliske aromatiske kulbrinter, PAH'er optages. Disse stoffer alene giver ikke nogen afsmag og kan kun konstateres ved analyse. Kræft er blevet konstateret i muslinger på olieforurenede områder. Anvendelse af marine organismer som føde fra olieforurenede områder bør undgås.

## **8.5. Olieforurening og havbrug**

Olieforurening kan skade fisk i havbrug. Fiskene kan ikke slippe væk fra olieforureningen, og kan selv ved mindre mængder olie få afsmag af olien og derfor blive uspiselige. Olien kan binde sig til netburene på havbrug, og over en længere periode frigive oliebestanddele, og derved være en kilde til langvarig påvirkning af fiskene i bruget.

## **8.6. Særligt sårbare områder**

Der er mange områder i landet, hvor dyre og plantelivet er særligt sårbart overfor olieforurening, og hvor det derfor ved olieforurening kan være vigtigt at prioritere indsatsen højt. Se desuden afsnit 12.4. og følgende afsnit.

#### **8.6.1. Ramsarområder og Natura 2000 områder**

Danmark har tilsluttet sig konventionen om vådområder af international betydning navnlig som levesteder for vandfugle. Denne konvention kaldes Ramsar-konventionen, og der er i Danmark udpeget en række områder, såkaldte Ramsar-områder, der tillægges særlig betydning som sådanne levesteder.

Desuden er der udpeget en række Natura 2000 områder efter EU-lovgivningen. Der henvises til bekendtgørelse nr. 408 af 1. maj 2007 om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder, samt beskyttelse af visse arter. I bekendtgørelsen er anført kort over de enkelte naturbeskyttelsesområder.

Bemærk, at Ramsarområderne i Danmark alle er beliggende inden for de udpegede fuglebeskyttelsesområder eller med identisk områdeafgrænsning.

Områderne er i sagens natur sårbare overfor olieforurening, og hurtig og effektiv indsats i disse områder ved et oliespild er vigtig for at beskytte områdernes beskyttede natur og dyreliv.

#### **8.6.2. Gydepladser for sild**

Sild gyder året rundt langs kysterne og på grunde til havs. De vigtigste arter for fiskeriet er vårsild og høstsild. Områderne kan ses på By- og Landskabsstyrelsens hjemmeside ([www.blst.dk](http://www.blst.dk)).

#### **8.6.3. Fugle på havet**

I perioden september til maj er der på en række områder større koncentrationer af svømmeænder, dykænder, svaner og blyhøns, hvorfor områderne er særligt sårbare for olieforurening i denne periode. Områderne er stort set sammenfaldende med Natura2000-områderne.

#### **8.6.4. Sæler og kystfugle**

Der er en række reservater for sæler og kystfugle. Områderne kan ses på Skov- og Naturstyrelsens hjemmeside ([www.sns.dk](http://www.sns.dk)).

### **9. Materiel**

I den udstrækning kommunalbestyrelsen kan sikre sig rådighed over det fornødne materiel ved aftaler eller abonnementsordninger med redningskorps og lokale entreprenører, er der ingen pligt for kommunen til selv at foretage anskaffelser.

Som tidligere nævnt må det dog forekomme hensigtsmæssigt at lade det kommunale redningsberedskab og vejvæsenet udgøre grundstammen i beredskabet.

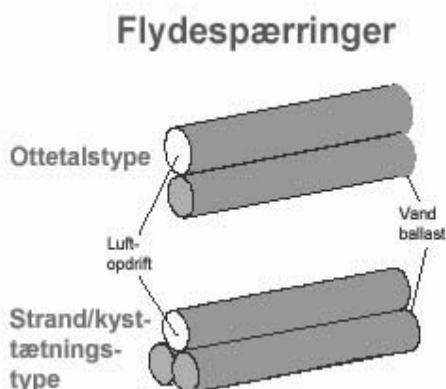
Hvad beredskabet i havnene angår, kan kommunalbestyrelsen pålægge havnebestyrelsen at drage omsorg for, at det nødvendige materiel til bekæmpelse af forurening i havnen er til rådighed.

#### **9.1. Spærringer**

Spærringer kan udlægges i vand eller opstilles på land for at forhindre olie i at sprede sig yderligere. Ud over at spærringer kan standse olien, kan de lette optagningen, idet olien vil samle sig i tykkere lag foran en spærring, hvorfra opsamlingen med slamsuger, pumpe eller andet er muligt.

De mest anvendte spærringer er såkaldte flydespærringer, der i princippet er opbygget som vist nedenfor.

FIGUR 1: EKSEMPEL PÅ FLYDESPÆRRINGER



FIGUR 2: STRØMMENS PÅVIRKNING AF EN SPÆRRINGS EFFEKTIVITET



Flydespærringer findes i flere størrelser til brug under forskellige forhold. Flydespærringers funktion påvirkes i meget høj grad af vind, strøm og bølger, og ofte vil en del af olien derfor passere flydespærringen enten ved at passere over spærringen på grund af vind og bølger, eller blive ført med strømmen under spærringen. Ved strømhastigheder over ca. 0,5-1 knob vil olie blive ført med strømmen under spærringen. Når flydespærringen udlægges i en passende vinkel i forhold til strømmen, kan dette problem til en vis grad afhjælpes, samtidig med at olien vil samles ved den ene ende af spærringen, hvorfra den kan optages, se Figur 3

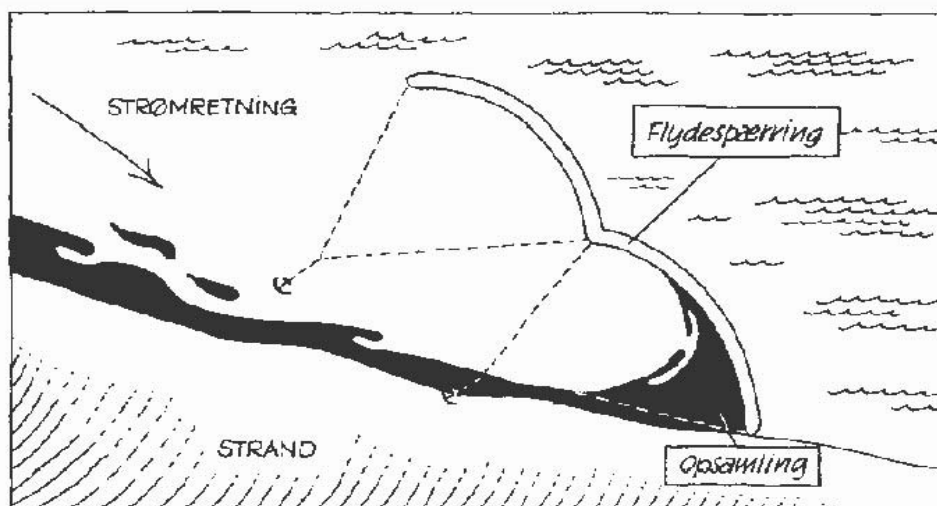
Af Figur 3 fremgår den største vinkel i forhold til strømretningen en spærring kan lægges i for at undgå, at olien føres under spærringen (tommelfingerregel).

Flydespærringer kan udlægges ud fra kysten for at forhindre olien i at »vandre« og derved forurene større kyststrækninger. For at undgå at olien passerer spærringen, må denne udlægges i en passende vinkel på kysten, se Figur 3.

For at holde på olie i strandkantens tidevandszoner kan der anvendes specielle strandflydespærringer, afsnit 9.1.3.

Flydespærringer kan også anvendes til afspærring af bugter, indskæringer og udløb, men særlig her vil deres virkning ofte begrænses af strøm.

FIGUR 3: SPÆRRING TIL AT HINDRE OLIENS SPREDNING LANGS KYSTEN



Flydespærring udlagt i en vinkel på ca. 45° i forhold til kysten. Olien forhindres af spærringen i at vandre langs kysten, og tillige vil olien også ved stærkere strømhastigheder, på grund af vinklen mellem strømmen og spærringen, kunne forhindres i at føres med strømmen under spærringen.

#### 9.1.1. Spærringer på åbent vand

Spærringer til brug på åbent vand har stor dybgang og stort fribord for at hindre at olien passerer spærringen.



FIGUR 4: UDLAGT SPÆRRING TIL BESKYTTELSE AF IKYSTEN

Kysten kan beskyttes af spærringer til brug på åbent vand.

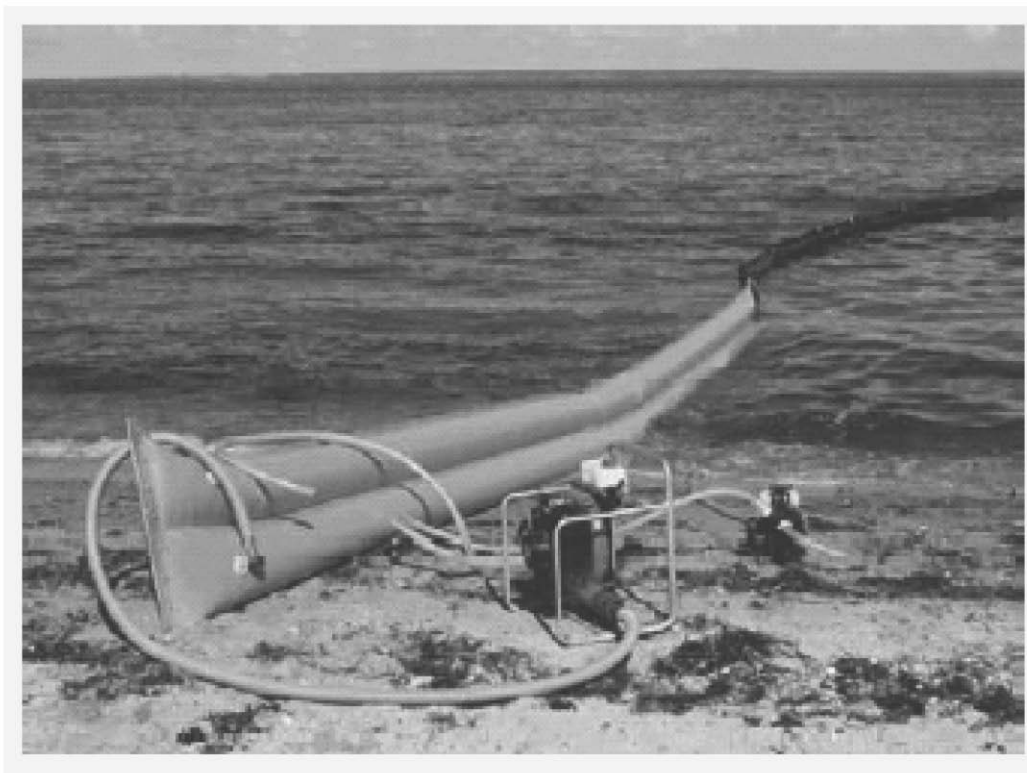
Spærringerne fortøjes ud for kysten.

#### 9.1.2. Spærringer til brug i beskyttede vandområder

Spærringer til brug i beskyttede vandområder har lav dybgang og kun lille fribord. De kan fx forankres langs kysten og forhindrer olie i at nå denne. På grund af deres relativ lille størrelse er de nemme at håndtere.

#### 9.1.3. Strandflydespærringer

En strandflydespærring anvendes til at afspærre for olie mellem en udlagt kystspærring og land. En strandflydespærring har vandballast i sit nederste kammer og luft i det øverste kammer. Derfor står den stabilt på stranden ved lavvande. Ved højvande flyder den del, der ligger i vandet.



FIGUR 5: STRANDFLYDESPÆRRING FORBUNDET MED KYSTSPÆRRING

#### **9.1.4. Improviserede spærringer**

Planker, træstammer, el-master og lignende kan bruges til konstruktion af spærringer, f.eks. til anvendelse inden fabriksfremstillede flydespærringer kan nå frem. Hvis der kun er ringe strøm og vind, kan sådanne improviserede spærringer standse olien effektivt. Det kan dog være vanskeligt at opnå tæt sammenføjelse af de enkelte dele. På Figur 4 og Figur 5 ses nogle improviserede spærringer, der kan anvendes i mindre vandløb.

#### **9.1.5. Spærringer med opsugningsmiddel**

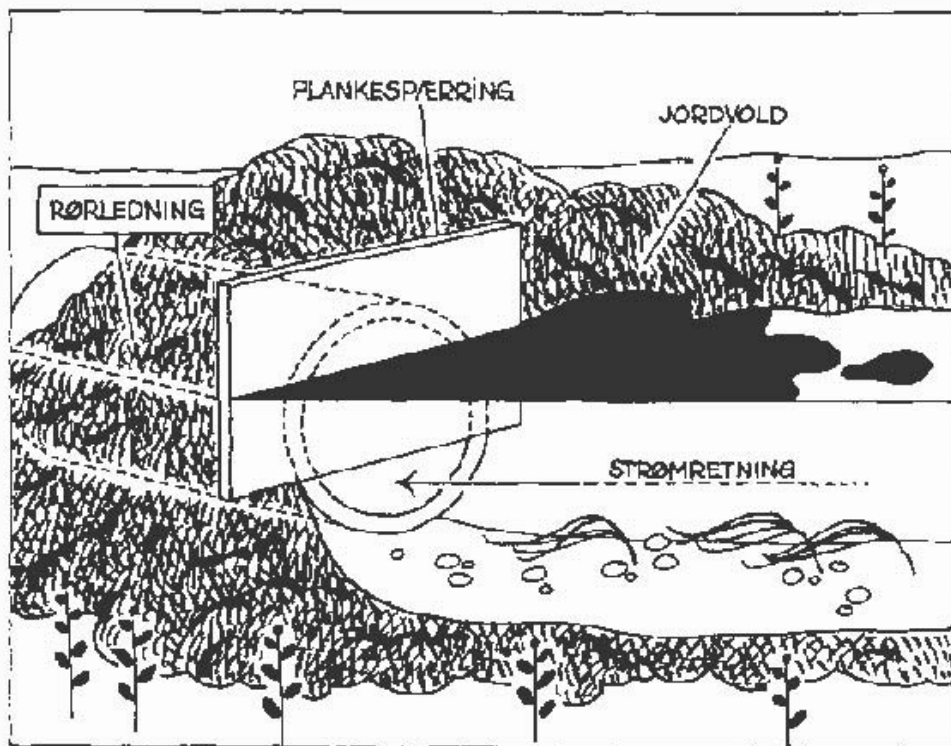


FIGUR 6: SPÆRRING MED OPSUGNINGSMIDDEL

Spærringer kan konstrueres med forskellige former for opsugningsmiddel, der kan holdes sammen af net, sækkelærred eller andet. Spærringerne kan enten konstrueres som flydende bomme eller som barrierer, der når helt ned til bunden. Hvilken form der kan anvendes, vil afhænge af vanddybden og strømmen, samt af hvilke materialer, der er til rådighed. Som opsugningsmiddel kan f.eks. anvendes tørvestrøelse. Hydrofoberet (vandskyende) tørvestrøelse vil kunne holde sig flydende i længere tid, og vil derfor kunne anvendes til flydende bomme, ligesom visse syntetiske stoffer kan bruges. Kun relativt tyndtflydende olie vil kunne opsuges effektivt af disse spærringer, men også tyktflydende olie vil kunne standses af dem, men optagning af olie må da til stadighed foretages foran spærringen. Ved anvendelse af spærringer med opsugningsmiddel, bør der af hensyn til udskiftningen af spærringen, når denne er mættet med olie, anvendes dobbeltspærring. Spærringerne kan passende anbringes 30-40 meter fra hinanden.

Håndteringen af oliemættet opsugningsmiddel er vanskelig, da affaldsmængden er væsentligt større end mængden af opsuget olie. Bortskaffelse skal altid ske til kommunal modtageplads eller anden godkendt aftager. Forskellige typer spærringer med opsugningsmidler er vist i Figur 6 og Figur 7.

Spærringer af opsugningsmidler kan beregnet for brug på vand kan også anvendes på land til opsamling af olie og vand i forbindelse med spuling.

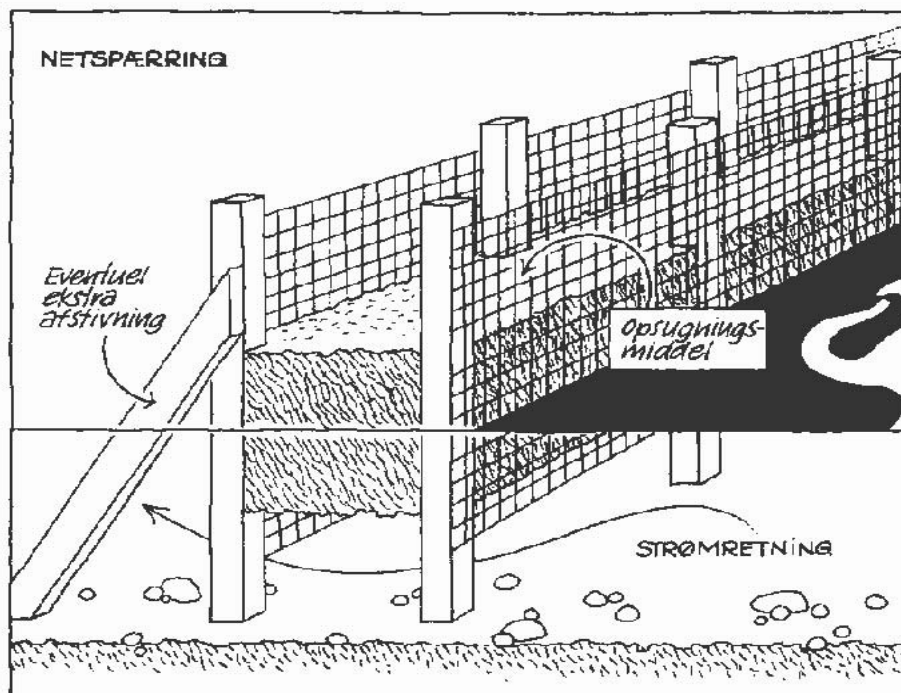


FIGUR 7: INTERIMISTISK OPBYGGET SPÆRRING

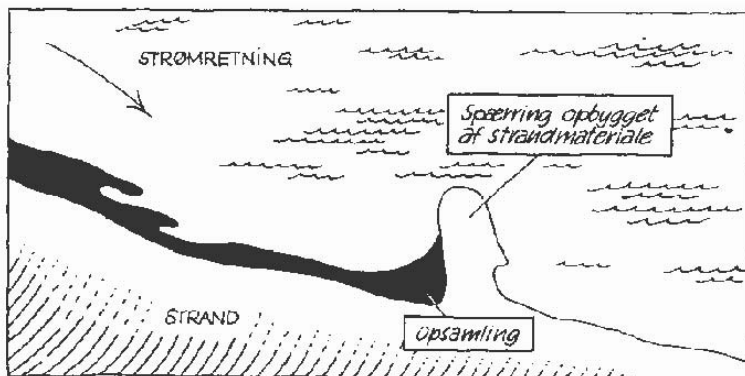
Brandslanger, der er fyldt med luft, kan fungere som flydespærringer. Vejr og vind sætter begrænsninger for disse spærringers anvendelighed.

Tang i strandkanten kan fungere som kombineret opsugningsmiddel og spærring. Hvis der ligger et tangbælte højere op på stranden, kan det skubbes ned til vandkanten og der fungere som spærring og opsugningsmiddel.

FIGUR 8: NETSPÆRRING MED OPSUGNINGSMIDDEL. SPÆRRINGEN KAN ANVENDES I VANDLØB.



FIGUR 9: OPBYGNING AF SPÆRRING, DER FORHINDRER OLIE I AT VANDRE LANGS KYSTEN



Spærring opbygget af strandmateriale. Spærringen bør være mindst 5 meter lang. Optagningen af olie må påbegyndes med det samme, idet olien ellers vil passere udenom spærringen.

## 9.2. Oleioptagere/Skimmere

Opsamlingen af olie fra vand kan foretages med skimmere. Der findes flere forskellige skimmertyper, f.eks. sugeskimmere, centrifugalskimmere og oleofile skimmere.

Princippet for alle skimmertyper er, at de optager olielaget fra vandet, således at så lidt vand som muligt medtages. Bølgebevægelse, strøm og faste genstande i vandet, f.eks. tang, vil vanskeliggøre brugen af skimmere, og store mængder vand vil ofte blive optaget sammen med olien, eller skimmeren kan blive tilstoppet af tang, opsugningsmiddel eller andet. Tyktflydende olie kan også blokere skimmeren, og en skimmers funktion kan således være afhængig af temperaturen.

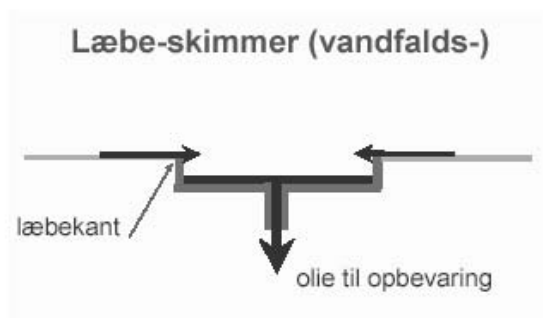
Nogle skimmertyper, særligt skimmere, der fungerer ved hjælp af olieopsugende plader eller bånd, vil ofte kunne optage tyktflydende olie og olieklumper, men den pumpe der skal transportere olien bort fra skimmeren, vil ikke altid være i stand til at arbejde i meget tyktflydende olie, og skimmeren vil derfor ikke kunne fungere.

De fleste skimmere kræver en vis vanddybde for at kunne arbejde. Enkelte typer, f.eks. sugeskimmere med et såkaldt skimmerhoved, kan anvendes på lavt vand, og kan tilsluttes f.eks. en slamsuger. Hvis en sådan skimmertype skal anvendes til opsamling af tynde lag olie, skal skimmerhovedet holdes forholdsvis højt i vandet for at undgå større mængder vand. En del luft vil derfor ofte suges med. Anvendelse af slamsugere eller pumpe, der er i stand til også at suge luft, er i sådanne tilfælde nødvendig.

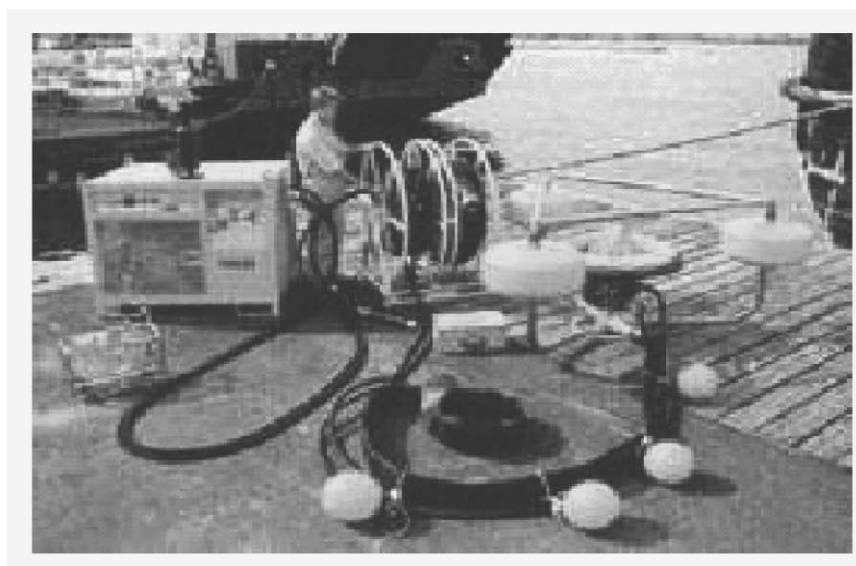
### 9.2.1. Læbeskimmer (vandfalds-skimmer)

Læbe-skimmere eller vandfalds-skimmere virker ved at olievand løber over en kant ned i skimmerhuset. De mest effektive læbe-skimmere har indbygget en pumpe i skimmerhuset. Kantens stilling i forhold til grænsefladen mellem olie og vand kan indstilles. Anvendelse af denne typer skimmer kræver et hydraulisk kraftaggregat for pumpen i skimmeren, hydraulikslanger, og slange til at føre olien fra skimmeren til opsamlingstank.

Denne type skimmer har en dybgang på omkring en halv meter.



FIGUR 10: LÆBESKIMMER



FIGUR 11: LÆBESKIMMER MED HJÆLPEUDSTYR

### 9.2.2. Oleofile skimmere

Oleofile materialer har gode vedhængsegenskaber med olie. Denne egenskab gør oleofilmaterialer meget effektive til at samle olie op samtidig med, at der kun opsamles små mængder vand.

Oleofile skimmere kan findes i forskellige udformninger til specielle formål.

#### *Skiveskimmer*

Skiveskimmere virker ved, at olie klæber til de roterende skiver, hvorfra den skræbes af. Den optagne olie bliver samlet i skimmerhovedets bundkar og pumpes væk. Skimmeren tager kun meget lidt vand ind, normalt under 5 procent af den samlede optagne mængde.

Små skiveskimmere er lette, har lav dybgang og er nemme at håndtere.

Denne type skimmere kan anvendes til optagning af olier med viskositet mellem 200 og 2000 cSt. Ved bølger, der er større end skivediameteren, skal skimmeren stabiliseres med flydere.

Skimmeren drives af et lille kraftaggregat med membranpumpe, sugeslange og hydraulikslanger til skivemotoren i skimmerhovedet.



FIGUR 13: SKIVESKIMMER I FUNKTION

#### *Rebmoppeskimmer*

En rebmoppeskimmer består af et endeløst polypropylenreb med »indvævede« strenger af polypropylenfibre. Rebet flyder omkring endetrisser. Ved træktrømlen er der en pressetromle, som trykker olien af polypropylenfibre og ned i et kar. Rebmoppeskimmere kan fx anvendes under moler. Rebskimmere kan optage olie med viskositet op til 3000 cSt. Rebmopper generes ikke af flydende affald, og de optager kun

meget små mængder vand. En rebmoppe med et reb med en diameter på 150 mm optager imidlertid kun ca. 2 – 4 ton per time.



FIGUR 14: PRINCIPPET I EN MOPPESKIMMER. OLIE PRESSED FRA MOPPEN NED I ET OPSAMLING SICAR.



FIGUR 15: MOPPESKIMMER MED 2 ENDETRISSER

### *Bælteskimmer*

Bælteskimmere består af et oleofilt bånd, der føres gennem oliespildet. Båndet med den vedhæftede olie føres forbi en skraber, der fjerner olien. Bælteskimmere er også velegnet til olier med høj viskositet. Bælteskimmere kan eventuelt monteres på en pram.

### *Børsteskimmer*

På en børsteskimmer opsamler roterende børster olien fra vandoverfladen. Olienskrabes af børsterne ned i en sump med indbygget pumpe. Børsteskimmere kan anvendes til både let og svær olie.

### **9.2.3. Vakuumskimmere/Slamsugere**

Slamsugere giver ikke problemer i samme grad som de mekaniske pumper. Der kan dog ved opsugning af nogle olietyper være eksplosionsfare, idet ikke alle slamsugere er beregnet til håndtering af brand- og eksplosionsfarlige stoffer. Slamsugerslangen kan forsynes med et specielt skimmerhoved, der tillader opsugning på meget lave vanddybder, ned til få centimeter.

Foruden at kunne anvendes til opsugning af olie kan slamsugere anvendes til separering af opsugede olie-vandblandninger, idet vandet efter henstand kan aftappes fra bunden af slamsugertanken. Da separeringen er tidskrævende, kan der ikke i alle tilfælde lægges beslag på slamsugeren til dette formål, og separeringen må da foregå i en anden tank.

Anvendelsen af slamsugere til transport af opsamlet olie har den fordel, at slamsugeren kan åbnes og renses efter brug.

Hvis meget tykke olielag skal optages, kan slamsugerslangen anvendes direkte.

#### *Olietrawl*

Olietrawl kan bruges til opsamling af meget svære olieklumper, der ikke kan opsamles med en skimmer.



FIGUR 16: OLIE TRAWL, TRAWLPOSEN MED OPSAMLET OLIE ER VED AT BLIVE FRIGJORT

#### **9.2.4. Opsugningsmidler**

Opsugningsmidler til optagning af olie kan inddeles i 3 grupper: naturlige organiske materialer, mineraliske materialer og syntetiske, organiske materialer.

Opsugningsmidler bør i almindelighed kun anvendes til opsugning af små mængder olier eller - ved en afsluttende rensning - til opsugning af den olie, der ikke har kunnet optages med pumpe, skimmer eller andet. Desuden kan opsugningsmidler anvendes i forskellige typer spærringer.

Når det ikke kan anbefales at anvende opsugningsmidler som et primært opsamlingsmiddel, skyldes det, at håndteringen af større mængder olievædet opsugningsmiddel kan være meget besværlig. Pumper, skimmere og slamsugere kan desuden tilstoppes, og genvinding af olien kan blive meget vanskelig eller umulig. Desuden skal der ofte anvendes store mængder opsugningsmiddel, så affalds- og transportproblemet kan blive stort.

Inden for de forskellige grupper findes opsugningsmiddel som løst, granuleret eller samlet i plader, m.m.

#### *Naturlige, organiske opsugningsmidler*

Stofferne i denne gruppe kan optage oliemængder svarende til 2-6 gange stoffernes egen vægt. Ud over olien, optager disse opslugningsmidler også vand og vil efterhånden synke, hvorfor de bør tages op fra vandet så hurtigt som muligt, efter at de er mættet med olie. Nogle af disse opslugningsmidler er særligt behandlet, således at de kun optager vand langsomt. Disse typer bør derfor så vidt muligt anvendes på vand. F.eks. kan nævnes tørvestrøelse, der ved særlig tørring er blevet gjort mere eller mindre vandskyende (hydrofobt).

Naturlige opslugningsmidler har den fordel frem for de to andre grupper af opslugningsmidler, at de er nedbrydelige i naturen. Opslugningsmiddel, der ikke har været muligt at samle ind igen, vil derfor ikke medføre nogen forurening. Opslugningsmidler bør dog kun, udsprede med henblik på genopsamling.

#### *Mineralske opslugningsmidler*

Denne type af opslugningsmidler har en lidt større opslugningsevne end de naturlige, organiske stoffer, idet de kan opsluge omkring 4-10 gange deres egen vægt.

Disse stoffer er ikke naturligt nedbrydelige, hvorfor de kun bør anvendes, hvor det er muligt at opsamle alt materialet igen.

#### *Syntetiske, organiske opslugningsmidler*

Stofferne i denne gruppe af opslugningsmidler har som oftest en meget stor opslugningsevne, op til omkring 70 gange deres egen vægt. Gruppen består især af skumprodukter, polyethylen og polypropylen-fibre og polystyren. De fleste kan genbruges ved, at olien presses ud af dem. Dette vil dog som oftest kun kunne lade sig gøre et mindre antal gange og kræver specielt materiel. De syntetiske stoffer skal bortskaffes ved forbrænding på godkendt anlæg.

De syntetiske opslugningsmidler nedbrydes kun langsomt i naturen og må derfor kun anvendes, hvor genopsamling er mulig.

#### *Udspredning af opslugningsmidler*

Opslugningsmidler kan spredes ved håndkraft eller, hvis store mængder skal anvendes, med maskine. Opsamlingen af det olie-vædede opslugningsmiddel kan lettest foretages med siskovle eller lignende.

Anvendelse af opslugningsmidler, særlig i løs form, kan være vanskelig eller udelukket i blæst.

### **9.3. Pumper**

Ved anvendelse af pumper er der en række forhold, som må tages i betragtning: eksplosionsfare, brandfare, tilstopning af pumper med opslugningsmiddel og plantedele, olieklumper og olieemulsion. Ligeledes kan indsuget luft for nogle pumpe- vedkommende hindre pumpens funktion.

Ved pumpning af olie må det sikres, at olien ikke er eksplosionsfarlig. Hvis der er fare for eksplosion, skal der anvendes pumpeudstyr, der er beregnet til brandfarlige materialer.

Olie kan virke ødelæggende på nogle pumper, hvorfor der kun bør anvendes pumper af oliebestandigt materiale.

Tilstopning og overbelastning af pumper kan undgås ved at vurdere pumpens kapacitet i forhold til det, der skal pumpes. Desuden kan der monteres et filter på pumpe- slangen.

Ved pumpning af blandinger af olie og vand, kan der dannes emulsioner, der eventuelt vil blokere pumpen eller yderligere vanskeliggøre bortskaffelsen af olien. Det vil især kunne ske ved anvendelse af centrifugalpumper, mens membran- eller snekkepumper ikke har denne uheldige egenskab.

### **9.4. Dispergeringsmidler**

Dispergeringsmidler spreder olien i vandet og fjerner den fra overfladen. Det medfører, at marine organismer i større udstrækning bliver udsat for olie- påvirkning, og desuden optages olie i dispergeret form lettere af organismene. Foruden den forøgede giftvirkning olien derved får, kan dispergeringsmidlerne selv indeholde giftige forbindelser.

Da dispergeringsmidler kun fjerner olien fra overfladen, og samtidig øger oliens giftvirkning, er det kun i særlige tilfælde, at det kan tillades at anvende dispergeringsmidler, fx i tilfælde, hvor store koncentrationer af havfugle er truet af olieforurening.

Dispergeringsmidlers effekt på en olieplak vil normalt være begrænset når vejrliget har indvirket på olieplagen i mere end 24 timer.

Dispergeringsmidler vil ikke kunne anvendes på lave vanddybder.

Naturlig dispergering sker, når havet er oprørt, hvorved bølgerne delvist kan findele en olieplage til små dråber, der fordeler sig i vandsøjlen. Ved naturlig dispergering er der dog en vis sandsynlighed for, at olien senere i et vist omfang dukker op på havoverfladen igen.

Anvendelsen af dispergeringsmidler kræver i hvert enkelt tilfælde særlig tilladelse fra By- og Landskabsstyrelsen.

### **9.5. entreprenørmaskiners anvendelse til strandrensning**



FIGUR 17: ENTREPRENØRMASKINER ANVENDES TIL AT SAMLE OLIE OP

Større strandrensningsarbejder vil normalt blive udført ved hjælp af almindelige entreprenørmaskiner, idet disse vil kunne stilles til disposition stort set alle steder i landet. De har ved tidligere olieforureninger vist sig anvendelige til strandrensning, men maskinerne har visse begrænsninger, både med hensyn til effektivitet, og med hensyn til deres mulighed for kun at optage eller afskrabe olien og det olieforurenede strandmateriale. Ved valg af maskintype må der tages hensyn til, at maskinerne kan have uønskede virkninger på strandene. Større entreprenørmaskiner vil derfor fortrinsvis kunne finde anvendelse på sand- og stenstrande, mens deres anvendelse i f.eks. marskområder vil være begrænset.

Ved mindre olieforureninger kan olien med fordel optages manuelt, idet manuel opsamling erfaringsmæssigt kan udføres meget selektivt. Herved undgås det, at der samtidig opsamles store mængder uforurenede kystmateriale, som det ofte er tilfælde, når der anvendes maskiner. Anvendelse af maskiner giver således anledning til store bortskaffelsesproblemer, idet uforurenede kystmaterialer ved opsamlingen blandes med olie samtidig med at olie køres ned i kystmaterialet.

Manuelt oprensede områder har også en tendens til hurtigere at vende tilbage til den naturlige tilstand efter en olieforurening end områder, der er rensede med maskiner. Det skyldes, at manuel oprensning, sam-

menlignet med anvendelse af entreprenørmaskiner, normalt kun giver mindre forstyrrelse og oprodning af kystmaterialet

Valg af strandrensningsmetoder er beskrevet yderligere i kapitel 12.

I Tabel 7 er de enkelte maskiners anvendelighed på forskellige strandtyper og overfor forskellige olietyper angivet. Skemaet er kun vejledende, idet mange forhold er bestemmende for, hvilke maskintyper der bør anvendes. Blandt andet kan nævnes tilkørselsforholdene, strandens bæreevne og hældning samt oliemængden.

**Tabel 7 Entreprenørmaskiners anvendelighed til strandrensning**

| <b>Strandtype</b>       | <b>Frisk råolie</b>                                                  | <b>Emulgeret olie</b>                                                | <b>Tyndtflydende olie</b>                                 | <b>Tyktflydende olie</b>                                             |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Fint sand               | Grader<br>Jordhøvl (scraper)<br>Sneplov<br>Læssemaskine<br>Slamsuger | Grader<br>Jordhøvl (scraper)<br>Sneplov<br>Læssemaskine<br>Slamsuger | Grader<br>Jordhøvl (scraper)<br>Læssemaskine<br>Bulldozer | Grader<br>Jordhøvl (scraper)<br>Sneplov<br>Læssemaskine<br>Slamsuger |
| Groft sand              | Grader<br>Jordhøvl (scraper)<br>Sneplov<br>Læssemaskine<br>Slamsuger | Grader<br>Jordhøvl (scraper)<br>Sneplov<br>Læssemaskine<br>Slamsuger | Grader<br>Jordhøvl (scraper)<br>Læssemaskine<br>Bulldozer | Grader<br>Jordhøvl (scraper)<br>Sneplov<br>Læssemaskine<br>Slamsuger |
| Ral<br>5-20 mm          | Læssemaskine<br>Bulldozer                                            | Læssemaskine<br>Jordhøvl (scraper)                                   | Læssemaskine<br>Jordhøvl (scraper)<br>Bulldozer           | Læssemaskine<br>Jordhøvl (scraper)                                   |
| Rullesten<br>50-100 mm  | Læssemaskine<br>Bulldozer                                            | Læssemaskine<br>Jordhøvl (scraper)                                   | Læssemaskine<br>Bulldozer                                 | Læssemaskine<br>Jordhøvl (scraper)                                   |
| Rullesten<br>100-250 mm | Læssemaskine<br>Bulldozer                                            | Læssemaskine<br>Bulldozer                                            | Læssemaskine<br>Bulldozer                                 | Læssemaskine<br>Bulldozer                                            |

På strande med ringe bæreevne er maskiner med larvebånd generelt bedre egnet end maskiner med gummihjul. Larvebåndsmaskiner kan dog være meget vanskelige at rense, ligesom slitagen på maskinerne kan være betydelig særlig ved arbejde på sand og grusstrande. Dertil kommer, at maskiner med larvebånd bevæger sig betydeligt langsommere end tilsvarende maskiner med gummihjul, hvilket kan have betydning ved transport over længere afstande. I sådanne tilfælde vil f.eks. en gummihjulslæsser ofte være en larvebåndslæsser overlegen.

I forbindelse med vurderingen af hvorvidt en given olieforurening bør opsamles manuelt, eller den har en sådan størrelse, at indsats af maskiner til selve sammenskrabningen overvejes, må den efterfølgende rensning af maskinerne, og de forholdsregler der skal træffes i den forbindelse, også tages i betragtning. Klæbrig, tyktflydende olie og olieemulsioner vil, særligt ved brug af larvebåndsmaskiner, give et omfattende maskinrensningsarbejde.

## **9.6. Rensning af materiel**



FIGUR 18: OPSÆTNING AF RENSEPLADS, UNDERLAG AF SVÆR PLASTIC FOR AT BESKYTTE UNDERGRUND MOD OLIE

Efter udført strandrensning efter olieforurening vil det normalt være påkrævet at foretage en grundig rengøring af det anvendte materiel og beskyttelsesudstyr. Afrensningen skal tilrettelægges sådan, at yderligere forurening af miljøet undgås.

Det kan i nogle tilfælde være økonomisk mere fordelagtigt at kassere beskyttelsesudstyr og materiel end at rense det.

#### *Rensningssteder*

Rensning af materiellet kan foretages:

- hvor strandrensningen har fundet sted eller i umiddelbar nærhed heraf,
- på en modtagestation for olie- og kemikalieaffald,

Der bør altid på stedet foretages en grovrensning af køretøjer, særlig af køretøjernes dæk, for at undgå forurening af vejene.

Hvis afrensning på selve stranden skønnes at være den mest miljøvenlige løsning, skal der til renseplads så vidt muligt vælges et område med passende fast og jævn bund. Rensepladsen skal afdækkes med presenninger eller oliebestandig plast af passende størrelse og lagtykkelse, alt efter om der skal foretages afrensning af mindre håndmateriel og beskyttelsesudstyr eller af større arbejdsmaskiner. Plasten kan eventuelt beskyttes af køreplader, der lægges på et lag sand oven på plasten.

For at kunne opsamle blandingen af olie og rensningsmiddel til senere destruktion, forbindes det afdækkede område ved render til et gravet bassin, og både render og bassin fores med oliebestandig plast for at forhindre forurening af jordbunden. Der skal udvises stor omhyggelighed ved etableringen af

pladsen, så der ikke sker lækage til omgivelserne, og det skal løbende kontrolleres om afdækning m.m. er intakt.

### *Rensningsmetoder*

Til rensningsarbejdet kan f.eks. anvendes varmtvands-, damprensings- eller højtryksrensingsanlæg.

Uanset hvilken afrensningsmetode der anvendes, er det nødvendigt, at der sker opsamling af blandingen af olie og eventuelt rensningsmiddel med henblik på senere destruktion.

På rensningssteder med olie- og benzinudskillere må oliedispergerende middel ikke anvendes, med mindre olie- og benzinudskilleren afspærres, og affaldet opsamles på anden måde. I alle tilfælde skal olie- og benzinudskillernes kapacitet vurderes i forhold til de tilførte mængder og den hastighed vandet og olien tilføres i.

Det affald af olie og rensningsmiddel, som opsamles på rensningsstederne, skal håndteres i overensstemmelse med reglerne om håndtering af farligt affald, jf. bl.a. kommunens affaldsregulativ. Tilsvarende skal andet affald i form af kassabelt materiel, f.eks. olietilsølede presenninger og plastfolie m.v., håndteres i overensstemmelse med kommunens retningslinier i affaldsregulativet.

## **10. Prøvetagning**

Dette kapitel er tænkt som et hjælpemiddel til dem, der skal opsamle/ mærke/opbevare og forsende olieprøver.

Kapitlet omhandler opsamling og behandling af olieprøver fra vandoverflader eller på kysten i forbindelse med olieforurening. Udtagning af olieprøver fra skibe, platforme eller landbaserede installationer, der er eller formodes at være involveret i en olieforureningshændelse, er ikke omfattet af dette afsnit, idet sådanne prøver udtages af særligt teknisk personel, eksempelvis for skibes vedkommende fra Søværnet.

### **10.1. Generelt**

Når der er konstateret en olieforurening på havet eller på kysten påbegynder indsamlingen af beviser. Det er afgørende, at arbejdet med en olieidentifikation begynder hurtigt og at arbejdet udføres med omhu og nøjagtighed – dvs., at der laves grundige kemiske analyser af pålideligt og hurtigt udtagne olieprøver. Dette er en afgørende forudsætning for efterforskningen.

Med henblik på at foretage kemiske analyser af olieprøver fra forureninger og mistænkte kilder har Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) et stående analyseberedskab, som træder i kraft med kort varsel indenfor normal arbejdstid i forbindelse med olieforureninger og modtagelse af olieprøver.

Olieprøver er således vigtige af hensyn til en eventuel senere erstatnings-/straffesag. Olieprøver bør derfor tages såvel inden en eventuel strandrensning påbegyndes, som løbende under hele bekæmpelses-/saneringsperioden, idet erfaringerne viser, at andre kunne benytte sig af en konstateret forurening ved at foretage en ulovlig olieudtømmelse i eller i nærheden af det i forvejen olieforurenede område. Hvis en olieprøve mistænkes for at indeholde forurenede stoffer, tages der om muligt blanke prøver af det forurenende stof. Eksempelvis kan overfladevand i havne indeholde spor af forskellige råolieprodukter. Når der tages prøver af udslip i sådanne vandområder, er det derfor vigtigt at forsyne laboratoriet med blanke prøver af vandet (referenceprøver).

Olieprøverne bør herefter hurtigt sendes til analyse, idet olie som slippes ud i naturen udsættes for en række naturlige processer, som gradvis forandrer oliens sammensætning og konsistens. Olien fordamper, opløses delvist i vandet og udsættes for nedbrydning. På trods heraf er det dog alligevel muligt også efter nogen tid at identificere et olieudslip, idet der findes forbindelser i olien som er stabile mod nedbrydning og fordampning. Normalt bør en hurtig analyse dog tilstræbes.

Opsamling og udtagning af olieprøver fra forurening og mistænkte kilder er et meget vigtigt led i efterforskningen, da det er forudsætningen for, at der kan foretages sammenligning og identifikation og hermed fremføres bevis for, at den mistænkte kilde kan have været årsag til forureningen.

Da de udtagne prøver således danner en væsentlig del af grundlaget for at kunne gennemføre identifikationen, er det af meget stor betydning, at opsamling, mærkning, opbevaring og forsendelse sker korrekt.

Det er også vigtigt, at der udtages et tilstrækkeligt stort antal prøver til, at såvel hele forureningen som det uforurenede referenceområde

(baggrundsområdet) kan kortlægges og karakteriseres også for at muliggøre konstatering af afvigelser eventuelt forårsaget af flere forureningskilder.

Øjeblikkelig entydig mærkning samt dokumentation for opbevaring og forsendelse er af betydning for, at ombytning eller forveksling ikke kan finde sted.

Denne dokumentation er af allerstørste betydning, hvis analyseresultatet og olieidentifikationen skal kunne anvendes som bevismateriale i en eventuel erstatnings-/straffesag. Der må således aldrig kunne rejses tvivl om, hvilken forurening eller mistænkt kilde en olieprøve eller et analyseresultat stammer fra.

Da olieprøver således er et juridisk bevismateriale, skal de så vidt muligt opsamles og håndteres af uddannet personale. Prøverne skal holdes under kontrol indtil det tidspunkt, hvor en juridisk proces er afsluttet eller en konstateret forurening ikke mere kan forventes opklaret, herunder udløb af forældelsesfrist.

I forbindelse med forsendelse af prøver til analyselaboratorium ved tredje part (PostDanmark o.l.), skal prøverne forsegles, så ethvert uretmæssigt forsøg på at manipulere med prøverne vil kunne dokumenteres. Af hensyn til eventuel bortkomst f.eks. under forsendelse, tilrådes det at tage alle prøver i 2 eksemplarer.

Hvor det er praktisk gennemførligt, kan fotografering af forureningsområdet, af selve prøvetagningen samt af prøvetagningsbeholdere m.v. tjene som en yderligere vigtig dokumentation i forbindelse med en eventuel erstatnings-/straffesag.

## **10.2. Prøvetagning**

Når man skal opsamle en olieprøve, er der mange forhold som kan spille ind på den praktiske gennemførelse af prøvetagningen. Dels om prøverne skal opsamles på havet fra et skib eller om de opsamles på land, om olien er en tynd eller en tyk film, om det er klumper eller emulgeret olie m.v.

Det bør også undersøges om der er nogen sundhedsrisiko for dem, der udtager prøverne. Olieudslip kan således indebære sundhedsfare i forbindelse med indånding og kontakt med huden. Det kan være tilfældet for visse råolier, spildolier eller lette destillater. Usædvanlige bestanddele i olien (f.eks. klororganiske forbindelser og pesticider) kan frembyde særlige risici.

I visse tilfælde kan olien være letantændelig og kan forårsage brand og/eller eksplosion.

Det er derfor vanskeligt at opstille entydige procedurer, som dækker alle forhold, og det kan således være nødvendigt med et vist skøn i enkeltstående situationer.

Det er ikke sandsynligt, at man har udstyr ved hånden som er egnet til prøvetagning ved alle former for oliespild på vandoverflader (tynde og tykke film, emulsioner, klumper, tjæreklumper m.v.). I disse tilfælde må man benytte de hjælpemidler, man har i nærheden, således at der sikres en prøve til senere analyse.

Generelt kan følgende bemærkes om prøvetagningsudstyr: Såfremt man ikke har et korrekt prøvetagningsudstyr, kan man for at sikre en prøve anvende for eksempel en skovl, en øse, eller anden form for beholder til opsamlingen, afhængig af, hvorledes olien optræder. I visse tilfælde, hvor fri olie ikke kan optages, kan olieforurenede genstande (træstykker, sten, fjer, tang, plastposer m.v.) anvendes. Når man opsamler prøverne er det vigtigt, at alle de ting, som kommer i berøring med olien er så rene som muligt, idet forurening som stammer fra prøvetagningsudstyret kan indvirke på analyseresultatet. Det er specielt vigtigt, at man ikke bruger udstyr som er forurenede med rester fra olie/smøreolie, idet det kan kontaminere prøverne.

Prøvetagningsudstyret skal helst være af metal, glas eller andet materiale som ikke kan give en afsmitning til prøverne. Det samme gør sig gældende for den/de beholdere som skal anvendes til opbevaring eller forsendelse.

Blandt andet for at kunne vurdere evt. forurening af prøverne, er det vigtigt at tage prøver af det materiale, som kan tænkes at have forårsaget forureningen af prøverne (baggrundsprøver).

Hvis der er store forskelle på udseende, lugt m.m. af den olie, som indgår i forureningen, bør der tages prøver fra de forskellige typer, idet der skal tages olieprøver, så de er repræsentative for forureningsområdet.

Det anbefales, at der tages flere prøver fra et olieudslip. Selv ved små udslip bør der tages mindst 2 prøver. Ved større udslip skal antallet af prøver bestemmes af den dokumentation, der ønskes for udslippets størrelse og udbredelse. Der bør også tages baggrundsprøver af havvand.

Det er meget vigtigt at sikre beviser fra alle de mulige mistænkte kilder til olieudslippet, for senere at kunne påvise, hvem der har ansvaret for udslippet. Mulige kilder skal lokaliseres, og der skal tages prøver af alle typer olie, som findes hos den mistænkte forurener. Som regel er det nok at tage en prøve fra hvert prøvetagningspunkt ombord på et skib eller på en platform eller på landbaserede installationer.

I punkt 10.10. - 10.12. er angivet mere detaljerede retningslinier for optagning af prøver af olie på vand og strand samt prøvetagning af olie på fugle og andre dyr.

### **10.3. Prøvevolumen**

Hvis der er tale om en stor oliemængde, bør der tages en olieprøve på 10-200 ml.

Dette kan imidlertid være et problem. Når der tages prøver af tynde oliefilm kan det være vanskeligt at opnå synlige spor af olie i prøven. Det vil kunne se ud som om prøven består af rent vand. Ingen prøvemængde er dog for lille til at sende til analyse. Laboratoriet kan ofte analysere minimale prøvemængder, f.eks. vandprøver, som tilsyneladende kun består af vand, men alligevel indeholder næsten usynlige oliemængder. Selv f.eks. »vandprøver« med en tynd film eller lugt af olie kan være tilstrækkelige. Det er i sådanne tilfælde vigtigt, at der udtages så stor en vandprøve som muligt.

### **10.4. Prøvebeholder**

Prøvebeholderen skal være på ca. 100-250 ml med en åbning på mindst 5 cm. i diameter. Prøvebeholderen, der skal have skruelåg, skal bestå af glas eller inert plastik og må ikke kunne angribes af olien eller afgive stoffer til denne. Prøvebeholderen skal være ren.

Hvis der kun er plastemballage tilgængeligt ved prøvetagning, kan den bruges, men olieprøven skal derefter så hurtigt som muligt overføres til opbevaring i glasbeholder, da plastmateriale kan forurene prøven. Hvis skruelåget har plastforing dækkes/udskiftes denne med aluminiumsfolie/teflonpakning. Prøvebeholderen skal være helt tæt.

Brugte prøveflasker må ikke bruges igen – ikke engang efter omhyggelig afvaskning.

### **10.5. Påfyldning og opbevaring af prøvebeholder**

Proceduren ved fyldning af prøvebeholder er følgende:

- 1) Anvend en ny prøvebeholder for hvert nyt prøvetagningspunkt
- 2) Fyld beholderen sådan, at så lidt vand som muligt medtages. En af metoderne til at fjerne vand fra flasken er at skrue låget på og vende flasken på hovedet i 1 minut. Lad derefter olien stige opad til bunden af flasken, således at vandet kan tømmes ud ved forsigtigt at åbne låget.
- 3) Fyld ikke beholderen mere end til ca. 2 cm under lågets underkant
- 4) Skru prøvebeholderens låg ordentlig fast
- 5) Tør eventuel olie på ydersiden af beholderen af
- 6) Vend bunden i vejret på beholderen og kontroller, at den holder tæt
- 7) Forsyn prøvebeholderen med udfyldt etiket samt forsegling (evt. plombe)

Såfremt prøven ikke umiddelbart kan afsendes til analyse, skal den opbevares mørkt og koldt (under + 4 graders Celcius, f.eks. i køleskab); dette er specielt vigtigt ved prøver af tynde oliefilm, hvor der ofte er meget vand tilstede.

#### **10.6. Emballering af prøvetagningsklud, fjer eller pelshår**

Olieprøvetagningsklud, fjer, pelshår eller andet materiale, der ikke kan placeres i en prøvebeholder emballeres som følger:

- 1) Lad overflødigt vand løbe af materialet
- 2) Hvis materialet indeholder olieklumper eller oliemængder som løber, må denne olie skrubes af og føres ned i en prøvebeholder, hvorefter øvrigt materiale kasseres
- 3) Kontroller at materialet ikke indeholder væv fra dyr eller tekstiler, som kan rådne under opbevaring og forsendelse
- 4) Placer materialet (uden at anvende absorberingsmiddel) i en passende beholder, der kan lukkes vandtæt
- 5) Forsyn prøvebeholderen med udfyldt etiket.
- 6) Plomber beholderen

Såfremt prøven ikke umiddelbart kan afsendes til analyse, skal den opbevares mørkt og koldt (under +4 graders Celcius, f.eks. i køleskab). Beholderen pakkes og forsendes som angivet under punkt 10.9. Se også under punkt 10.12.

#### **10.7. Mærkning af olieprøver**

Mærkning af en olieprøve samt eventuel ydre emballage skal foretages umiddelbart efter prøveudtagningen.

Denne mærkning skal som minimum bestå af:

- 1) Identifikationsnummer (påføres også prøvebeholderen)
- 2) Dato og klokkeslæt for prøvetagning
- 3) Prøvetagningens art (udslip eller referenceprøve)
- 4) Position (til søs; længde/bredde, på land; angivet på kort)
- 5) Navn, adresse og telefonnummer på prøvetager
- 6) Underskrift

Prøvenummeret skal følge prøven under hele sagsgangen. Skriv tydelige mærker, brug helst blokbogstaver. Skriv med vandfast tusch. Brug selvklæbende etiketter som tåler fugtighed.

#### **10.8. Rapport**

Efter prøven er taget, er det vigtigt at følgende informationer noteres og rapporteres jf. rapportskemaet, som forefindes i olieprøvekassen. Følgende informationer bør som minimum noteres:

- 1) Olieprøvenummer
- 2) Dato og klokkeslæt for prøvetagningen
- 3) Beskrivelse af sted/position for olieprøvetagningen
- 4) Prøvetagningens art (udslip eller referenceprøve)
- 5) Mulige kilder til forureningen
- 6) Vindretning og vindhastighed
- 7) Luft og vandtemperatur
- 8) Prøvetagningsmetode
- 9) Beskrivelse af prøven: Farve: mørk, lys, usigtbar, fluorescerende. Lugt: benzin, smøreolie, tjære, lugtløs, andet. Viskositet: klumper, tyktflydende, tyndtflydende. Renhed: blandet med vand, tang, sand, ren. Udstrækning: sammenhængende, pletvis, spredt. Udbredelse: længde, bredde, tykkelse.
10. Andre relevante oplysninger til brug for en eventuel efterfølgende retsforfølgelse.

## 10.9. Pakning og forsendelse af olieprøver

Inden forsendelse til analyse checkes, at olieprøvebeholderen er forsynet med mærkning jf. punkt 10.7. , og at den er forsegleet. Herefter kontrolleres, at beholderen holder tæt, når låget er skruet på.

Olieprøvebeholderen skal herefter pakkes forsvarligt for at hindre, at den udsættes for slag med ødelagt beholder til følge. Endvidere må prøven ikke udsættes for store temperatursvingninger. Prøven bør derfor indpakkes i isolerende materiale samt i et olieabsorberende materiale for at forhindre forurening og udslip ved evt. brud.

Såfremt prøven sendes med post, bør dette ske som anbefalet forsendelse. Postvæsenet kan give oplysninger om hvilke regler, der gælder ved forsendelse, herunder mærkning, brandfare m.v. Læg kopi af den udfyldte rapport jf. punkt 10.8. i pakken.

## 10.10. Prøvetagning af olie på vand

Olieprøverne bør tages så hurtigt som muligt efter ankomst til et udslip for at sikre relevante prøver.

Generelt skal det ved opsamling af olieprøver tilstræbes at opsamle et minimum af vand. Det skal endvidere tilstræbes at opsamle så få »fremmedlegemer« som muligt i prøven.

Herudover kan følgende retningslinier angives:

- Tag først og fremmest prøver fra den tykkeste del af olielaget, og derefter nye prøver fra steder med tynd oliefilm.
- Optag så stor en mængde olie som muligt (10-200 ml.).
- Selvom der ikke kan findes en sådan mængde, skal der alligevel tages prøver. Ingen prøve er for lille.
- Vandprøver med tynd oliefilm/med lugt af olie kan ofte være tilstrækkelig til analyse.
- Vær opmærksom på, at faren for forurening af prøverne er stor, når der tages prøver fra tynde oliefilm.
- Foregår forureningsbekæmpelsen over flere døgn, bør der optages prøver hver dag, blandt andet for at bestemme oliens forvitring og om der eventuelt er sket en kontaminering fra andre skibe, som har benyttet sig af muligheden for at forurene.
- Endvidere skal der såfremt nogle af de forurenede områder afviger fra de andre optages ekstra prøver for at kunne kontrollere, om der er sket flere udslip i samme område.

Opsamles olieprøven med et skib som platform kan man eventuelt opsamle en tykkere olieprøve, hvis man anvender følgende metode: Sejl ind i den tykkeste del af oliepletten/-filmen, og læg skibet på tværs i søen. Efter et stykke tid vil der være et tykkere lag langs skibssiden, og man kan nu lettere opsamle en prøve. Men vær opmærksom på, at prøven ikke forurenes af kølevand eller lignende.

### i) Tynde oliefilm.

Olielaget kan ofte have en tykkelse på kun nogle få tusindedels millimeter. Her er prøvemængden lille, og det er derfor specielt vigtigt at undgå forurening fra andre olier og fra prøvetagningsudstyr. Brug af plast kan derfor ikke anbefales.

Prøvetagning af tynde oliefilm kan på en enkel måde og uden forurening udføres som følger:

Med specialudstyr: Et cylinderformet teflongitter med bund og skruelåg, udstyret med lang line og en ydre glasbeholder til opbevaring (Hydroil Corporation) kan bruges. Sænk/løft eller træk den indre beholder (gitteret) gentagne gange gennem olielaget/filmen, sådan at olien samles op og vandet drænes bort. Placer derefter »gitteret« med olie i den ydre glasbeholder til opbevaring og forsendelse.

En alternativ metode er at benytte absorberende ark af teflon eller teflonbelagt glasfiber. Sådanne ark absorberer olien og frastøder vandet. Arket fastgøres med metalklips til en snor og f.eks. en stang. Denne trækkes langs vandoverfladen for at suge olie op. Placer arket med olie i et prøveglas.

Sørg for et rent ark som baggrundsprøve. Dette skal medsendes til evt. analyse.

Brug en beholder med stor åbning (f.eks. prøveglas eller aluminiumsbæger) til at »skumme« olien fra vandoverfladen. Yderligere effekt ved denne teknik kan opnås ved at anvende en beholder, som har små huller i bunden, hvor vandet kan drænes fra. Eller man kan lade prøvebeholderen stå med bunden i vejret således, at olien flyder ovenpå i bunden, hvorefter vandet forsigtigt kan tømmes ud.

Foretag »skumningen« flere gange for at sikre en tilstrækkelig oliemængden i beholderen. Ved denne metode er det vigtigt, at prøveglasset ikke fyldes helt op hver gang der »skummes«, da den tynde oliefilm så vil løbe ud af glasset.

Såfremt intet andet egnet udstyr forefindes kan en plastpose med et hul (1-1.5 cm) i det ene hjørne anvendes. Plastposen »trækkes« henover overfladen. Vandet drænes ud af hullet i hjørnet. Når der er opsamlet så meget olie som muligt i posen, overføres olien til en glasbeholder eller anden egnet beholder.

Det bør her igen nævnes, at anvendelsen af plastmateriale ikke kan anbefales, idet olien kan »opløse« visse plasttyper. Men ved ovennævnte prøvetagningsmetode har olien kun kontakt med plasten i meget kort tid, hvilket skulle reducere mulighederne for kontaminering af olieprøven.

#### ii) Tykkere oliefilm/- lag og olieklumper.

Tykkere oliefilm/- lag kan ofte opsamles på samme måde som tynde oliefilm, selv specialudstyret (det cylinderformede teflongitter) kan til tider anvendes.

Desuden kan man i mange tilfælde opsamle tykkere oliefilm direkte i prøveglasset eller med en egnet øse, skovl eller lignende beholder opsamle olie, som kan overføres direkte til prøveglasset.

Tykkere oliefilm/- lag som sidder på sten, bundgarnspæle eller lignende kan »skrabes« af med en træpind (spatel), en ske eller andet. Også her er det vigtigt, at så få »fremmedlegemer« som muligt medtages. Olieklumper som flyder i vandet optages med en sigte eller finmasket net. Tag prøver fra forskellige steder i olieudslippet.

Miljøstyrelsen har udsendt specielle »Olieprøvekasser« til en række skibe og relevante myndigheder. I »Olieprøvekasserne« findes der forskelligt udstyr til indsamling og opbevaring af olieprøver samt en beskrivelse af en række nødvendige forhold omkring prøvebeholdere, opsamling og udtagning, antal, mærkning, opbevaring og forsendelse af prøver.

### **10.11. Prøvetagning af olie på strand/nær land**

Olieprøverne bør tages så hurtigt som muligt efter ankomst til et forurenede område for at sikre relevante prøver. Tag prøver fra hvert af de større sammenhængende olieområder. Såfremt olieudslippet strækker sig over en lang kyststrækning, skal der tages så mange prøver, at det er muligt at kortlægge forureningens omfang.

Olien bør skrabes af de forurenede genstande og overføres direkte til prøvebeholderen. Hvis dette er upraktisk kan hele »objektet« (sten, grus, tang, græs o.lign) samles direkte i prøvebeholderen. Olie som har sat sig fast på pæle, sten m.v. kan skrabes af med en træpind, ske eller lignende.

Tag prøver fra hele det forurenede område og tag ekstra prøver såfremt der er mistanke om, at der er sket flere udslip i området (forskell i farve, konsistens, lugt etc.). Også her det vigtigt at undgå at forurene prøven med en tidligere olieforurening eller sand, græs, tang m.v.

Imprægneret træværk vil kunne forurene olieprøven. Når et tyndt olielag skal skrabes af imprægneret træmateriale, f.eks. pæle, er det vigtigt at tage en prøve af tilsvarende træmateriale, som ikke er indsmurt i olie.

Overfladevand i udløb fra havne og fjorde kan indeholde spor af olieholdigt materiale. Såfremt der sker et akut olieudslip i et sådant område, skal der tages en prøve fra vandet i området udenfor det akutte olieudslip.

Hvis et olieudslip er fordelt i et tyndt lag på sand/jord, skal der tages en prøve fra et tilsvarende område i nærheden, som ikke har været udsat for olieudslip.

## **10.12. Prøvetagning af olie på fugle og andre dyr**

Hvis et olieudslip har ramt fugle og andre dyr kan det være af interesse at få denne olie analyseret.

Fjer, pels etc. som indeholder olie kan skæres af og placeres i prøvebeholderen. Kontroller at materialet ikke indeholder væv eller tekstilmateriale, som kan rådne undervejs.

Døde olieforurenede fugle eller andre dyr kan stoppes i plastposer med etiketter og dybfryses inden transport til laboratoriet. Prøver med store mængder organisk materiale skal altid nedfryses for at øge holdbarheden.

Rådfør evt. med biologiske eksperter og kontakt de rette myndigheder/institutioner før afsendelse af døde dyr for at sikre en korrekt forsendelse og en forsat »kold« opbevaring ved prøvernes ankomst til laboratoriet.

## **10.13. Retslig efterforskning**

Prøver fra udslip og formodede kilder sammenlignes under den retslige efterforskning i henhold til en nøje fastlagt laboratorieprocedure. Den metode der anvendes af mange lande i Europa, er beskrevet i rapporten »Identifikation af Olieudslip«, der blev udsendt i 1991 af NORDTEST. Metoden benytter en avanceret teknik baseret på GC/MS (gaschromatografi - massespektrometri).

GC/MS – metoden udviser klare fordele frem for andre analysemetoder for olieudslip. Der kan drages sikrere konklusioner med hensyn til mulig identitet mellem udslippet og en formodet kilde. En anden fordel er, at der kræves langt mindre prøvemængder, således at det bliver muligt at identificere prøver fra meget tynd oliefilm på vandoverfladen.

## **10.14. Andre metoder til brug for identificering og efterforskning.**

Udover udtagning af olieprøver med påfølgende analyser findes en række metoder til at afgøre, om hvorvidt gældende kriterier for udslip af olie i havet er overholdt, eller om hvorvidt en konstateret olieforurening kan henføres til en potentiel forurener.

Af disse metoder kan nævnes:

### **10.14.1. Visuel Observation**

Direkte visuel observation er den foretrukne måde, hvorpå man kan genkende og vurdere et oliespild, som overstiger de lovlige grænser i den internationale konvention MARPOL 73/78. Det omtrentlige volumen af olien, som forurener et havområde, kan blive bestemt ved at vurdere dækningen og ved at observere fremtoningen af og farven på olien.

### **10.14.2. Remote Sensing (fjernovervågning)**

Remote sensing systemer er en effektiv måde, hvorpå man kan opdage udledninger af olie til havs og fremskaffe information til brug som bevis. Data indsamlet fra alle sensorer gemmes og kan undersøges umiddelbart efter eller når det ønskes. Ligeledes kan fastbilleder eller fastholdte (frosne) billeder og almindelige højtopløselige fotografiske billeder forsynet med dato, tid, position og andre togtdata blive gemt eller – såfremt der rådes over passende udstyr - overføres til jorden via billedtransmission.

Moderne civile luftbårne remote sensing systemer er baseret på et multi-sensor koncept med mulighed for anvendelse i al slags vejr samt både om dagen og om natten, og de er designede til maritim overvågning.

Endelig kan satellitovervågning også anvendes til visse specielle formål.

### **10.14.3. Modellering af spildt olies adfærd**

Det er muligt ved hjælp af en computer at køre en matematisk model af den spildte olies opførsel, retningen og hastigheden med hvilken den bevæger sig og måden hvorpå den spredes og ændrer egenskaber. Det er også muligt at bruge disse teknikker til at følge et udslip tilbage til det geografiske område, hvorfra det stammede, såkaldt Back-tracking. Back-tracking kan således dels anvendes som hjælpemiddel

til at identificere et forurenende fartøj og dels til at eliminere en mistænkt forurener for yderligere undersøgelser.

## **11. Arbejdssikkerhed og sundhedsfare**

### **11.1. Indledning**

Alle råolier – og raffinerede olieprodukter samt spildolie kan have en sundhedsskadelig effekt på den menneskelige organisme. Arbejdet med fjernelse af olie er både snavset og farligt. Ofte skal arbejdet udføres under ugunstige vejrforhold samt ofte i ubekvemme arbejdsstillinger. For at undgå ulykker og sygdom som følge af dette arbejde må særlige forholdsregler iagttages med hensyn til sikkerhed, ved valg og benyttelse af beklædning, sikkerhedsudrustning, tekniske hjælpemidler og arbejdsstedets indretning.

### **11.2. Oliens skadevirkninger på mennesker**

#### **11.2.1. Kontakt med huden**

Det øverste lag af huden, hornlaget, yder under normale omstændigheder en god beskyttelse af de dybereliggende hudlag. Ved kontakt med olie vil huden imidlertid udtørre, hvormed der vil opstå revnedannelser og huden vil blive gennemtrængelig for olien, der vil kunne udøve en giftvirkning på den underliggende del af huden, hvor irritation, overfølsomhed (allergi) eller hudkræft kan blive følgen.

Hornlagets modstandsevne mod indtrængen af fremmede stoffer kan også nedbrydes ved overdreven brug af sæbe og rensmidler. Længerevarende vådt arbejde, f.eks. spuling uden beskyttelse af hænderne, ødelægger også hudens naturlige beskyttelseslag. Særlige gennemtrængelig kan huden blive ved arbejde med våde eller fugtige gummihandsker og støvler. Irritation af huden viser sig ved rødmen, kløen eller hævelse ved berøringsstedet. Overfølsomhed eller allergi opstår ved at visse stoffer i olien fremkalder en ændring af hudens reaktion overfor disse stoffer ved senere påvirkninger. Overfølsomhed kan i nogle tilfælde opstå umiddelbart efter den første berøring med stoffet, i andre tilfælde efter ugers eller års påvirkning. Når overfølsomhed én gang er opstået, vil berøring med selv meget ringe mængde af stoffet fremkalde rødmen, hævelse eller knopper. Overfølsomheden omfatter hele kroppen. Således fremkalder senere påvirkning, også andetsteds på kroppen, en overfølsomhedsreaktion. Der er ikke nogen »sikker« lav dosis for fremkaldelse af overfølsomhed; en lav koncentration er blot længere tid om at fremkalde overfølsomheden. Overfølsomhed vedvarer normalt hele livet.

Visse stoffer i olie har vist sig at være kræftfremkaldende. Hudkræft forårsaget af berøring med olie viser sig i årtier efter påvirkningen. Langvarig og gentagen kontakt med olie øger risikoen for hudkræft.

Udover en direkte kontakt med huden gennem berøring af tilsølede materialer, redskaber og maskiner, kan olien komme i kontakt med huden som olietåge, opstået ved spuling, eller som dråber fra bølgesprøjt. Det er naturligvis vigtigt, at man selv og andre er placeret således i forhold til arbejdet, at denne form for oliekontakt også undgås.

#### **11.2.2. Indånding og indtagelse**

Indånding af olie i form af damp, røg eller tåge fører til irritation af luftvejene. Olie dråber mindre end 0,005 mm. trænger helt ned i lungernes fineste forgreninger, lungeblærerne. Ved høje koncentrationer kan der opstå en form for »kemisk« lungebetændelse. I sjældne tilfælde dannes der små arvævsknuder, som indeholder olie, i lungerne. Ved kraftig påvirkning kan lungefunktionen nedsættes.

Mineralolien indeholder i varierende omfang polycycliske aromatiske kulbrinter, hvoraf mange er kræftfremkaldende. Der er undersøgelser der tyder på en øget forekomst af lungekræft og kræft i næsen hos personer, der har været udsat for olietåge.

Oliedampe, specielt dampe af de lette fraktioner som er kommet i lungerne, går i stor udstrækning over i blodet, og transporteres med blodet videre til organismens forskellige organer, blandt andet hjernen. Op-tagelsen i blodet er betydelig større ved tungt arbejde end i hvile. Dampene virker ofte irriterende på luftvejene. De påvirker også hjernen, hvilket kan vise sig ved hovedpine, svimmelhed, ildebefindende,

kvalme, træthed, koncentrationsbesvær og undertiden beruselse. I meget høje koncentrationer kan dampe af opløsningsmidler medfører omtågethed, bevidstløshed, påvirkning af hjerterytmen og død.

Ved et større olieudslip f.eks. AMOCO CADIZ blev der hos det involverede personel konstateret hudirritation, øjenirritation, overfølsomhedsreaktioner samt forgiftninger i åndedrætssystem og tarmsystem på grund af oliedampe fra den spildte råolie. Det pågældende udslip har vist, at det var nødvendigt at evakuere mennesker med åndedrætsslidelse. Personel, der blev påvirket af dampe, eller udviste overfølsomhedsreaktioner, blev indlagt til undersøgelse.

### **11.3. Beklædning**

Arbejdstøjet skal afpasses efter vejrforholdene. I sagens natur er der risiko for, at oprensingsarbejdet skal foretages under enten meget høje eller meget lave temperaturforhold. Valg af egnet arbejdsbeklædning kan være med til at forebygge skader som dehydrering, hedeslag, underkøling og forfrysninger og forebygge arbejdsulykker.

*Anbefaling ved arbejde i varme omgivelser:*

- Tyndt luftigt bomuldstøj.
- Evt. tynd vindtæt yderbeklædning

*Anbefaling ved arbejde i kolde omgivelser:*

Princippet er, at anvende mange tynde lag, hvor sveden transporteres væk fra huden f.eks.:

- Langærmet og langbenet svedtransporterende undertøj (skiundertøj)
- Mellemlag af bomuld
- Tynd isolerende yderbeklædning (uld eller termotøj)
- Vindtæt yderbeklædning (åndbart)
- Termosokker
- Tynde inderhandsker af uld
- Underhandsker af bomuld
- Vandtæt yderhandske

### **11.4. Beskyttelse mod hudkontakt**

I langt de fleste situationer vil det være nødvendigt, at supplere arbejdsbeklædningen med forskellige former for beskyttelsesbeklædning for at forebygge skadelig hudkontakt med olien. Det konkrete valg af beskyttelsesudstyr skal foretages ud fra oplysninger om oliens sammensætning og en bedømmelse af den forventede tilsmudsningsgrad. Det kan ikke anbefales at anvende en kraftigere beskyttelsesdragt end der er behov for, idet det er en belastning i sig selv at arbejde i beskyttelsesdragt. Ved planlægning af rensningsarbejde må det tages i betragtning, at arbejde i tætte overtræksdragter kan være meget varmt og ubehageligt, hvorfor samme arbejdstempo som ved normalt arbejde ikke kan forventes. Det er desuden af stor betydning, at der indtages rigeligt med væske (vand), gerne op til 5 – 6 liter ekstra om dagen, for at forebygge dehydrering.

Det kan være nødvendigt at anvende følgende personlige værnemidler:

*Ved direkte kontakt med oliespil*

- Olieresistent gummibeklædning
- Olieresistente gummihandsker
- Olieresistente gummistøvler
- Underhandsker af bomuld.
- Hjelm
- Beskyttelsesbriller

*Ved andre opgaver i forbindelse med strandrensning*

- Kemikalieresistente dragter

- Kemikalieresistente støvler
- Olieresistente handsker
- Underhandsker af bomuld
- Hjelm
- Beskyttelsesbriller

Hverken indersiden af overtrækstøjet eller indertøjet må være forurenet med olie. Beklædningen må før anvendelsen nøje gennemgås for defekter og olie; selv en lille olieplet kan være skadelig. Erfaringer fra tidligere udført strandrensningsarbejde viser, at ret store mængder arbejdstøj, særlig handsker, må kasseres. Der bør derfor altid være rigeligt med hensigtsmæssige arbejdsbeklædningsgenstande og beskyttelsesbeklædning til rådighed.

### **11.5. Beskyttelse mod indånding**

Ved forurening med råolier eller raffinerede olieprodukter bør valg af beskyttelsesudstyr vælges ud fra de oplysninger, der kan fremskaffes gennem analyser og informationer fra en eventuel forurener og/eller ladningsdokumenter. Oplysninger om en spildolies indhold af sundhedsskadelige stoffer kan være mindre tilgængelige, hvorfor valg af beskyttelsesudstyr bør foretages ud fra begrebet »worst case« indtil analyseresultater af olieforureningen foreligger. Der findes f.eks. eksempler på at spildolie kan indeholde radioaktive stoffer, som forårsager ioniserende stråling, hvorfor olien, inden arbejdet iværksættes, bør undersøges med en intensitetsmåler.

Der findes to hovedtyper åndedrætsværn:

- luftforsynet åndedrætsværn
- filtrerende åndedrætsværn

Ansigtsskærmen kan for begge typer være udformet som hel-, halv- og kvartmasker, som hætter, som bidemundstykke eller som skærme.

#### **11.5.1. Luftforsynet åndedrætsværn**

skal altid vælges, når

- der er eller kan opstå iltmangel (mindre end 17 %) i indåndingsluften
- forureningen forekommer i høje koncentrationer
- luftforureningens sammensætning eller koncentration er ukendt
- der ikke findes et filter, der er egnet til forureningen
- der ikke kan findes masker, der slutter tæt, f.eks. på grund af skæg, ansigtsform eller briller. Der må da vælges luftforsynede masker med overtryk eller hætter
- en person på en arbejdsdag skal arbejde mere end 3 timer i alt med åndedrætsværn
- arbejdet er tungt, så vejtrækningen gennem en filtermaske bliver vanskelig på grund af modstanden i filtret, og filtrerende åndedrætsværn med turboenhed (blæser) ikke kan anvendes.

#### **11.5.2. Filtrerende åndedrætsværn**

kan vælges, når luftforsynet åndedrætsværn ikke er påkrævet.

I forhold til luftforsynet åndedrætsværn er der følgende fordele ved et filtrerende åndedrætsværn:

- det er let
- der er fri bevægelighed for brugeren
- det vil ofte være en let løsning f.eks. ved arbejde på skiftende arbejdssteder og arbejdspladser

og følgende ulemper:

- filtrets sikkerhedsmæssige effekt er begrænset af, hvilke stoffer og forureningskoncentration det beskytter mod
- filtret har begrænset holdbarhed
- vejtrækningen belastes af modstanden i filtret

- arbejdstidsbegrænsning på 3 timer, ved typer med en turboenhed (blæser) dog 6 timer.

Overalt, hvor der er risiko for dannelse af olietåger (arbejde med varme olier, omhældning af olie, der spules eller forekommer bølgesprøjt) skal der altid benyttes en kombination af et partikelfilter og gasfilter f.eks. filter af typen A2/P2.

### **11.6. Ulykkesrisici**

Der vil være risiko for ulykker i forbindelse med håndtering af olieindsmurt materiel og af olieforurenede materiale. Ofte skal der arbejdes i områder, hvor der vil være en betydelig risiko for ulykker i forbindelse med at skulle bevæge sig i dårligt fremkommeligt terræn eller på våde, glatte eller overisede overflader. Der skal derfor tages de fornødne initiativer til at reducere disse risici og dermed forebygge arbejdsulykker f.eks. ved at benytte egnede tekniske hjælpemidler i videst muligt omfang, ved at etablerer gode adgangsveje og trapper, anvendelse af friktionsmidler, samt sikre tilstrækkelig bemanning.

I forbindelse med planlægningen af indsatsen bør der foretages en risikovurdering.

### **11.7. Sikkerhedsudstyr**

Kommunikationsudstyr til brug i tilfælde af ulykker skal være til stede. Vær opmærksom på, at anvendelse af mobiltelefoner kan give kommunikationsproblemer ved opkald til alarmcentral. Det anbefales, at der udleveres en særlig telefonprocedure for opkald til alarmcentral.

Rensningsarbejde, der medfører risiko for drukning, må ikke udføres af én person alene. Ved sådanne arbejdsforhold skal redningsvest benyttes. Redningskranse (eventuelt med automatisk lysanordning), livliner, bådshager og eventuelt både skal findes let tilgængelige i tilstrækkeligt omfang ved hvert arbejdssted. Hvor der er nedstyrtningssfare f.eks. ved havnekajer eller tankanlæg, må der foretages forsvarlig afspærring.

### **11.8. Personlig rensning**

Der er to niveauer for personlig rensning, delvis og komplet.

#### **11.8.1. Delvis rensning**

Det er ikke hensigtsmæssigt, at oprensningsmandskabet skal foretage en fuldstændig personlig rensning i forbindelse med kortvarige afbrydelser af arbejdet. Det er imidlertid påkrævet at fjerne visse beklædningsgenstande og beskyttelsesudstyr, der vil kunne forurene rene områder. Der bør være etableret et særligt område til afholdelse af spise – og hvilepauser.

- 1) Ved indgangen til pauseområdet fjernes handsker og andet udstyr, der vil kunne komme i kontakt med ubeskyttet hud eller ren beklædning.
- 2) Hæng eller anbring udstyret så det ikke bliver forurenede indvendig.
- 3) Rengør hænder, ansigt og andre tilsmudsede områder. Hvis huden er forurenede af olie, skal olien straks fjernes på den mildeste måde. Anvendelse af organiske opløsningsmidler, f.eks. benzin eller terpentin vil være direkte skadelig, idet disse opløsningsmidler i sig selv er skadelige og desuden vil trække bestanddele af olien ind i huden. Olieforurening af huden bør fjernes ved almindelig vask med sæbe og vand. Kun ved stærk forurening bør der anvendes egnet rensecreme. Vigtigt er det endvidere, at der efter hver håndvask anvendes en uparfumeret håndlotion.

#### **11.8.2. Komplet rensning**

Efter endt arbejde skal der foretages en komplet rensning efter følgende princip. Det forurenede beskyttelsesudstyr og beklædning aftages i en »beskidt afdeling« efter en nærmere fastlagt procedure. Der tages bad og derefter går man ind i en »ren afdeling« og iføre sig ren beklædning.

Det tilsmudsede tøj og udstyr lægges fra til rensning og rengøring eller kasseres. Der bør indrettes et særligt område til rensning og rengøring, hvor der bl.a. er sikret den fornødne ventilation, hvis der anvendes organiske opløsningsmidler i forbindelse med rensningen.

### **11.9. Brand- og eksplosionsfare**

Ved spild af olie af de lette fraktioner, f.eks. benzin og petroleum, er der i tiden indtil fordampning har fundet sted (afhængig af temperaturforholdene), fare for antændelse af dampene og olieproduktet. Antændelsen kan f.eks. ske ved gnistdannelse fra:

- skovles og entreprenørmaskiners berøring med sten
- udstødningsrør
- gnister fra elektriske apparater ved statisk elektricitet
- ved gnidninger metal mod metal

Ved stærk olielugt må der udvises stor forsigtighed. I koldt og vindstille vejr vil fordampning af de lette fraktioner fra olien, f.eks. benzinen, foregå forholdsvis langsomt. Lugten er derfor ikke så stærk, og faren for brand og eksplosion kan undervurderes. Ved mistanke om brand- og eksplosionsfare må en nærmere undersøgelse af den spildte olie foretages, og luftens kulbrinteindhold må måles ved hjælp af eksplosimeter. Har luften væsentligt indhold af kulbrinter, det vil sige nær den nedre eksplosionsgrænse, bør der anvendes gnistfrit værktøj og fodtøj, og der bør udvises særlig forsigtighed med hensyn til brug af gas-, benzin- eller dieselmotordrevne køretøjer, og der bør eventuelt anvendes åndedrætsværn. Hvis luftens kulbrinteindhold er højere end den nedre eksplosionsgrænse, må arbejdet udsættes, indtil kulbrinteindholdet er faldet til under den nedre eksplosionsgrænse, og området må afspærres i sikker afstand.

#### **11.10. Mandskabsrum**

De personer, der deltager i rensningsarbejde, skal have mulighed for at anvende mandskabsrum med toilet og bademulighed så tæt på arbejdsstedet som det er muligt og hensigtsmæssigt.

#### **11.11. Sikkerhedsplan**

Der bør inden arbejdet påbegyndes, eller så hurtigt det er muligt, udarbejdes en sikkerhedsplan for den konkrete oprensningsopgave. Planen skal behandle alle sikkerheds og sundhedsspørgsmål for hver fase i oprensningen og beskrive sikkerhedskrav – og procedure for alle arbejdsopgaver. Planen skal løbende ajourføres og være tilgængelig for alle arbejdsgivere og ansatte i forbindelse med oprensningen.

#### **11.12. Beredskabsplan**

Der bør inden arbejdet påbegyndes udarbejdes en beredskabsplan der beskriver de foranstaltninger der skal træffes i forbindelse med eventuelle beredskabshændelser som f.eks. ulykke, ildebefindende eller forgiftning, brand- og drukneulykke.

#### **11.13. Instruktion og information**

For at undgå ulykker og skader som følge af olieoptagning og rensning er det vigtigt, at samtlige personer, der deltager i arbejdet, er grundigt informerede om de farer, der kan være forbundet hermed.

En grundig instruktion i materiellets anvendelse og pasning er af samme årsag vigtig. Ikke mindst eventuelle frivillige, der deltager i rensningsarbejdet skal modtage en grundig instruktion.

Ved større rensningsaktioner bør der på et tidligt tidspunkt rettes henvendelse til Arbejdstilsynets lokale kreds med henblik på vejledning om sikkerheds – og sundhedsspørgsmål i forbindelse med oprensningen.

#### **11.14. Forslag til instruktionsprogram**

Følgende er forslag til plan for instruktion af medarbejdere og frivillige, som skal udføre strandrensning i forbindelse med olieforurening.

Formålet med instruktion er at forebygge personulykker og -skader som følge af arbejdet med oprensning af forurenede områder. Erfaringer fra en række faste og midlertidige arbejdspladser viser, at det har stor forebyggelseffekt at foretage grundig instruktion i, hvordan arbejdet udføres sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarligt.

Et særligt forhold ved arbejde med strandrensning er, at det undertiden i omfattende grad udføres af frivillig arbejdskraft.

Arbejdsmiljøloven gælder for alle, der er ansat til at udføre arbejde for en arbejdsgiver, når arbejdsgiveren organiserer og planlægger arbejdet og leverer arbejdsredskaber og – udstyr til opgaven, som det er tilfældet ved strandrensning, hvor f.eks. en kommune er arbejdsgiveren.

Arbejdsgiveren har pligt til at instruere alle ansatte om sikkerheds- og sundhedsrisiko ved arbejdet og om, hvordan arbejdet udføres sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarligt. Instruktionspligten gælder overfor alle, der er beskæftiget med opgaven uanset om arbejdet er lønnet eller ej.

Instruktioner i, hvordan arbejdet udføres bør målrettes de forskellige målgrupper, da der vil være store forskelle i erfaring med arbejde, der medfører risiko for sundhedsskade (f.eks. olieforurening) – og dermed forskellig rutine i at udføre arbejdet på forsvarlig vis. Målgruppen er bredt sammensat lige fra frivillige (private eller fra foreninger uden kendskab til risici og uden erfaring i udførelse af arbejde med olieforurening eller anden forurening) til professionelle (f.eks. Beredskabsstyrelsen, redningskorps, militært personel, entreprenører, specialistfirmaer med indgående kendskab til sundhedsrisiko og faremomenter).

Da ingen af grupperne på forhånd har kendskab til, hvordan arbejdsstedet er indrettet og hvilke arbejdsmetoder, redskaber og hjælpemidler, der anvendes på det konkrete sted, bør alle ansatte gennemgå instruktionerne.

Instruktionsprogrammet bør omfatte nedenstående punkter og skal først og fremmest indøve de vigtige procedurer. Det er delt i A: en kort teoretisk del (af ca. 15 min. varighed) om forureningen, sundhedsrisiko og skadevirkning og B: en praktisk del, hvor deltagerne orienteres om og træner vedtagne procedurer (ca. 45 min). Der kan være behov for yderligere praktisk instruktion i de enkelte arbejdsopgavers udførelse.

Instruktionerne bør foregå på stedet, hvor opgaver og procedurer udføres. Indsatslederen er ansvarlig for gennemførelse af instruktionerne. Der kan tilknyttes instruktører med forskellig ekspertise. F.eks. vil Beredskabsstyrelsen, redningskorps, leverandører af personligt beskyttelsesudstyr, arbejdsmiljøprofessionelle og øvrige med særlig ekspertise kunne bistå ved instruktionerne.

#### *A. Teoretisk del*

##### *1. Den aktuelle forurening og sundhedsrisiko for mennesker*

Orientering om oliens (eller anden forurenings) skadevirkninger – (irritation af hud og luftveje, allergi og i værste fald kræftfremkaldende virkning, forgiftninger)

Særlige faremomenter i forhold til den aktuelle forurening: brand- og eksplosionsfare og ulykkesrisiko – hvad skal man være opmærksom på.

##### *2. Skadevirkninger (se afsnit 11.2. )*

- Hvordan kan generne opstå? - direkte kontakt med huden, indånding/indtagelse af dampe, røg eller olietåge
- I hvilke sammenhænge kan det ske? Hvad skal man være opmærksom på – herunder tegn på hudirritation, allergi, forgiftning etc.

##### *3. Instrukser*

###### *Alarm*

Orientering om alarmproceduren, hvornår man skal alarmere og til hvem og hvordan – skilte med proceduren opsættes/udleveres.

###### *Redning og Førstehjælp*

Orienter om, hvad den enkelte skal gøre ved ulykke, ildebefindende, bevidstløshed, drukning etc. Opmærksomheden henledes på hvad man skal gøre ved forgiftningssymptomer, der opstår det første døgn efter påvirkningen. Gennemgå redningsudstyr, kommunikationsmidler etc.

##### *4. Hvordan forebygges – kort gennemgang af sikkerhedsplan for arbejdet*

(se afsnit 11.3. - 11.11. ) (v. Indsatsleder):

Hvad gør vi her og hvad har den enkelte af pligter

- Indretning af området gennemgås – omklædnings- og spisesteder, renseplads, placering af brandsluknings- og redningsudstyr, adgangsveje til kystlinien
- Arbejdsgange, der mindsker direkte kontakt med olien mest muligt (herunder i relation til vindretning, strømretning etc.)
- Arbejdsredskaber, hjælpemidler og sikkerhedsudstyr herunder rengøring af materiel og redskaber
- Beklædning og beskyttelsesudstyr (evt. ved leverandør)
- Personlig hygiejne – herunder, hvilke håndrensemidler anvendes (evt. ved leverandør)

#### *B. Praktisk del*

*1. Hvordan i praksis – Særlige procedurer og instrukser gennemgås og indøves* (Indsatsleder eller af denne udpeget instruktør)

- Start på arbejdet
- spisning og pauser på området/pladsen
- toiletbesøg
- Afslutning af arbejdet/pause udenfor området

Kort orientering der efterfølges af praktiske øvelser– instruktioner opsættes i skurene i de relevante rum – gerne med fotos.

Start på arbejdet

- a) Eget overtøj aftages og placeres i ren afdeling.
- b) Ind i »uren« afdeling - arbejdstøj og personligt beskyttelsesudstyr iføres (vis hvordan det ser ud).
- c) Udenfor iføres evt. olieresistente vaders og engangs- eller overtræksdragt.
- d) Makkerpar øver i at tage udstyret på. Rengjorte redskaber/materiel hentes ved rensepladsen og tages med til arbejdsstedet.

Spisning og pauser

- a) Pauser og spisning i »spiseafdelingen«
- b) Aftagning og evt. rensning eller kassering af arbejdstøj og - handsker, åndedrætsværn og tøj, der har været i kontakt med olie. fodtøj støvler/vaders,
- c) Rens/vask ansigt og hænder (hudrens) inden du går i ind i spiseafdelingen.
- d) Makkerpar øver i at tage udstyret af.

Toiletbesøg

- a) Aftagning af olieforurenede støvler, overtrækstøj, åndedrætsværn inden toilettet benyttes.
- b) Hænder vaskes – også før toiletbesøg.

Afslutning af arbejdet/pause udenfor området

- a) Rensning af brugte redskaber på rensepladsen –
- b) Rensning af støvler/vaders og olieresistent overtrækstøj - ophængning
- c) Kassation af engangsdragter, handsker og engangsmasker smides væk – herunder grænse for, hvornår det kan genbruges – hvilke beholdere
- d) Aftagning af arbejdstøj, hvordan rengøres det? (hvad stilles til rådighed?) Badning – brug rent håndklæde hver dag (stilles det til rådighed?)
- e) Personligt tøj iføres i ren afdeling.

#### *2. Evt. træning i aktuelle arbejdsopgaver*

Ved igangsætning af selve oprensningsarbejdet kan der udover ovenstående være behov for praktisk træning i udførelse af særlige arbejdsopgaver, som enkelte eller persongrupper skal udføre. Det gælder især ved brug af særligt materiel/maskiner eller under særlige forhold.

## **12. Rensning af olieforurenede kyster**

Dette kapitel indeholder beskrivelser af forskellige kysttyper og af metoder til rensning af dem. Der er mange forhold, der har indflydelse på, hvilke metoder, der er de bedst egnede i de enkelte tilfælde. Olieforureningens størrelse og dens udstrækning, oliens tilstand, årstiden, vejrforholdene, tilkørselsmulighederne, det forhåndenværende materiel og lokale forhold i øvrigt er nogle af de forhold, der er af betydning for, hvilke metoder, der med størst fordel kan anvendes. Det er således en samlet vurdering af den enkelte kystforurening, der vil være bestemmende for, hvorledes rensningen skal gribes an. Dette kapitel, sammenholdt med vejledningen i øvrigt, giver et grundlag for tilrettelæggelsen og udførelsen af kystrensningsarbejdet.

For hver kysttype er det beskrevet, hvorledes olien kan forventes at sprede sig på kysten, og hvorledes en eventuel forebyggelse mod yderligere forurening kan foretages. Endelig er det beskrevet, hvordan stranden renses og eventuelt efterrenses. Kapitlet er indledt med en beskrivelse af nogle generelle forholdsregler, der må forventes at skulle iagttages ved rensning af alle kysttyper.

### **12.1. Generelle forholdsregler**

Ved rensning af alle strandtyper er der nogle tiltag, der skal gennemføres og en række forholdsregler, der må iagttages. Dette er beskrevet i det følgende.

#### **12.1.1. Tilkørselsveje**

Det er vigtigt, at der er gode tilkørselsmuligheder til de kystområder, der skal renses, så materiellet kan komme uhindret frem og tilbage. Det kan være nødvendigt at anlægge interimistiske spor eller veje eller forstærke allerede eksisterende adgangsveje. Transporten til og fra rensningsområdet skal så vidt muligt foregå ad disse adgangsveje for at undgå, at der sker nedslidning af vegetationen og terrænet i unødvendigt omfang. Dette er især vigtigt i sårbare områder som klitter, strandenge og marskområder. Samtidig opnås det, at spild af opsamlet olie og olieforurenede sand fra transportkøretøjernes hjul m.v., ikke spredes over større områder.

Adgangsvejene bør, hvis det skønnes nødvendigt, sikres mod nedslidning og ødelæggelse. Vejene kan f.eks. forstærkes med net eller stålplader og må ved større rensningsarbejder efter behov løbende udbedres og forstærkes med grus og sten, for at undgå at køretøjerne kører fast og vejene ødelægges.

#### **12.1.2. Rydning af spor på olieforurenede strand**

Hvis olien er nået langt op på stranden, må der, før det egentlige rensningsarbejde påbegyndes, ryddes et spor til materiellet, så dette kan nå til det sted, hvor rensningsarbejdet skal begynde uden at blive unødigt indsmurt i olie. Derved undgås samtidig, at olien køres ned i stranden.

#### **12.1.3. Rensepladser til materiel og bortskaffelse**

Ilanddreven olie og olieholdigt materiale betragtes som affald og skal behandles og bortskaffes i overensstemmelse med de regler, der er fastsat i bekendtgørelse nr. 1634 af 13. december 2006 om affald.

Ved anlæggelse af interimistiske veje må der tages hensyn til muligheden for at etablere pladser til rensning eller grovrensning af materiel. Alt efter de lokale forhold kan disse pladser hensigtsmæssigt anlægges i tilknytning til adgangsvejene, og dette bør planlægges ved påbegyndelsen af rensningsarbejdet. Se i øvrigt om rensning af materiel i afsnit 9.6.

Mens der er udviklet mange metoder til optagning og fjernelse af olie fra havet og kysten, er der ofte store problemer forbundet med en miljømæssig forsvarlig bortskaffelse af den opsamlede olie og det olieblandede materiale.

Selv om bortskaffelsen kan være forbundet med problemer, er der dog udviklet en række relativt enkle metoder og arbejdsgange, der i mange tilfælde gør det muligt at opnå et miljømæssigt set rimeligt resultat.

#### **12.1.4. Forebyggelse mod yderligere spredning af olien**

Olien kan med strøm og vind føres langs kysten, og vil derved kunne forurene en meget lang kyststrækning.

Denne vandring langs kysten må derfor søges forhindret så hurtigt som muligt ved hjælp af spærringer. Dette er omtalt i kapitel 9.

#### **12.1.5. Fjernelse af strandingsgods inden olien når kysten**

Strandingsgods og affald på stranden skal, hvis det er muligt at nå, fjernes inden olien når ind, da olieindsmurt strandingsgods vanskeliggør strandrensningen, og bortskaffelsen af sådant strandingsgods desuden er besværlig. Rensning af strande for strandingsgods bør således også foretages, hvis allerede ilanddreven olie på grund af vejrforholdene må forventes at ville skylle højere op på stranden.

#### **12.1.6. Sortering af olietilsølet materiale fra stranden**

Af hensyn til den efterfølgende bortskaffelse bør sortering af de affaldstyper, der fremkommer ved rensningen planlægges, så rensningsarbejdet og sorteringsarbejdet kan foregå så rationelt og hygiejnisk som muligt.

De materialetyper, der vil være de mest almindelige efter strandrensning, kan inddeles som nedenfor:

- 1) *Ren olie.* Olie der ikke i særlig omfang er forurenet med havvand eller strandmateriale.
- 2) *Vandholdig olie.*
- 3) *Emulsion af olie og vand.* Vand-i-olie emulsioner.
- 4) *Olie i fast form.* Tjæreagtige klumper, asfaltklumper.
- 5) *Olieholdigt, fast materiale.*
  - a) tang, planterester, opsugningsmidler.
  - b) døde fugle og fisk.
  - c) drivtømmer, tønder, dåser, plastrester m.m.
  - d) sand, jord og sten.
- 6) Olieblandet is og sne.

Hvis det ikke har været muligt at nå at fjerne strandingsgods m.m. inden olien er nået ind til kysten, vil det som oftest være det mest hensigtsmæssige at indsamle olietilsølet strandingsgods, plantedele med mere, før rensningen af selve stranden påbegyndes. Olieforureningen kan dog være så omfattende, at det er nødvendigt at rydde et eller flere spor gennem olien, for at kunne foretage indsamlingen på en hygiejnisk forsvarlig måde.

På grund af forskellige behandlingsmetoder, der kan anvendes til de forskellige typer af olieholdigt affald, er det af betydning, at der sker en sortering af materialet allerede på stranden. En sammenblanding af flydende olie med olieholdigt sand og strandingsgods m.v. i samme opsamlingscontainer vil i høj grad vanskeliggøre og fordyre en senere oprensning af olien. Det skal også så vidt muligt undgås at sammenblande materiale med vidt forskelligt olieindhold, idet den mængde materiale, der skal gennemgå en mere omfattende oprensningsproces, derved kan forøges.

Affaldsmængden kan være af en betragtelig størrelsesorden; et olieindhold på omkring 5-10 % i sand og sten (rumfang) er ikke ualmindeligt. 10 tons spildt olie kan således give omkring 200 m<sup>3</sup> olieforurenet materiale. I nogle tilfælde vil drivtømmer og andet strandingsgods give anledning til forholdsmæssige større og ofte meget u håndterlige affaldsmængder.

#### **12.1.7. Afspærring af stranden**

Afspærring af stranden og nærliggende områder for offentligheden kan være nødvendig, dels af sikkerheds- og sundhedsmæssige årsager, men også for at undgå nedslidning af vegetation og eventuel nedtrampning og spredning af olien.

#### **12.1.8. Beskyttelse af transportkøretøjer**

Arbejdet med at rense transportkøretøjer efter transport af olieforurenede materialer kan være meget omfattende og ressourcetrækkende og kræve omfattende forholdsregler for at forhindre at den afrensede olie spredtes. For at begrænse rensningsarbejdet kan køretøjernes lad forses med plastpresenninger. Ud over at foringerne beskytter ladet, forhindres olien i at sive ned gennem dette og forurene køretøjet og vejene.

Køretøjernes dæk skal om nødvendigt renses, inden køretøjerne forlader strandrensingsområdet. Dette skal gøres på en plads indrettet til dette.

#### 12.1.9. Arbejdssikkerhed og sundhedsfare

Sikkerheds- og sundhedshensyn kan, særligt ved større forureninger og ved forureninger med lette oliefraktioner, i væsentlig grad være bestemmende for arbejdets tilrettelæggelse. Der kan særligt peges på hensynet til brand- og eksplosionsfare. Der henvises til kapitel 11.

#### 12.1.10. Indhentning af tilladelser

Færdsel, etablering af veje og midlertidige depoter m.m. kan kræve tilladelse fra lodsejerne og eventuelt fra fredningsmyndighederne.

### 12.2. Oliens spredning og kysternes sårbarhed

I nedenstående Figur 19 er det angivet, hvordan en olieforurening kan forløbe på forskellige kysttyper ligesom kystens sårbarhed er indikeret. Fremstillingen er skematisk, og der kan inden for den enkelte kysttype være stor variation i sårbarheden og forureningens varighed. Sårbarheden er vurderet på baggrund af flere faktorer såsom blandt andet biologisk følsomhed, rekreativ og anden anvendelse af kysten, hvor let det er at fjerne olien samt kystens evne til selvrensning. En sådan klassificering af kysterne kan anvendes ved beredskabsplanlægning, således at sårbarheden allerede på forhånd er vurderet for konkrete kyststrækninger.

| Kysttype                   | Spredning på kysten                                                                                                                                | Forureningens varighed                                                               | Stigende sårbarhed                                                                    |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Klippekyst (Moler .o.lign) | Olien samles i fordybninger og revner og kan danne asfaltlignende belægning.                                                                       | Uger til år, afhængig af overfladens struktur og bølgepåvirkning                     |  |
| Sandstrand                 | Trænger forholdsvis langsomt ned; langsomt i fint sand. Kan danne et asfaltlignende lag på overfladen. Evt. kan vind og bølger dække/afdække olien | Måneder til flere år, afhængig af blandt andet sandkornenes størrelse.               |                                                                                       |
| Stenstrand                 | Hurtig nedsivning. Evt. dannelse af asfaltlignende lag på overfladen, afhængig af olietype og stenstørrelse.                                       | Måneder til år, blandt andet afhængig af underlaget, samt indholdet af sand og grus. |                                                                                       |
| Strandeng                  | Langsom nedsivning i sediment; dannelse af asfaltlignende skorpe på overfladen. Langvarig udsivning til vandet.                                    | Mere end 10 år.                                                                      |                                                                                       |
| Marsk                      | Langsom nedsivning i sediment; dannelse af asfaltlignende skorpe på overfladen. Langvarig udsivning til vandet.                                    | Mere end 10 år                                                                       |                                                                                       |

FIGUR 19: SKEMATISK FREMSTILLING AF MULIGT FORLØB AF OLIEFORURENING PÅ FORSKELLIGE KYSTTYPER OG KYSTTYPERNES SÅRBARHED. (EFTER GUIDELINES FOR THE BIOREMEDIATION OF MARINE SHORELINES AND FRESHWATER WETLANDS, U.S EPA, 2001)

### 12.3. Kysttyper

Det udgangsmateriale, som de danske kysttyper er dannet af, er især moræne- og smeltevandsaflejringer fra istiden. Dette materiale formes af bølger, vandstandsændringer og strøm, som sammen med sol og vind udgør de vigtigste kystformende kræfter. Disse kræfters størrelse varierer og giver anledning til dannelsen af forskellige strandtyper. Fx sker der ved kyster, hvor vandet er stillestående, en sedimentation af

finkornede partikler, hvilket kan resultere i dannelsen af strandenge. Har havet kraft nok til at transportere alle finere partikler bort, som ved en stenstrand, bliver kun sten og grus tilbage. På en sådan strand foregår der som oftest en stor materialetransport, hvorfor stranden kan skifte størrelse og udseende på kort tid, alt efter forholdet mellem aflejring af kystmateriale og nedbrydning af kysten. Udvaskning af de finere strandmaterialer behøver dog ikke i alle tilfælde at tillægges havets påvirkning. I fjorde findes der fx i nogle områder stenstrande, som er fremkommet ved nedbørens udvaskning af de finere materialer.

Dyr og planter er tilpasset de levevilkår, som de enkelte strandtyper giver, og kan i visse tilfælde ikke leve andre steder. For nogle dyr og planter er levevilkårene på stranden på grænsen af, hvad de kan tåle, og derfor kan yderligere belastning i form af en olieforurening betyde, at dyrene i kortere eller længere perioder fordrives fra området.

Den danske kystlinje er på ca. 7.400 km og rigt varieret. En opdeling i sandstrand, stenstrand, strandeng, marsk samt klippekyst, klinter, øer og holme, som foretaget i det følgende, vil derfor ikke i alle tilfælde tage højde for lokale forhold. Tidligere olieforureningsulykker har vist, at det kunne have været af stor betydning, hvis det på forhånd var prioriteret, hvilke strandarealer der burde renses først. Derfor bør der ved udarbejdelsen af beredskabsplaner foretages en klassificering og prioritering af kysterne, jf. kapitel 3.

#### **12.4. Prioritering af renseindsatsen på kysterne**

For at opnå det bedste resultat ved rensning af kyster for olie, vil det i mange tilfælde, særligt ved forureninger, der strækker sig over større områder og forskellige kysttyper, være nødvendigt at gennemføre en prioritering af, hvor der i særlig grad skal sættes ind med forebyggende tiltag og kystrensning.

En prioritering er nødvendig af hensyn til de begrænsede personalemæssige og udstyrmæssige ressourcer der er til stede, men det er også nødvendigt at prioritere indsatsen af hensyn til at undgå, at allerede ilanddrevet olie på et senere tidspunkt spredes fx på grund af højvande, og forurener allerede rensede kyststrækninger.

Ved mindre olieforureninger vil det normalt ikke være vanskeligt at prioritere, hvorledes rensningen af kysterne skal gribes an. I de fleste tilfælde vil det blive besluttet, at al olie så vidt muligt skal samles op.

#### **12.5. Baggrund for at kunne gennemføre en prioritering af indsatsen**

Der er en række forhold, der er bestemmende for, hvordan det kan prioriteres, hvor indsatsen først og fremmest skal sættes ind ved en olieforurening.

Hvis der er kendskab til et olieudslip inden olien når kysten, kan indsatsen i første række bestå af at beskytte områder mod olieforurening, det vil sige, at der skal udlægges spærringer ud for kysten eller i strandlinjen, bugter og havneindløb afspærres m.m. Havne/marinaer i nærheden af truede kyststrækninger bør sikres mod forurening ved udlægning af flydespærringer ved indsejlingerne. Ved denne forebyggende indsats vil det som hovedregel være nødvendigt at prioritere, hvor det er vigtigst at beskytte kysten, idet der som regel ikke vil være hverken tid eller materiel til rådighed til at gennemføre en spærring af alle de truede kyststrækninger. Beslutninger om forebyggende indsats i form af udlægning af spærringer er stærkt afhængige af vejrliget, idet blæst og bølger kan betyde, at udlægning af spærringer på vandet kan være uden betydning, og i værste fald blot belaste de ressourcer der er til stede med et unødigt tidsforbrug og et efterfølgende vanskeligt arbejde med at rense flydespærringer for olie. I sådanne tilfælde kan det i nogle situationer være den eneste løsning at lade olien drive på land og tage den op her. Ved særligt følsomme områder som fx strandenge og marskområder, kan dispergering i nogle tilfælde være en mulighed, hvis det er muligt at nå, inden olien kommer ind på lavt vand.

For at kunne prioritere indsatsen, så det bedste resultat opnås, skal der gennemføres en række vurderinger af bl.a. kysternes type og karakter, dyre- og plantelivet og olieforureningens omfang.

Der er udviklet forskellige prioriteringssystemer for, hvorledes en sådan prioritering kan foretages. Der er i det følgende redegjort for nogle af disse systemer.

En væsentlig del af et prioriteringssystem er en præcis klassificering af de forureningsramte eller – truede kyststrækninger. Derfor er det en fordel, om der allerede foreligger en kystklassificering i forbindelse med beredskabsplaner. Ved justering og revision af beredskabsplaner, vil det være hensigtsmæssigt at opdatere eller udvide allerede foreliggende data om kysternes sårbarhed over for olie. Se i øvrigt kapitel 3.

Hvis det foreliggende materiale om kyststrækningernes følsomhed ikke er tilstrækkeligt detaljeret, skal der foretages en hurtig inddeling af det forurenede eller forureningstruede område efter følsomheden overfor olieforurening. Den nedenfor foreslåede klassificering, der bygger på det såkaldte ESI-system, kan anvendes. Mest hensigtsmæssigt kan følsomheden markeres på et kort. Der findes standardsignaturer, der kan anvendes til angivelse på kortet ved kystklassificeringen.

### 12.5.1. Kystklassificering

Kystklassificeringssystemet ESI (*Environmental Sensitivity Index*), blev udviklet i USA i 1976 og er senere blevet udbygget og forbedret.

ESI-klassificeringen bygger på, at fastlæggelsen af en kystlinies følsomhed over for olieforurening ikke alene kan ske på baggrund af kystmaterialets beskaffenhed, men også afhænger af de kræfter i form af bølgepåvirkning og tidevand, der påvirker kysten, samt af kystområdets biologiske sårbarhed. Således bygger ESI-systemet på en karakteristik og forståelse af de fysiske kystprocesser, kystmaterialet, kysttype, olietypen, oliens omdannelse og virkninger og det mønster sedimenttransporten har i det pågældende område, samt den biologiske sårbarhed.

Ved ESI-klassificeringen indgår også, hvor vanskeligt det er at rense en kystlinie for olieforurening.

Skematisk er kystområder, der er udsat for kraftig bølgepåvirkning eller tidevand, og som samtidig har lav biologisk aktivitet, placeret lavt på ESI-skalaen, hvilket betyder, at disse kysttyper har den mindste følsomhed over for olieforurening, mens kyster, der er beskyttet mod kraftig bølgepåvirkning, og som har en stor biologisk aktivitet, er placeret højt på ESI-skalaen, fordi disse kyster er meget følsomme overfor olieforurening.

Af tabel Tabel 8 fremgår ESI-klassificeringen af kystliniers følsomhed for olieforurening. Klassificeringen er delvist modificeret, så den er tilpasset danske forhold.

Områder med opbrudt is kan som udgangspunkt klassificeres som det underliggende kystmateriale. Da det er vanskeligt at rense kyster med opbrudt is, kan sådanne kyster imidlertid gives en højere prioritet både med hensyn til forebyggende tiltag og til oprensning. Fast, sammenhængende is kan som udgangspunkt gives prioriteringsværdien 3 i ESI-tabellen, men det er åbenbart, at tøjle og nedbør i form af sne eller regn kan betyde, at sådanne isdækkede områder må prioriteres op.

**Tabel 8 Følsomhedsindeks for forskellige kysttyper. 1 betegner den laveste følsomhed og 10 den højeste. Baseret bl.a. på Gundlach and Hayes, Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts, Mar. Tech. Soc. Jour. 12:18-27, efter SFT-veiledning 99:06, Sanering av akutt forurensning på strand, Del 1, Statens forurensningstilsyn. Oslo 1999.**

| Følsomhedsindeks – ESI | Beskrivelse af kysten                                                   | Kommentarer                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | Udsatte stejle klippekyster samt lodrette menneskeskabte konstruktioner | Høj bølgeenergi vil holde det meste af olien fra kysten. Afsat olie vil som regel hurtigt vaskes væk af bølger. Der kan samles olie over højvandsmærket, hvor den biologiske produktion ikke er særlig stor.<br>I mange tilfælde er rensning ikke nødvendig. |

|   |                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Udsatte klippe-skær og klippeflader                    | Høj bølgeenergi vil holde olien borte fra denne kysttype, men der kan samles olie i tidevands søer, hvor den biologiske påvirkning kan være betydelig.<br>Beslutning om rensning afhænger blandt andet af, om der er rekreative interesser i området og om der er særlige værdifulde biologiske ressourcer.                                                                                                                                                                      |
| 3 | Finkornet sandstrand                                   | Nedsivning af olie i sandet vil normalt være begrænset, hvilket letter mekanisk opsamling af olien.<br>Den biologiske produktion er sædvanligvis lav. Hvis olien ikke samles op, kan den blive liggende måneder afhængig af bølgepåvirkningen. Der er ofte rekreative interesser.                                                                                                                                                                                                |
| 4 | Grovkornede sandstrande                                | Sandstrande med grovkornet materiale er mere følsomme for olieforurening end finkornede strande, da olien trænger dybere ned i kystmaterialet, og faren for at olien begravnes under kystmaterialet er større. Rensning kan være vanskelig, fordi groft sand ikke giver samme stabile underlag som fint sand, og olien kan let blive kørt ned i sandet.<br>Hvis der kun er lille bølgepåvirkning af kysten, kan olien blive liggende i årevis. På mere udsatte steder i måneder. |
| 5 | Blandede sand- og stenstrande                          | Olie kan trænge hurtigt ned i kystmaterialet. Den naturlige fjernelse af olien kan gå langsomt. Der er ofte lav biologisk aktivitet i kystmaterialet p.g.a. udtørring ved lavvande. Ved lille bølgepåvirkning kan olien blive liggende i årevis. Rensning ved fjernelse af kystmaterialet er vanskelig, hvis olien er trængt dybt ned i kystmaterialet.                                                                                                                          |
| 6 | Stenstrande og høfder, stenmoler og kystforstærkninger | Olien trænger hurtigt ned i kystmaterialet og konstruktionerne. Den naturlige fjernelse af olien er langsom. Som regel lav biologisk aktivitet. Ved moderat bølgepåvirkning vil olien blive liggende i årevis. Et fast asfaltlag kan dannes, hvis meget olie når kysten. Rensning ved sedimentfjerning vanskelig, og fjernelse af sediment kan føre til øget kystnedbrydning.                                                                                                    |
| 7 | Udsatte tidevandsflader                                | Sedimentet er mættet af vand, således at olien kun i mindre omfang vil trænge ned i dette eller fæste sig til materialet. Olien bliver let transporteret videre langs overfladen til høj-                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|           |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                                                      | vandslinien. Der er stor biologisk produktion og stor fare for væsentlig negativ påvirkning.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>8</b>  | Beskyttede klippekyster, sten og uigennemtrængelige menneskeskabte konstruktioner(moler, kajer m.m.) | Olien kan fæste sig til ujævne overflader, og vil ad naturlig vej fjernes meget langsomt p.g.a. lille bølgepåvirkning, og kan blive siddende i årevis. Olien bør fjernes. Olieansamlinger i tidevandssøer bør ligeledes fjernes.                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>9</b>  | Beskyttede tidevandsområder og strande med højt organisk indhold                                     | Der er stor biologisk aktivitet, både med hensyn til artsrigdom, mængde og produktivitet. Sammen med lille bølgepåvirkning og blødt substrat, betyder dette, at tidevandsområderne er meget følsomme for olieforurening og meget vanskelige at rense. Olien trænger som oftest ikke særligt langt ned i sedimentet. Tidevandsflader har oftest dårlig bæreevne, og rensning kan betyde, at olie trædes eller køres ned i sedimentet. Olien kan blive liggende i flere år. |
| <b>10</b> | Strandengs- og marskområder                                                                          | De mest følsomme kystområder på grund af tilstedeværelsen af mange værdifulde biologiske ressourcer. Vanskelig at rense, stort potentiale for skader og lang restitutionstid. Olien kan blive liggende i årevis på grund af den lave eksponering for bølger.                                                                                                                                                                                                              |

## 12.6. Remobilisering af allerede strandet olie

Der er imidlertid andre faktorer end kystklassificeringen, der har betydning for, hvor indsatsen med fordel kan sættes ind først. Faren for at olie, der allerede er strandet, igen vil blive skyllet ud i havet må vurderes, da oprensede områder herved atter kan blive forurenet, og rensningen må gentages. Hvis det vurderes, at risikoen for at strandet olie remobiliseres, skal rensning af de områder, hvorfra remobilisering kan ske, prioriteres.

Potentielt kan enhver kyststrækning, der er blevet forurenet med olie, være en kilde til remobilisering af olien. Der er en række forhold, der påvirker sandsynligheden for, at strandet olie remobiliseres. Følgende har især betydning.

- Oliemængden
- Olietypen
- Nedtrængning i kystmaterialet
- Kystmaterialets fysiske egenskaber (tørt, vådt, ru eller glat)
- Tidevandsforhold
- Bølgepåvirkning
- Lokale strømme

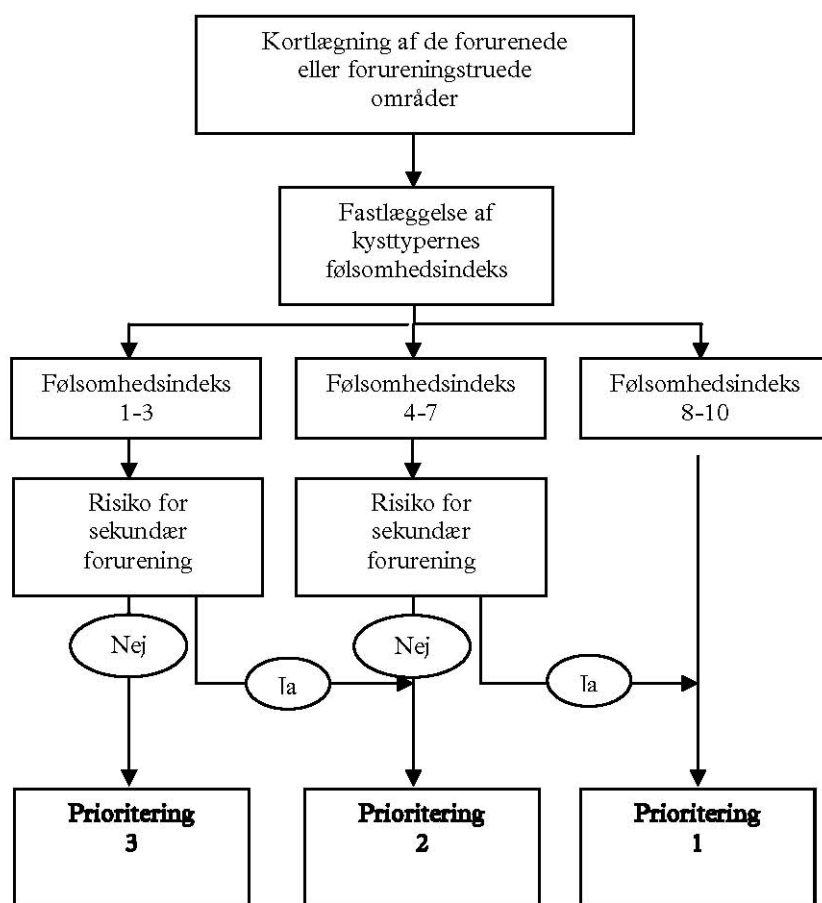
Generelt er sandsynligheden lille for at olie, der ligger over højvandslinien, bliver remobiliseret, men særlige vejrforhold kan betyde, at olien føres ud i havet igen. Olieemulsion, der er klæbet fast til kystmaterialet, har heller ikke tilbøjelighed til at remobiliseres, men solindstråling og højere temperaturer, kan dog få emulsionen til at brydes helt eller delvist, og der kan ske udvaskning af olien. Friskt spildt

olie, der ligger i småsøer eller pytter langs kystlinien, kan imidlertid let remobiliseres. Som en hjælp til at vurdere risikoen for remobilisering af strandet olie fra kysterne, kan nedenstående tabel Tabel 9 anvendes.

**Tabel 9: Vurdering af faren for remobilisering af strandet olie under forskellige forhold. Fra SFT-rapport 1734/200, Sanering av akutt forurensning på strand, Del 2: Innsamling av data, prioritering av områder og valg av tiltak.**

| Karakteristik                                                    |                                                                                                         | Dækningsgrad over 50 procent                                                                                                         | Dækningsgrad under 50 procent                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Olien klæber ikke til kystmaterialet                             | Vandmættet substrat (tidevandsflader, is o.lign.) eller olie i småsøer eller tykke lag i tidevandszonen | STOR<br>Stor fare for remobilisering og forurening af andre lokaliteter ved vind- og strømforhold, der fører olien mod andre kyster. | STOR<br>Fare for remobilisering af mindre mængder olie, men mindre fare for sekundær forurening ved vind- og strømforhold, der fører remobiliseret olie mod andre kyster. |
|                                                                  | Lette olier på tæt kystmateriale i tidevandszonen                                                       | STOR<br>Stor fare for remobilisering og forurening af andre kyststrækninger.                                                         | LILLE<br>Fare for remobilisering af mindre mængder olie                                                                                                                   |
| Olien klæber til kystmaterialet eller ligger over højvandslinien | Lette olier på ikke-vandmættede kystmaterialer (sand, grus, sten)                                       | LILLE<br>Lille fare for remobilisering.                                                                                              | LILLE<br>Lille fare for remobilisering                                                                                                                                    |
|                                                                  | Olier med høj viskositet ru overflade                                                                   | LILLE<br>Lille fare for remobilisering                                                                                               | LILLE<br>Lille fare for remobilisering                                                                                                                                    |

På baggrund af kystklassificeringen efter ESI-systemet og en vurdering af sandsynligheden for, at olien remobiliseres fra områder med strandet olie, kan der gennemføres en vurdering af, hvilke områder der skal prioriteres ved en oprensning. Ligeledes kan vurderingen danne grundlag for, hvilke områder, der i særlig grad skal søges beskyttet mod olieforurening ved udlægning af spærringer eller lignende, da forurening af de prioriterede områder både vil volde stor skade samt give anledning til et vanskeligt rensarbejde.



FIGUR 20: ANVENDELSE AF FØLSOMHEDSINDEKS OG VURDERING AF RISIKOEN FOR REMOBILISERING AF OLIE VED PRIORITERING AF RENSNINGSSINDSATS. INDEKSTALLENE 1-3, 4-7 OG 8-10 REFERERER TIL TALLENE I ESI-KLASSIFICERINGEN, MENS DE NEDERSTE TAL I PRIORITERINGSKASSETTERNE ANGIVER HVILKEN PRIORITERING RENSNINGEN AF DE ENKELTE KYSTTYPER SKAL GIVES, HVOR 1 ANGIVER DEN HØJESTE PRIORITET OG 3 DEN LAVESTE.

Som det fremgår af ovenstående figur Figur 20 vil der altid blive givet den højeste prioritet til rensning af kysttyper, der har ESI-følsomhedsindeks 8 – 10. Her er det uden betydning, om olien kan remobiliseres, da de pågældende kysttyper er yderst sårbare over for olieforurening. Kysttyperne omfatter bl.a. strandenge og marskområder.

Ligeledes ses det, at kysttyper med et følsomhedsindeks på 4-7, såfremt der ikke er fare for remobilisering af olien, vil blive prioriteret som 2. prioritet, men, hvis der er fare for remobilisering af olien, som 1. prioritet. Det samme gør sig gældende ved de laveste følsomhedsindeks på 1-3, hvor fare for remobilisering medfører, at rensningen bliver opprioriteret.

Prioriteringen skal forstås på den måde, at områder, der får prioritet 1 skal oprensnes så hurtigt som muligt. Områder med prioritet 2 skal også oprensnes, men kan afvente, at den mekaniske oprensning af de områder, der har fået prioritet 1, er igangsat eller afsluttet. Områder der har fået prioritet 3 behøver muligvis ikke oprensning. Her kan naturlig nedbrydning af olien, eventuelt hjulpet af udsprede næringssalte, være en løsning.

Uanset prioriteringen, kan andre hensyn, f.eks. politiske, æstetiske, tekniske eller økonomiske betyde, at lavt prioriterede områder oprensnes, ligesom sådanne hensyn generelt kan ændre på prioriteringsrække-

følgen. Fx kan afventen på udstyr, der er velegnet til rensning af højt prioriterede områder betyde, at ventetiden udnyttes til at rense de områder, hvor der findes egnet udstyr, uanset om disse områder er lavt prioriterede.

## 12.7. Andre faktorer, der har betydning for prioritering af indsatsen

Kystfølsomhedsindekset efter ESI samt en vurdering af faren for remobilisering dækker imidlertid ikke alle de parametre, der har betydning for at foretage en så hensigtsmæssig prioritering af kystrensningen som muligt.

Ved prioriteringen kan der inddrages vurderinger af de ressourcer, der findes i de berørte områder. Rensnings- og beskyttelsesforanstaltninger kan prioriteres ved inddragelse af ikke blot ressourcernes følsomhed overfor olie men også ved at vurdere, om ressourcerne er beskyttelsesværdige og om der er knyttet socio-økonomiske forhold til ressourcerne.

### 12.7.1. Ressourcebaseret prioritering

Den norske stat anvender en model, hvor en ressourcebaseret model har stor indflydelse på, hvilke områder, der skal prioriteres. Ved modellen indgår også ESI-følsomhedsindeks og vurdering af remobiliseringsfaren, men den ressourcebaserede model har en væsentlig indflydelse på udfaldet af prioriteringen.

Anvendelse af denne model kræver, at der i forvejen er foretaget en standardiseret klassificering af kyststrækningerne efter de retningslinier, der er opstillet ved systemet. Principperne kan dog i en vis udstrækning anvendes ved foreninger af danske kyststrækninger, men den eksisterende danske klassificering af kysterne, som den overvejende fremstår i beredskabsplaner, giver ikke baggrund for en minutøs anvendelse af den pågældende model.

Ved modellen, der har navnet MOB (Miljøprioriteringer, Oljevern, Beredskab), er der fastsat fire vurderingskriterier, der skal anvendes ved en vurdering af ressourcerne, der fx kan være planter og dyr i området.

Ved prioriteringen anvendes følgende skema.

**Tabel 10: Evalueringskriterier og faktorer i den norske MOB-model. Anker-Nilssen, T. Identifikation og prioritering av miljøressurser ved akutte oljeudslipp langs norskekysten og på Svalbard. NINA Oppdragsmelding 310:1-18, 1994. Efter SFT-veiledning 99:06, Sanering av akutt forurensning på strand, Del 1, Statens forurensningstilsyn. Oslo 1999.**

| Evalueringskriterier   | Faktorværdier      |          |          |            |
|------------------------|--------------------|----------|----------|------------|
|                        | 3                  | 2        | 1        | 0          |
| Naturligt forekommende | --                 | Ja       | nej      | --         |
| Økonomisk erstattelig  | --                 | Nej      | ja       | --         |
| Beskyttelsesværdi      | Internatio-<br>nal | National | Regional | Lokal      |
| Generel oliefølsomhed  | Høj                | middel   | Lav      | Ubetydelig |

De faktorer, der fremkommer ved anvendelse af modellen ganges sammen og resultaterne ordnes i 5 klasser, A til E, hvor A angiver den højeste prioritet.

Resultaterne vil indvirke på den prioritering, der fremgår af Figur 20 således at prioritering A eller B, uanset kystens følsomhedsindeks vil betyde, at oprensningen af det pågældende kystområde får prioritet 1. Hvis vurderingen efter metoden giver prioriteterne C eller D, vil oprensningen af den pågældende kyststrækning som minimum få prioritet 2. Kystfølsomhedsindekset kan dog betyde, at oprensningen får prioritet 1. Ved prioritet E, er prioriteringen bestemt af kystfølsomhedsindekset. Faren for remobilisering af olien kan påvirke prioriteringen, som det fremgår af TabelFigur 20: Anvendelse af følsomhedsindeks

og vurdering af risikoen for remobilisering af olien ved prioritering af rensningsindsats. Indekstallene 1-3, 4-7 og 8-10 refererer til tallene i ESI-klassificeringen, mens de nederste tal i prioriteringskasserne angiver hvilken prioritering rensningen af de enkelte kysttyper skal gives, hvor 1 angiver den højeste prioritet og 3 den laveste.

Hvis to områder får samme prioritering, kan mængden af olie på lokaliteterne være bestemmende for, hvor rensningen skal begynde, således at de mest forurenede områder renses først.

Ved modellen prioriteres naturligt forekommende ressourcer altid over ressourcer, der er indført i området. Det kan fx være havbrug, anlæg til dyrkning af muslinger m.m., der således altid vil blive prioriteret lavere end de naturligt forekommende ressourcer.

Ressourcer som ikke kan erstattes ved økonomiske midler, skal prioriteres over ressourcer, som kan erstattes økonomisk. Som regel kan de ressourcer, der er indført i et område erstattes økonomisk.

Ressourcer, der er identificerede som beskyttelsesværdige, skal prioriteres over andre ressourcer. Der kan tages udgangspunkt i mængden af den ressource, der rammes sammenlignet med udbredelsen af ressourcen i større skala. Nogle ressourcer kan også have en videnskabelig værdi, fx kan ressourcen være genstand for forskning eller overvågning. I sådanne tilfælde kan ressourcen opprioriteres. Fastsatte kriterier for, hvad der er vigtige fuglelokaliteter, kan også indgå i prioriteringen.

De ressourcer, der vurderes for oliesårbarhed ved den norske model, er fugle og deres habitater, havpattedyr og deres habitater, fiskebestande, kysttyper, særlige beskyttelsesområder samt naturbaserede aktiviteter og erhverv.

Der er for fugle, havpattedyr og fisk opstillet tal for sårbarheden over for olie. Disse data ligger i en database, der er tilgængelig på Internettet. Tallene kan anvendes direkte i MOB-modellen. Der er også i databasen angivet, hvordan sårbarheden varierer over året for de enkelte arter.

Sårbarheden for kystområder og naturbaserede aktiviteter og erhverv er ligeledes kvantificeret i databasen.

Databasen ligger på adressen: <http://www.alphaenv.com/contactweb/Index.htm>.

**Tabel 11: Sårbarhedstabel for naturressourcebaserede aktiviteter. Efter Beredskap mot akutt forurensning, Model for prioritering av miljøressurser ved akutte oljeutslipp langs kysten, SFT 1767:2000.**

| Aktivitetstype                | Kategori                             | Faktor |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------|
| Friluftsområder               | Offentlige badepladser               | 1-2    |
|                               | Offentlige turområder                | 1      |
|                               | Nærområder til boligbebyggelse       | 1      |
|                               | Nærområder til fritidshuse           | 0      |
| Fiskerierhverv                | Modtage- og forarbejdningsvirksomhed | 0-1    |
|                               | Kystfiskeri                          | 1      |
|                               | Industrifiskeri                      | 0      |
| Andre produktions-<br>erhverv | Havbrug                              | 1-2    |
|                               | Tanghøstområder                      | 0-1    |
|                               | Fiskeudklækningsanlæg                | 0-1    |
|                               | Husdyrgræsning                       | 0-1    |
| Serviceerhverv                | Turistområder                        | 1      |
|                               | Nærområder for overnatningssteder    | 1      |
|                               | Havneanlæg                           | 1      |

For at kunne anvende en ressourcebaseret prioriteringsmodel, er det en fordel, at datamateriale for de enkelte kyststrækninger foreligger, så det er til stede før der sker et oliespild. Det udelukker dog ikke,

at prioriteringen af indsatsen kan underbygges af aktuelle vurderinger af ressourcerne i området. Da der ikke findes noget standardiseret dansk system for, hvorledes indsatsen på baggrund af vurdering af ressourcerne skal prioriteres, er det imidlertid ikke muligt at prioritere indsatsen ens fra den ene kommune til den anden, hvilket kan være et problem, når en forurening strækker sig over flere kommuners område.

Ved prioriteringen kan også placeringen af forskellige industrianlæg indgå fx anlæg med vandindtag.

## **12.8. Prioritering af indsatsen, sammendrag**

En prioritering af indsatsen ved olieforurening kan gennemføres ved følgende trin:

- 1) Omfanget af det forurenede område eller det område, der forventes forurennet bestemmes og kortlægges.
- 2) De ramte områder klassificeres efter følsomhedsindeks 1–10 på ESI-skalen.
- 3) Følsomhedsindekset omregnes til prioriteringsklasser, 1, 2 eller 3.
- 4) Det undersøges, om der er særlige beskyttelsesværdige ressourcer i de ramte områder, og disse tillægges i givet fald en værdi (A-E), og medregnes ved prioriteringen af indsatsen. (hvis der pga. datamangel ikke kan beregnes nogen prioriteringsværdi, kan der foretages et skøn over påvirkningen af de aktuelle ressourcer, og dette skøn kan indgå i prioriteringen.)
- 5) Det vurderes, om nogle af områderne kan være kilde til remobilisering af olien. Hvis dette er tilfældet indgår, dette i prioriteringen
- 6) Hvis nogle områder får samme prioritet, renses fx områder med den største oliemængde først.

## **12.9. Sandstrand**

Sandstrande er en kysttype, der byder på svingninger i de fysiske forhold. Plante- og dyrelivet er begrænset, og planterne og dyrene er tilpasset de påvirkninger som storme, bølger og is m.m. kan give. Nogle arter bliver udryddet ved disse ofte stærke naturpåvirkninger, men der sker til gengæld en relativ hurtig indvandring fra andre områder. Desuden er sandstrande en kysttype, hvor olie som regel forvolder mindst skade, fordi de fleste olietyper trænger så langsomt ned i sandet, at det normalt vil være muligt at rense stranden, inden nogen væsentlig nedsivning har fundet sted. Derfor vil sandstrande i almindelighed være mindre sårbare overfor olieforurening og strandrensning end andre strandtyper.

Hvor der bag stranden er klitter, må der ved strandrensningsarbejde dog vises særligt hensyn til klitternes vegetation, der er meget følsom overfor færdsel til fods og med maskiner.

### **12.9.1. Olies spredning på sandstrand**

En sandstrands gennemtrængelighed for en given olie er hovedsageligt bestemt af sandkornenes størrelse. Gennemtrængeligheden stiger med voksende kornstørrelse. Generelt er tørt sand lettere gennemtrængeligt end fugtigt sand.

Foruden sandlagets gennemtrængelighed er oliens viskositet (se afsnit 6.3.1. ) af stor betydning for nedsivningshastigheden. Den olie, der når kysten, er som oftest relativt tyktflydende, eventuelt fast, på grund af de omdannelsesprocesser, der har fundet sted på havet, og olien lægger sig normalt som et lag på strandens overflade. Olie, der når kysten som tyktflydende eller som fast, vil ved stigende temperatur - eventuelt som følge af solindstråling - kunne blive så letflydende, at den kan trænge ned i sandet og eventuelt også flyde ned ad strandoverfladen og ud i havet igen og senere atter forurene kysten. Ligeledes kan emulsioner (se afsnit 7.2.4. ) af vand og olie brydes ved temperaturstigning, og olien vil igen blive bevægelig.

Hvis en olieforurening ikke fjernes fra stranden, vil der efter nogen tid, afhængigt af strandmaterialet, olietypen og temperaturen, ske en nedsivning af olien eller dele deraf i sandet. Olien vil lægge sig som et oftest mørkfarvet lag over grundvandsspejlet og med grundvandet efterhånden vaskes ud i havet. Gennemtrængeligheden er størst i grovkornet sand, og en naturlig udvaskning vil foregå hurtigst på strande opbygget af groft sand og grus. Afhængigt af bl.a. grundvandsstrømmen, tidevand og hvor udsat stranden er for bølgenes påvirkning, kan olien opholde sig i fra måneder i grovkornet sand til flere år i fint

sand. Hvor grundvandet i lavninger på stranden kommer frem til overfladen, vil olien kunne ligge som en hinde oven på vandet.

Nedsivet olie vil ved udvaskning kunne udsætte dyr og planter i vandet ud for kysten for langvarig oliepåvirkning. En strand med et olielag under overfladen og med tilsynecomst af olie i lavninger er uegnet som rekreativt område.

Strandet olie kan også blive tildækket ved naturlig aflejring af opskyllet sand eller ved sandfygning. Tildækket og nedsivet olie kan senere blive afdækket af vinden og havet.

Nogle olietyper vil kunne danne et asfaltlignende lag på strandoverfladen.

Grundvandsudstrømning over stranden kan om vinteren give anledning til isdannelse over et opskyllet olielag. Fjernelse af olien under isen er næsten umulig, og olien vil have gode muligheder for at sive ned i sandet, og et besværligt rensningsarbejde forestår, når isen smelter. Sådanne områder kræver derfor hurtig indsats.

Hvis tyndtflydende råolie og lette olieprodukter når ind til kysten uden at være blevet omdannet til tyktflydende olie, fx fordi spildet sker tæt på kysten, vil olien på grund af lav viskositet og lav overfladespænding trænge ned i sandet. Sådanne olieprodukter kan give langvarige lugtgener og hører desuden til de akut giftige, og vil ved udsivning til vandet kunne belaste organismene ud for kysten gennem længere tid.

### **12.9.2. Forebyggelse af olieforurening af sandstrand**

Flydespærringer og opsnagningsmidler kan anvendes som beskrevet i kapitel 9. Ud over disse midler til forebyggelse mod olieforurening af strande kan en sandvold etableres til beskyttelse af stranden. Sandvolden kan passende anlægges mellem middelvandstandslinien og højvandslinien. Højden og bredden må afpasses efter bølgepåvirkningen og eventuelt tidevand. Volden bygges ved f.eks. at lade en vejhøvl (grader) køre hen ad stranden langs middelvandstandslinien med bladet indstillet i en passende vinkel på underlaget. Der dannes herved tillige en rende (på søsiden), som olien kan opsamles i. En sandvolds holdbarhed afhænger af bølgeenergien. Holdbarheden øges, hvis volden på søsiden dækkes med plastpresenninger eller – folie, der fastholdes ved nedgravning. Opsamlingen af olie må straks påbegyndes, da det ikke kan forventes, at den etablerede vold kan holde i længere tid. Plastdækket kan give besvær i oprydningsarbejdet, og det er vigtigt at fastgøre det solidt og bruge tilstrækkelig holdbar og oliebestandig plast. En sandvold kan kun anvendes i nogenlunde roligt vejr.

### **12.9.3. Rensning af sandstrand**

I mange tilfælde opdages olien først, når stranden allerede er forurennet. Stranden kan så eventuelt søges beskyttet mod yderligere forurening ved etablering af halmvolde, sandvolde eller ved hjælp af spærringer, opsnagningsmidler m.m., således at olien ved højvande ikke spredes til større dele af stranden, og der ikke føres yderligere oliemængder op på kysten.

Rensning af stranden kan, afhængig af oliemængden, olietyper og strandens karakter, foretages manuelt eller ved hjælp af maskiner. Manuel opsamling af olien vil ofte være den mest effektive og mest skånsomme for stranden, og desuden vil bortskaffelsen af den opsamlede olie volde færre vanskeligheder, idet den manuelle rensning er mere selektiv end rensning foretaget med maskiner, således at mængden af sand og sten i det opsamlede materiale vil være langt mindre.

Olieforureningens størrelse kan dog gøre det nødvendigt at anvende maskiner til sammenskrabning og opsamling af olien. Det skal dog i hvert tilfælde overvejes, hvorvidt dele af oprensningen kan gennemføres ved manuelle metoder for at skåne stranden og reducere de resulterende affaldsmængder.

#### *12.9.3.1. Manuel rensning*

Til den manuelle rensning kan der ud over skovle, spader og spande m.m. anvendes håndsneskrabere (en bladbredde på 40-60 cm har vist sig at være mest effektiv). Særlige skrabere af træ med en »fod« er

effektive til sammenskrabning af olie der ikke er for tyktflydende. Olien kan skrubes sammen i render, hvorfra den kan fjernes med slamsuger eller pumpe eller eventuelt med øse fyldes i tønder. Olien kan også skrubes sammen i en passende bred bane, hvorfra den kan opsamles med fx en frontlæsser. Denne metode vil være mest effektiv overfor relativ tyktflydende olie og olieklumper.

#### *12.9.3.2. Rensning ved hjælp af maskiner*

Hvis oliemængden er betydelig, og stranden i øvrigt kan bære tungt materiel, kan stranden renses ved brug af maskiner.

Der er flere måder at gribe rensningen an på afhængigt af olietype og tilgængelige maskiner.

Olien kan skrubes sammen i volde eller bunker med vejhøvl, sneplov, frontlæsser eller eventuelt bulldozer. Det skal tilstræbes at få så lidt sand med som muligt. Sammenskrabningen starter fra et ikke forurenet område, og maskinerne bakkes over det rensede område, for at de ikke skal blive indsmurt i olie, og for at olien ikke skal blive kørt ned i sandet.

Efter sammenskrabningen samles oliebunkerne op med fx frontlæsser. Oliebunkerne skal afpasses de opsamlingsmaskiner der anvendes. Hvis der fx anvendes skraber, skal materialet samles i lange lave volde. Olien kan også samles op med frontlæsser. Den nederste del af materialet kan med fordel optages manuelt for at få så lidt rent sand med som muligt.

Rensning af sand- og grusstrand er flere steder blevet foretaget ved hjælp af en grader i forbindelse med en mindre jordhøvl (scraper). Graderen sammenskraber olien i lange volde, parallelt med vandet, og voldene opsamles med jordhøvl. Voldene kan også opsamles med læssemaskiner eller læsseskovl monteret på en traktor, men en skraber er mest effektiv.

Graderbladet skal indstilles i en vinkel på omkring 50° i forhold til vinkelret på kørselsretningen. Denne vinkel giver det mindste sidespild, og føreren har ved denne vinkel den bedste kontrol over bladets dybde.

På strande med god bæreevne er graderen bedre end de fleste andre maskiner i stand til at afskrabe ganske tynde lag; stranden skal dog være nogenlunde jævn. Graderen kan med godt resultat fjerne lag op til en tykkelse på 5 cm.

Hvis strandens bæreevne er dårlig, kan det være vanskeligt at indstille graderbladet til kun at afskrabe et tyndt lag. Desuden kan der være risiko for, at maskinen kører fast. I sådanne tilfælde kan larvebåndsmaskiner anvendes. Emulgeret olie og tyktflydende olie kan dog gøre arbejdet med den efterfølgende rensning af larvebåndsmaskinerne omfattende.

Hvis der skal fjernes meget tykke sandlag, op til 20 cm, og strandens bæreevne er god, kan en jordhøvl med bedre resultat anvendes alene. Det må dog forudses, at en del olie kan blive kørt ned i kystmaterialet.

På sandstrande kan også anvendes læssemaskine (enten med gummihjul eller larvebånd) til sammenskrabning og optagning, ligesom bulldozer kan bruges. Disse maskiner er bedst egnede til mindre forureninger, eller hvor olien er trængt langt ned i stranden, og større mængder sand eller grus derfor skal fjernes.

Læssemaskiner er også anvendelige til opsamling og bortkørsel af manuelt sammenskrabet olie og olieforurenet sand.

Slamsugere kan anvendes til opsugning af olie direkte fra stranden, hvis olien ligger i et forholdsvis tykt lag, og ikke er for tyktflydende. Slamsuger kan desuden anvendes til opsugning af sammenskrabet olie.

Større olieklumper kan rives sammen med hesterive eller lignende monteret på traktor.

Olieforurening på en sandstrand kan bestå af større eller mindre mængder olieklumper med et vist sandindhold. Det materiale der sammenskrabes med maskiner, indeholder som oftest meget rent sand. Olieklumperne kan skilles herfra ved hjælp af en vibrationssigte. Maskestørrelsen kan f.eks. være omkring 10-20 mm. På samme måde kan olieindsmurt tang, affald m.m. skilles fra sandet. Maskestørrelsen kan her

være omkring 50 mm. Eventuelt kan sigterne kombineres, så sorteringen kan foregå i én arbejdsgang. En sådan sortering vil i høj grad lette bortskaffelsesarbejdet.

Hvis olien er tilstrækkeligt tyndtflydende, kan den skrubes sammen i render, som graves på stranden, parallelt med kysten. Olien kan herfra oppumpes til et eventuelt midlertidigt depot eller optages med slamsuger. Hvis olien ligger i et forholdsvis tykt lag på stranden, kan den i nogle tilfælde umiddelbart opsuges med slamsuger.

Opsugningsmidler kan anvendes til opsugning af forholdsvis tynd olie på stranden. Der kan anvendes forskellige former hertil, se herom i kapitel 9.

Tyndtflydende olie, der er trængt ned i sandet, kan opsuges med halm, der nedharves i stranden. Halmen vil opsuge en del af olien og kan samles igen ved rivning. Olie, der ligger på strandoverfladen skal dog fjernes omhyggeligt inden der nedharves halm, således at der ikke samtidig nedharves olie.

Hvis store mængder sand skal skrubes sammen og fjernes, kan der være fare for kystnedbrydning. Kystdirektoratet bør i sådanne tilfælde inddrages.

Hvis vegetationen er blevet forurenset af olie, er det som regel uhensigtsmæssigt at prøve at rense olien af ved spuling. De forurenede planter kan afklippes, idet rodnettet søges bevaret, og det afklippede plantemateriale fjernes.

Kørsel og færdsel på stranden, særlig i klitter, bør tilrettelægges således, at vegetationen beskyttes mest muligt.

#### *12.9.3.3. Efterrensning*

Hvis stranden er rensat med maskiner, kan en manuel efterrensning på dele af stranden være påkrævet.

Den naturlige nedbrydning af den resterende olie kan lettes, hvis stranden harves eller rives 2-3 gange med ca. 1 måneds mellemrum. På den måde kommer olien i kontakt med luftens ilt, hvilket forøger nedbrydningshastigheden. Det er dog vigtigt, at så meget som muligt af olieforureningen fjernes manuelt inden harvningen, idet det ellers risikeres, at den resterende olieforurening harves ned i stranden. Til-sætning af næringssalte(kvælstofholdige og fosforholdige) kan fremme nedbrydningen af olien. Man skal dog være opmærksom på, at der kan ske en relativ hurtig udvaskning af næringssaltene, hvorfor anvendelsen skal ske med forsigtighed og på baggrund af en vurdering af kystområdets tolerance for et øget indhold af næringssalte samt en vurdering af, hvorvidt næringssalte reelt vil fremskynde den biologiske nedbrydning. Se i øvrigt kapitel 13.

Det skal efter rensning forsøges at bringe stranden tilbage til dens oprindelige udseende. Midlertidige depoter skal renses og fyldes op. Desuden skal eventuelle render og volde jævnes og affald, opsugningsmidler og lignende fjernes.

### **12.10. Stenstrand**

Da bølgeenergien ved stenstrande som regel er stor, er den naturlige rensning af en stenstrand betydelig. Såfremt stranden bliver overladt til selvrensning, kan olien dog volde skade på plante- og dyrelivet i vandet ud for kysten. Derfor må der, selvom rensning af stenstrande kan være meget vanskelig, søges opsamlet så meget olie som muligt.

Bølgeenerginiveauet på stenstrande er som nævnt ofte højt. Dette kræver, ligesom det var tilfældet ved sandstrande, en stor tilpasningsevne hos de dyr og planter, der lever på stranden. Stenstrand er den strandtype, der har det færreste antal plante- og dyrearter.

Selve stranden er derfor ikke så biologisk sårbar som de fleste andre strandtyper, hvorimod der i vandet ud for stenstrande ofte er et rigt plante- og dyreliv.

Stenstrandens planteverden består hovedsageligt af to hovedgrupper; dels blomsterplanter hæftet med rødder mellem stenene, dels planter som kitter sig fast til stenene med hæftetråde, f.eks. lav som omtales nærmere under afsnittet om klippekyst.

En af stenstrandens karakterplanter er strandkål. Den er meget almindelig og vokser kraftigst på strandvoldene, gødet af tang; den kan dog også findes på sandstrandene. En anden plante, som foretrækker denne strandtype, er strandbeden.

Stenene danner et udmærket materiale for vedhæftning af alger, som ofte vokser i store mængder ud for kysterne.

De fugle, som besøger stranden, samler føde fra bølgenes opskyl og fisker i vandområderne ud for stenstrandene. Her kan der på og mellem algerne desuden leve mange forskellige organismer, som fiskeyngelen kan leve af. Der er således her gode vækstbetingelser for flere fiskearter.

#### **12.10.1. Olies spredning på stenstrand**

Nedsivning af olie foregår meget hurtigt på stenstrande. Såfremt der i strandene er lag af sand, vil nedsivningen forsinkes noget af dette. Forvitret olie og svær fuelolie vil under nedsivningen danne en klæbrig overflade på stenene. Særlig svær olie vil, eventuelt hjulpet af sand og grus, kunne danne et asfaltlignende lag på overfladen, der, afhængig af bølgeenergien, vil kunne blive liggende i længere tid. Et sådant lag vil ofte være hårdt i koldt vejr men klæbrigt ved sol og varme.

Udvaskning med grundvand og nedbør vil ske forholdsvis hurtigt. Underliggende sandlag vil dog kunne akkumulere nedsivende olie.

#### **12.10.2. Forebyggelse af olieforurening af stenstrand**

Stenstrande er meget vanskelige at rense for olie, dels fordi olien hurtigt trænger ned mellem stenene, og dels fordi strandens ujævne overflade er vanskelig at skrape ren. Det er derfor vigtigt, så vidt det er muligt, at søge at undgå at få olie på denne strandtype. Udlægning af flydespærringer, hvor dette kan lade sig gøre, eller opstilling af en barriere helt inde ved strandkanten, kan hindre oliens spredning til kysten og oliens udbredelse op på stranden.

Olie, der er koncentreret i vandkanten, skal hurtigst muligt fjernes og eventuelt bringes til et midlertidigt depot. Olien kan optages fra vandet med skimmer, slamsuger eller pumpe. Når det drejer sig om mindre mængder, kan olien optages med spand, øse eller lignende. Opsugningsmiddel kan også anvendes ved optagningen, se kapitel 9.

#### **12.10.3. Rensning af stenstrand**

Det materiale, der ved rensning fjernes fra olieforurenede stenstrande, indeholder ofte meget store mængder sten i forhold til oliemængden.

For at begrænse affaldsmængden mest muligt må den mest selektive rensningsmetode i hvert enkelt tilfælde anvendes.

Rensningen bør påbegyndes så hurtigt som muligt, idet olien som nævnt hurtigt vil trænge ned mellem stenene. Regn vil fremskynde nedvaskning, og sol og varme gør olien tyndtflydende. De følgende metoder kan anvendes alt efter forureningens omfang.

Ved mindre olieforureninger, hvor olien ligger i spredte klumper eller i mindre flager på stranden, er manuel rensning den mest hensigtsmæssige rensningsmetode. Olieklumper og forurenede sten og andet strandmateriale opsamles med skovl i spande eller i vogne.

Ved mere omfattende olieforurening, hvor sammenhængende olieflager dækker stranden, kan olie, olietilsølede sten m.m. sammenskrabes med frontlæsser eller, hvis olien er trængt mere end 3-5 cm ned mellem stenene, med en bulldozer. Rensningen påbegyndes fra ikke-forurenede områder, og der bakkes over det rensede område efter hver sammenskrabning. Herved undgås, at maskinerne smøres unødigt ind i olie, og at olien køres længere ned mellem stenene.

Jordhøvl, læssemaskine og bulldozer kan anvendes på stenstrande. Hældningen på stenstrande kan dog være betydelig og sætte begrænsninger for disse maskiners anvendelse. Hældningen er i almindelighed

mindst på ralkyst og størst på rullestenskyst. Larvebåndsmaskiner er bedre egnede til arbejdet på skrånede kyster end maskiner med hjul

Ved sammenskrabning af og eventuel fjernelse af større mængder strandmateriale, må Kystdirektoratet kontaktes.

Opsugningsmidler kan anvendes ved rensning af stenstrand, hvis olien er forholdsvis tyndtflydende. Det er ofte bedst at bruge plader, ruller eller lignende, idet løst opsugningsmiddel kan være vanskeligt at fjerne fra en stenstrand.

#### *12.10.3.1. Efterrensning*

Efter rensning af stenstrand vil der ofte stadig være olie tilbage i ret store mængder, hvorfor en efterrensning kan være nødvendig.

En manuel rensning kan ofte med fordel efterfølge en maskinel rensning.

Spuling både ved lavt tryk (5-10 atmosfære) og højtryksspuling (100 atmosfære eller mere) kan anvendes til at rense afsnit af stranden, der af særlige grunde ønskes ren hurtigt. Ved spuling skal der lægges en flydespærring i vandet ud for det område, der spules, således at den afrensede olie opfanges og kan optages med skimmer, slamsuger eller andet; eventuelt ved hjælp af opsugningsmiddel.

Det kan ikke anbefales at bruge spuling til rensning af større strandarealer, idet betydelige mængder olie opløses og suspenderes i spulevandet, og derfor ikke kan opfanges af flydespærringen, hvorfor havet ud for stranden ved rensning vil blive tilført store mængder olie på én gang. Dette kan give skader på plante- og dyrelivet i området, og disse skader vil formodentlig være større, end den olie, der langsomt vil sive ud fra det forurenede område, vil forvolde.

Stranden skal ryddes efter rensningen. Opsugningsmidler skal, så vidt det er muligt, fjernes. Da det kan være vanskeligt at opsamle al opsugningsmaterialet, bør kun naturligt nedbrydeligt opsugningsmiddel anvendes. Midlertidige depoter, volde m.m. renses og jævnes ud.

Det kan overvejes at afslutte rensningen med biologisk oprensning. Se herom i kapitel 13.

### **12.11. Strandeng og marsk**

Strandeng og marsk er de kysttyper, der er de mest sårbare overfor olieforurening både med hensyn til kysternes biologi og geologi. Dette skyldes, at disse strandtyper er meget artsrige og med et gensidigt stærkt afhængighedsforhold mellem flora og fauna og den geologiske opbygning.

Marsk og strandeng er ligeledes meget følsomme over for færdsel til fods og med maskiner, hvorfor det er vigtigt før en rensning iværksættes, at forsøge at afveje de skader selve rensningen vil forårsage, mod de skader olien vil kunne forvolde, og i givet fald tilrettelægge rensningsarbejdet således, at dette vil medføre så lille slitage og nedbrydning af marsken eller strandengen som muligt.

#### *12.11.1.1. Strandeng*

Strandengen er almindelig, hvor der findes læ for bølger, fx ved kyster, der ligger ud til lavt vand samt i fjorde eller i andre beskyttede farvande. På grund af beskyttelsen mod bølgeerosion indeholder jorden ler og andre fine partikler, og jorden bliver langt mere frugtbar end på steder, hvor kun sandet er tilbage. Derfor er disse kyststrækninger ofte dækket af en frodig vegetation. Strandengene kan inddeles i to grupper, 1) strandeng med meget lille bølgepåvirkning og 2) strandenge med lille bølgepåvirkning.

#### *12.11.1.2. Strandeng med meget lille bølgepåvirkning*

Kysttypen præges i overgangszonen mellem land og hav af en rørskov, hovedsagelig bestående af tagrør, men også af strandkogleaks og blågrønkogleaks. Den er udbredt i Østersøområdet, men også på steder med en højere saltkoncentration, dog ofte i forbindelse med udsivende ferskvand (væld) eller åløb. Kystudviklingen foregår som regel meget langsomt, fordi materialetilførslen er minimal. Højdetilvæksten sker ved henfald af organisk materiale. På denne måde opbygges en næsten horisontal flade bestående af gytje og tørv.

#### *12.11.1.3. Strandeng med lille bølgepåvirkning*

På denne kysttype er der ikke rørskov, da rør ikke tåler selv en forholdsvis lille bølgepåvirkning. Bølgepåvirkningen bevirker under perioder med høj vandstand (eventuelt vindstuvning), at finkornet materiale går i suspension med efterfølgende afsætning på bunden og bankedannelse til følge.

På denne måde hæves bundniveauet lidt efter lidt til normal vandstand eller en lille smule over, hvorefter strandengsvegetationen indfinder sig. Udviklingen accelereres af vegetationens evne til at holde på partikler i suspension i vandmasserne under højvandsperioder.

Strandengene oversvømmes hyppigst i efterårs- og vintermånederne.

Når strandengen vokser i højden, nedbrydes den yderste del, så der dannes en lille skrænt på 10-15 cm højde. Denne kaldes forlandskanten. Fra forlandskanten og ind mod land skråner strandengen lidt, så forlandskanten normalt er det højeste punkt.

Et karakteristisk element for denne strandtype er endvidere afvandingsrenderne, som afvander de laveste dele af strandengen.

#### *12.11.1.4. Marsk*

I store træk er marskens udvikling identisk med udviklingen af en strandeng med lille bølgepåvirkning. Vandstandsændringer er for strandengen den vigtigste faktor for højdevækst - i marsken er denne udvikling forstærket med mere udpræget tidevand, som med ca. 12 timer og 25 minutters mellemrum oversvømmer de lave områder.

Det materiale som findes i Vadehavet er så finkornet, at bølgeenergien let kan bringe det i suspension. Når vandet trækker sig tilbage, ophører bølgeenergiens virkning, og der kan ske en sedimentation hjulpet af plantevæksten.

Marskens højdevækst er derfor meget hurtigere end strandengens, og den fortsætter til ca. 1 m over middelhøjvandsstanden. Uden for forlandskanten ligger tidevandsfladen eller vaden. Det er det område, som begrænses af middelhøjvands- og middellavvandslinien, og som derfor dagligt overskylles.

Marskens afvandingsrender kaldes loer. De er i forhold til strandengens afvandingsrender større og dybere, især på området med permanent plantedække.

En typisk rækkefølge for de planter, som især findes i marsken og på vaden er fra vandsiden kveller, nogle steder afløst af vadegræs, dernæst annelgræs, harrilgræs (et siv) og inderst, på steder som kun sjældent oversvømmes, jordbærkløver. Der findes mange planter på disse lokaliteter, og de er med deres rødder med til at holde sammen på den fine slik, som derved beskyttes mod erosion og slitage.

#### *12.11.1.5. Dyrelivet på strandeng og marsk*

Marsken og strandengene er hjemsted for mange dyregrupper. Mange fugle bruger sådanne områder som fouragerings- og rasteplasser under efterårs- og forårstrækkene. Derfor er en stor del af disse vådområder omfattet af Ramsar-konventionen om beskyttelse af flora og fauna, navnlig fugle. Se afsnit 8, hvor områder af særlig betydning for vandfugle, sæler og fiskeyngel er angivet.

Langt de fleste dyr findes i bundens øverste 4-5 cm. Kun nogle få dyr som sandmuslingens og sandormens voksne stadier, går ned på dybder mellem 10-25 cm.

### **12.11.2. Olies spredning på marsk og strandeng**

Olie, der føres ind over tidevandsfladerne og de lavvandede områder udenfor strandenge, kan lægge sig på bunden af disse områder. Dette skyldes fordampning af de lette fraktioner, samt optagelse af sand- og lerpartikler, hvilket gør olien tungere. Olien vil kunne blive liggende på disse flader i længere tid, og nedsivning af olien eller dele deraf i sedimentet, samt tildækning af olien, vil foregå. Den naturlige nedbrydning af olien ophører næsten helt efter nedsivning og tildækning, fordi iltindholdet er ringe. Efterfølgende langvarig udsivning af olie fra sedimenterne i disse områder vil kunne skade plante-

og dyrearter og kunne give fisk og muslinger olieafsmag. Endelig vil kræftfremkaldende stoffer fra olien kunne optages i fisk og muslinger og gøre disse uegnede som menneskeføde.

Ved højvande, der overstiger middelhøjvandslinien (f.eks. på grund af vindstuvning), vil olien kunne føres ind i selve marskområdet eller på strandengen. Olien vil her blive fanget af plantevæksten, og kun meget langsomt blive udvasket. Oliens opholdstid i marsk- og strandengsområder vides at kunne være over 10 år.

Nedsivning af den strandede olie vil efterhånden foregå, og olien vil føres med grundvandet ud i afvandingsrenderne eller loerne samt direkte ud i sedimentet i tidevandsfladen eller områderne foran strandengen, hvor en langvarig oliebelastning vil blive resultatet.

På grund af oliens giftvirkning på planterne, der i marsken netop binder det aflejlrede materiale, så dette ikke vaskes bort af havet, samt på planterne umiddelbart foran marsken, vil en olieforurening kunne være årsag til en massiv nedbrydning af marsken og vaderne. Særligt vil kanterne mod loerne være udsat for nedbrydning.

Svær, tyktflydende olie har ikke så stor giftvirkning på plantedækket som de lettere oliefraktioner. Fysiske skader på planterne kan dog opstå, når svær olie, der klæber til planterne, udsættes for bølgebevægelser og strøm, ligesom planterne kan blive kvalt ved en massiv olieforurening.

Det har vist sig, at en tilbagevenden af flere dyrearter, fx visse muslinger, til olieforurenede områder først sker, når oliekoncentrationen er aftaget til et lavt niveau. I marskområder kan det derfor være længe inden disse dyrearter er tilbage.

### **12.11.3. Forebyggelse af olieforurening af marsk og vader**

På grund af marskområdernes store sårbarhed, er det særligt vigtigt at forsøge at standse og opfange olien, inden den når helt ind til den inderste del af vaderne og selve marsken.

Såfremt olieforureningen opdages allerede på havet, kan den søges indkredset af flydespærringer og opsamlet. Hvis det ikke lykkes at opfange olien på havet, f.eks. på grund af vejret, skal sluser og lignende indløb til marsken så vidt muligt straks lukkes, og der skal så hurtigt som muligt etableres spærringer ved loer og andre indløb. Ligeledes skal eventuelle allerede forurenede områder søges afspærret for at hindre olien herfra i at brede sig til nye områder ved næste højvande.

Mindre flydespærringer kan bruges til spærring af indløbene til marsken. På grund af strømmen i loerne, fremkaldt af tidevandet, vil effektiviteten af flydespærringer ofte være nedsat. Etablering af dobbelte spærringer med 30-40 meter mellem hver spærring vil øge effektiviteten.

Opsugningsmiddel samlet i net, kan også anvendes som spærring for indløb til marsken. Disse spærringer fungerer ligeledes bedst, når strømmen ikke er for stærk. Opsugningsmidlet skal jævnligt udskiftes, og den olie, der samler sig foran spærringen, skal opsuges eller opsamles, eventuelt ved brug af løst opsugningsmiddel.

Spærringer, der i mindre grad hindrer vandstrømmen, kan konstrueres af 2 net, som opstilles med et mellemrum på ca. en halv meter eller mere, se kapitel 9. Mellemrummet fyldes med opsugningsmiddel som kan flyde. Opsugningsmidlet skal jævnligt udskiftes. Denne type spærring bør i større afvandingsrender og loer suppleres med endnu en spærring, der placeres 30-40 meter bag spærringen med opsugningsmidlet.

Olien kan også, afhængig af vejrforholdene, søges standset af en jordvold ved indløbet til marsken ligesom den inderste del af vaderne kan beskyttes ved at etablere en vold et stykke fra kysten. En sådan vold kan bygges ved hjælp af en grader, der kører parallelt med kysten med bladet i en passende vinkel til underlaget, således at der samtidig dannes en rende på søsiden af volden. Olien der føres mod kysten med tidevandet vil kunne samles og optages fra denne rende. Voldens holdbarhed forøges, hvis den på søsiden beskyttes med plastfolie, der skal fastholdes ved nedgravning i sandet.

#### **12.11.4. Rensning af marskområder**

Hvis der når olie ind i loerne og de mindre indløb, og olien ved vindstuvning når op i selve marskområdet, må en eventuel rensning foretages med de metoder, der er beskrevet nedenfor.

På grund af de store vanskeligheder der er forbundet med rensning af marsk - både fordi det er vanskeligt at bringe materiel frem, og fordi olien lægger sig i den tætte vegetation, vil der efter rensning stadig være større mængder olie tilbage.

Marsken er meget sårbar overfor slitage og nedbrydning, og for at undgå at skaderne på marsken forårsaget af rensningen, bliver større end de skader det må antages olien vil forvolde, må en del af olien ofte blive liggende.

Hvis der er tale om en massiv olieforurening, og det derfor må antages, at olien vil ødelægge marsken i området, er en total afskrabning af den forurenede jord en løsning. Herved forhindres en spredning af olien til andre områder af marsken.

Afskrabningen kan foretages enten manuelt, eller ved større olieforureninger, med maskiner. Det er væsentligt at få så lidt uforurenede materiale med som muligt.

Entreprenørmaskiner vil i marskområder og i strandenge hovedsageligt kunne anvendes til borttransport af manuelt indsamlet olie, mens maskinerne godt vil kunne anvendes til sammenskrabning af olie på vaderne ved lavvande.

En rensningsteknik, der tager højde for marskens sårbarhed, er spuling. Spuleudstyret kan eventuelt sejles frem i loerne.

Spuletrykket skal være så lavt, at så lidt som muligt af sedimentet spules bort. Det område, hvor spulingen foregår, må afspærres med flydespæringer eller net med opsugningsmiddel eller begge dele, så olien ikke forurener nye områder. Den olie, der samler sig ved afspærringerne skal suges op, hvilket bedst foretages med skimmere. Slamsugere kan også anvendes, men deres adgang til marskområdet vil oftest være begrænset. Desuden kan forskellige former for opsugningsmiddel anvendes til opsamling af olie fra spulevandet.

Afskæring af et olietilsølet plantedække må i nogle tilfælde foretages. De afskårne planter opsamles fx i tønder. Områder, hvor plantedækket er afskåret, er lettere at rense ved spuling, ligesom opsugningsmidler kan anvendes på disse områder. Afskæring af plantedækket gør dog marsken meget følsom overfor nedbrydning, og kan derfor ikke anbefales til større sammenhængende områder, men må fortrinsvis anvendes, hvor det ikke er muligt at bruge andre rensningsmetoder.

Fra et olieforurenede marskområde vil der i længere tid efter rensningen sive olie ud i afvandingsrenderne. Denne olie kan opfanges ved i en længere periode at opretholde spæringer, eventuelt af opsugningsmiddel, i renderne, hvorved den udsivende olie ikke spredes yderligere.

#### **12.11.5. Rensning af vader**

Det er vigtigt at fjerne olien fra vaderne, idet den ellers kan spredes af tidevandet og forurene nye områder.

Olie på vaderne kan ved lavvande skrubes sammen med maskiner. Sammenskrabning bør ske med maskiner, som kan indstilles til kun at skrabe det øverste olieholdige lag sammen, f.eks. grader, sneplov, jordhøvl eller frontlæsser. For kun at få så lille en affaldsmængde som muligt, og for ikke at skade dyrelivet, er det vigtigt ikke at fjerne mere materiale end nødvendigt. Skrabning af de tættere bevoksede dele af vaden bør, så vidt dette er muligt, foregå manuelt.

Olien kan også fjernes fra vaderne ved spuling. Olien kan herfra samles i gravede render, hvorfra den kan opsamles med f.eks. skimmer eller slamsuger. I nogle tilfælde vil olien umiddelbart kunne opsuges med slamsuger, eventuelt kan slamsugeren udstyres med et fladt mundstykke.

Mindre oliemængder kan opsamles manuelt. Håndskrabere kan f.eks. anvendes. Den sammenskrabede olie opsamles herefter som ovenfor, eller, hvis det drejer sig om mindre mængder, i tønder. Rensningen påbegyndes i alle tilfælde så vidt muligt fra strøm- og vindsiden.

Hvis vegetationen er helt dækket af olie, vil spuling sjældent kunne fjerne al olien. Planterne bør derfor afklippes, men det er vigtigt ikke at beskadige rødderne. Det afklippede plantemateriale opsamles i tønder.

#### **12.11.6. Efterrensning af marsk og vader**

Nogen egentlig mekanisk efterrensning af marsk og vader vil sjældent være hensigtsmæssig på grund af den yderligere nedslidning og beskadigelse af marsk og vader, rensningen vil kunne forårsage. Det kan dog overvejes at gennemføre en biologisk oprensning. Se herom i kapitel 13.

Når rensningen af marsk og vader er afsluttet, skal der imidlertid foretages en oprydning og reetablering. Olien og rensningsarbejdet har ofte givet skader i marsken og på vaderne i form af ødelagt plantedække og nedslidte eller afskrabede områder. På disse områder kan en genplantning overvejes.

#### **12.11.7. Forebyggelse af olieforurening af strandeng**

Forebyggelse af olieforurening af strandeng kan ske ved hjælp af flydespærringer og opsugningsmidler som nævnt under marsk. Da der oftest ikke er noget væsentlig tidevand, vil spærringerne være mere effektive ved strandenge end ved marskområder.

#### **12.11.8. Rensning af strandenge**

De rensningsmetoder, som er beskrevet for marskområder, kan også bruges på strandenge.

Spuling, optagning med slamsuger og skimmere, anvendelse af opsugningsmidler, afklipping af plantedækket eller - hvis forureningen er meget omfattende - sammenskrabning af den forurenede jord, kan således foretages.

Afvejninger af oliens skadevirkninger mod rensningsforanstaltningernes skadevirkninger kan medføre, at det besluttes at lade olien ligge, helt eller delvis.

#### **12.11.9. Efterrensning af strandenge**

Nogen egentlig mekanisk efterrensning vil sjældent være hensigtsmæssig på grund af den yderligere nedslidning og beskadigelse af strandengen, som efterrensning vil kunne betyde. En efterfølgende biologisk oprensning kan imidlertid overvejes. Se herom i kapitel 13.

Opretholdelse af spærringer af afvandringsrenderne i en længere periode efter olieforureningen vil kunne opfange udsivende olie.

#### **12.12. Klippekyser, høfder og moler**

Oliens spredning på klipper, høfder og moler, samt de rensningsmetoder, der kan anvendes for at fjerne olien, ligner hinanden meget. Dette afsnit dækker derfor både klippekyster samt høfder og moler og andre lignende menneskeskabte konstruktioner.

På klippekyster er grænsen mellem land og hav diffus, bestemt af stedets bølgegang. Ved brændingskyster kan havplanter nå højt op over højvandslinien, og graden af overskylning fremkalder en inddeling af kysten i forskellige zoner. Plantebælterne benævnes efter havets aftagende indflydelse: bølgeslagszonen, bølgesprøjtzonen og saltstøv-zonen.

Klippekyster findes i Danmark kun på Bornholm, men høfder, moler og større sten byder planterne på samme levevilkår som klippekyster. De dyr, der lever på klipper, er for det meste fastsiddende dyr, som kræver et stabilt underlag. Det er fx rurer, snegle og muslinger. Desuden er der normalt gode betingelser til stede for et rigt fugleliv. På Bornholm findes klippepytter som er levesteder for en helt speciel fauna afhængigt af, om pytten påvirkes mest af salt- eller ferskvand.

##### **12.12.1. Olies spredning på klippekyst**

Ved olieforurening af klippekyster, vil olien især lægge sig i de områder, hvor der er læ for bølgerne, det vil sige i bugter og indskæringer samt i revner og sprækker. Olie, der ikke fjernes fra disse beskyttede områder, kan være en kilde til langvarig forurening af andre områder.

Ved stejle klippekyster vil bølgetilbagekastning ofte holde det meste af olien fra kysten, og rensning vil i nogle tilfælde ikke være påkrævet. Olie vil af bølger kunne kastes over mindre skær og klipper og afsættes på læsiden. Ofte vil olien samles i størst mængde på de steder, hvor der findes mest strandingsgods.

Oliens opholdstid uden rensning kan for stærkt bølgepåvirkede kyster være få uger, mens opholdstiden for beskyttede strækninger kan være op til flere år.

#### **12.12.2. Forebyggelse af olieforurening af klippekyst**

De områder, som særligt må beskyttes mod olieforurening, er vige og bugter samt områder i øvrigt, der ligger i læ for bølgepåvirkningen.

Beskyttelsen kan foretages med flydespærringer. Desuden kan opsugningsmidler i form af ruller, plader eller lignende anbringes i sprækker, »ovne« og andre steder, hvor vandet kan slå olien ind, og hvor det kan være svært at rense. Opsugningsmidlerne skal sikres mod at føres væk af vand og vind.

#### **12.12.3. Rensning af klippekyst**

En stor del af rensningsarbejdet kan bestå i fjernelse af olietilsølet strandingsgods. Dertil kommer rensningen af skær og klippesider, hvor olien ofte sidder svært tilgængeligt. Så meget olie som muligt må fjernes med spader, skovle, skrabere og koste, og den fjernede olie samles i tønder eller lignende.

Afrensning af den resterende olie kan, hvis olien ikke er for tyktflydende, foretages med opsugningsmiddel og koste. Der bør bruges naturligt nedbrydeligt opsugningsmiddel, da opsamlingen af al opsugningsmiddel kan være vanskelig. Yderligere afrensning kan i særlige tilfælde foretages ved højtryksspuling med koldt eller varmt vand. De områder, der skal renses, afspærres med flydespærring eller på land med volde af opsugningsmiddel eller sand, og den afrensede olie opsamles.

Ved spuling opløses og suspenderes relativt store mængder olie i spulevandet, og denne olie vil derfor ikke kunne opfanges med flydespærring. Dertil kommer at højtryksspuling dræber næste alt dyre- og planteliv. Derfor bør spuling kun anvendes på steder, hvor der er særlige grunde til hurtigt at få klipperne rensede, f.eks. af hensyn til fugle eller af hensyn til færdsel det pågældende sted. I stedet for spuling kan damprensning anvendes. Damprensning er dog ikke så effektiv som højtryksspuling; dertil kommer, at de biologiske skadevirkninger er lige så store som ved højtryksspuling.

Om arbejdssikkerhedsproblemer i forbindelse med spuling, se kapitel 11.

Olie fra klippepytter og fordybninger kan fjernes med opsugningsmidler.

Det kan i nogle tilfælde være vanskeligt at bringe materiel frem fra land, hvorfor det i nogle tilfælde må bringes til arbejdspladsen med både. Olie, som opsamles efter spuling, kan optages med f.eks. skimmer og sejles væk. Det kan være vanskeligt eller umuligt at anbringe midlertidige depoter til den opsamlende olie på kysten.

#### **12.12.4. Efterrensning af klippekyst**

En egentlig efterrensning er ikke nødvendig på klippekyst i bølgeslagzonen, idet den resterende olie som oftest hurtigt vil udvaskes.

Dispergeringsmidler kan i enkelte tilfælde anvendes på steder, hvor bølgepåvirkningen er minimal - især kan hensyn til fuglelivet være en tungtvejende grund. Rensning ved højtryksspuling eller damprensning bør dog forsøges først. Tilladelse til brug af dispergeringsmiddel skal indhentes hos By- og Landskabsstyrelsen.

### **12.13. Klinter og skrænter**

#### **12.13.1. Rensning af klinter og skrænter**

Klinter og skrænter vil i nogle tilfælde være svære at rense på grund af faren for udskridning. Dette forhold kan i visse tilfælde medføre, at olien må blive liggende. Spuling og damprensning bør, som ved klippekyster, kun anvendes i særlige tilfælde. Opsamling af afrenset olie samt etablering af spærringer sker på samme måde som ved de øvrige kysttyper.

#### 12.14. Øer og holme m.m.

I det danske havområde findes et stort antal ubeboede øer, holme, rev og rønner. De er gode ynglesteder for flere arter af ænder, vadefugle, måger og terner. Flere af disse fugle hører til vore mest sjældne.

Øer med stenrev og sandrevler benyttes ligeledes af sæler som tilholdssted i yngleperioden og under pelsfældning.

Både fugle og sæler har brug for så megen ro på ynglepladserne som muligt.

Ved oprensning for olie på sådanne steder er det derfor vigtigt at tage hensyn til dyrene ved at nøjes med at rense, hvor det er mest nødvendigt, og færdes så få som muligt i områderne.

For at hindre sælunger bliver indsmurt i olie, kan større, forurenede sten skrubbes rene eller vendes, så den rene side kommer opad.

##### 12.14.1. Rensning af øer og holme m.m.

Rensningen af øer og holme foretages som beskrevet under de respektive kysttyper. Der skal dog tages et udstrakt hensyn til dyrelivet på disse lokaliteter som beskrevet ovenfor.

#### 12.15. Rapportering om forureningens omfang

I forbindelse med rekognoscering af en kyststrækning ved en forurening i kystnært farvand, anvendes nedenstående Tabel 12 af Beredskabsstyrelsens personale ved rapportering af forureningsgraden for den pågældende kyststrækning til den landbaserede lokalledelse.

Disse informationer videregives af den lokale ledelse på land til den udpegede områdeleder til søs, som normalt er et miljøskib. Disse informationer fra land videregives til områdelederen enten på radio eller telefon.

**Tabel 12: Kode for forureningsgrad, farvemarkering på kort, forureningens omfang på kysten og forureningens omfang på vandet i kystzonen Jf. Beredskabsstyrelsens rapporterings til den landbaserede ledelse**

| Kode for forureningsgrad | Farvemarkering på kort | Forureningens omfang på kysten.                                                        | Forureningens omfang på vandet i kystzonen                                                                                                                        |
|--------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                        | INGEN                  | Ingen olie                                                                             | Ingen olie                                                                                                                                                        |
| 1                        | BLÅ                    | Ringe oliemængde.<br>Klumper på op til 5 cm i diameter, højst 2 stk. per kvadratmeter. | Ringe oliemængde.<br>Oliefilm eller enkelte klumper på op til 5 cm i diameter højst en meter ude i vandet regnet fra strandlinien. Højst 2 stk. per kvadratmeter. |
| 2                        | ORANGE                 | Tyndt olielag eller klumper på op til 5                                                | Tyndt olielag eller klumper på op til 5                                                                                                                           |

|   |      |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                             |
|---|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |      | cm tykkelse og diameter på op til 30 cm. Højst 2 stk. pr. kvadratmeter.                                                                              | cm tykkelse og diameter på op til 30 cm højst 1 meter ude i vandet regnet fra strandlinien. Højst 2 stk. per kvadratmeter.                                                                                  |
| 3 | RØD  | Sammenhængende olielag 1-2 cm tykt eller klumper tyk- kere end 5 cm og med en udstræk- ning på ca. 0,5 kvadratmeter. Højst 1 klump per kvadratmeter. | Sammenhængende olielag 1-2 cm tykt eller klumper tyk- kere end 5 cm og med en udstræk- ning på ca. 0,5 kvadratmeter højst 1 meter ude i van- det regnet fra strandlinien. Højst 1 klump per kva- dratmeter. |
| 4 | BRUN | Sammenhængende olielag på 2 –10 cm tykkelse eller tæt ansamling af klumper på 5-10 cm tykkelse.                                                      | Sammenhængende olielag på 2 –10 cm tykkelse eller tæt ansamling af klumper på 5-10 cm tykkelse op til 5 meter ud i van- det regnet fra strandlinien.                                                        |
| 5 | SORT | Sammenhængende olielag på mere end 10 cm tykkel- se eller tæt ansam- ling af klumper på mere end 10 cm tykkelse.                                     | Sammenhængende olielag på mere end 10 cm tykkel- se eller tæt ansam- ling af klumper på mere end 10 cm tykkelse. Forureningen strækker sig mere end 5 meter ud i vandet regnet fra strandlinien.            |

### 13. Fremme af den biologiske nedbrydning af olie

Ved oliespild er det som regel kun en lille del af olien, der fjernes ved traditionelle fysiske oprens- ningsmetoder; en stor del af olien enten fordamper, eller ligger tilbage nedsivet i kystmaterialet eller i havet. Denne olie vil med tiden ved naturlige processer blive nedbrudt. En stor del af denne nedbrydning kan tillægges mikroorganismer.

Den mikrobielle nedbrydning kan fremmes på forskellige måder, og det kan i nogle tilfælde vælges enten at anvende mikrobiel rensning som efterrensning eller som den eneste rensningsmetode, eventuelt fordi den i nogle tilfælde vil være den mest skånsomme. En større mekanisk oprensningsaktion i et marskområde må fx forventes at gøre større skade på vegetationen end olien i sig selv vil gøre. Det vil dog afhænge bl.a. af spildets størrelse og olietypen, hvordan oprensningen skal gribes an i det konkrete tilfælde. Normalt vil fremme af den mikrobielle nedbrydning af olien udgøre den afsluttende rensning, der følger efter en mekanisk rensning, hvor så meget som muligt af olien er fjernet ved fx skrabning eller spuling.

I dette kapitel beskrives den mikrobielle nedbrydning af oliekulbrinter, og der angives nogle retningslinier for, hvordan man ved en olieforurening kan vurdere, om det vil være en hensigtsmæssig løsning at fremme den biologiske nedbrydning, samt hvordan en sådan indsats kan gribes an. Der kan ikke gives universelle råd, idet den mikrobielle nedbrydning af olien afhænger af mange forhold, blandt andet den aktuelle kysttræknings opbygning, hvor udsat den er for overskylning m.m.

Processen betegnes i det følgende også som biologisk nedbrydning eller oprensning.

En vigtig del af oprensning ved fremme af den biologisk oprensning af olieforurening er planlægning og monitorering af oprensningen, således at der hele tiden er overblik over forløbet, og der er mulighed for at korrigere behandlingen.

### **13.1. Naturlig biologisk nedbrydning af olieforurening**

Det vurderes, at størsteparten af den olie, der spildes i havet, nedbrydes ved naturlige biologiske processer, og at det er mikroorganismer, der står for langt den største del af nedbrydningen.

Mikroorganismer, der er i stand til at nedbryde olie, findes alle steder i havmiljøet og på kysterne. Det vurderes, at det fortrinsvis er bakterier, der er aktive ved nedbrydningen af oliekulbrinter i det marine miljø. I områder, hvor der jævnligt er olieforureninger eller ligefrem en kronisk olieforurening, er tætheden af olienedbrydende bakterier stor. Der er ikke nogen enkelt stamme af bakterier, der er i stand til at nedbryde alle bestanddelene af en råolie, men nedbrydningen foregår successivt med medvirken af en lang række arter.

#### **13.1.1. Hvilke bestanddele af råolien kan nedbrydes af bakterier?**

Bestanddelene af en råolie kan opdeles i nogle hovedfraktioner efter den kemiske sammensætning. Disse bestanddele er mere eller mindre modstandsdygtige over for biologisk nedbrydning.

##### *13.1.1.1. Mættede kulbrinter*

Ligekædede kulbrinter (n-alkaner) med en kædelængde på mellem 10 og 26, er nogle af de forbindelser i råolie, der nedbrydes hurtigst ved bakterielle processer. Forgrenede alkaner er mere modstandsdygtige overfor bakteriell nedbrydning og cyklo-alkaner er særligt modstandsdygtige overfor bakteriell nedbrydning. Ligekædede alkaner med få kulstofatomer (under 10) i kæden, er giftige over for mikroorganismer, og sådanne forbindelser hæmmer derfor den biologiske nedbrydning.

##### *13.1.1.2. Aromatiske kulbrinter*

Aromatiske kulbrinter er generelt mere modstandsdygtige overfor mikrobiel nedbrydning end de mættede kulbrinter. Monoaromatiske kulbrinter, fx benzen, er giftige overfor mikroorganismer bl.a. fordi de opløser cellevæggen. I lave koncentrationer, er disse forbindelser dog bakterielt nedbrydelige. Aromatiske forbindelser med flere ringe er mindre giftige overfor bakterier, men bionedbrydeligheden falder med stigende antal ringe.

##### *13.1.1.3. Resiner og asfaltener*

Sådanne forbindelser er svært tilgængelige for mikrobiel nedbrydning. Forbindelserne har været betragtet som biologisk »unedbrydelige«, men nyere undersøgelser tyder dog på, at sådanne forbindelser undergår en vis biologisk nedbrydning.

Sammenfattende er nedbrydeligheden af olieculbrinter faldende i følgende rækkefølge: Lige-kædede alkaner (n-alkaner), forgrenede alkaner, aromatiske forbindelser med lav molekylvægt, cykliske alkaner.

Dette mønster er dog ikke almen-gyldigt, og den biologiske nedbrydning af ellers svært nedbrydelige forbindelser kan fremmes ved tilstedeværelsen af andre olieforbindelser. Der findes pt. ikke databaser, der angiver, i hvilken udstrækning olier er biologisk nedbrydelige og hvor hurtigt nedbrydningen forløber.

### **13.1.2. Forhold af betydning for den biologiske nedbrydning af olie**

Som nævnt ovenfor har oliens sammensætning en væsentlig betydning for, i hvilket omfang olien kan nedbrydes ved biologiske processer. Den biologiske nedbrydning påvirkes dog i meget væsentligt omfang af andre forhold, herunder temperaturen, tilstedeværelsen af næringssalte og ilt.

Også den omdannelse af olien, der sker umiddelbart efter spildet, har betydning for den biologiske nedbrydning. Fordampningen af de giftige, lettere fraktioner, kan øge bionedbrydningen, mens dannelse af vand-i-olieemulsioner, generelt hæmmer den biologiske nedbrydning. Fotooxidation kan medvirke til dannelsen af kulbrinter, der er lettere opløselige i vand og dermed lettere tilgængelige for biologisk nedbrydning ved mikroorganismer.

Generelt øges hastigheden af den mikrobielle nedbrydning af olien med stigende temperaturer, ligesom stigende iltindhold også øger nedbrydningen af olie ved biologiske processer. Nedbrydning af olie ved iltfattige forhold, fx af olie, der er begravet i bundmaterialet eller på kyster med finkornet materiale, sker generelt meget langsomt.

Kvælstof og fosfor er nødvendige for at den biologiske nedbrydning kan foregå. Typisk medgår der omkring 70 gram kvælstof og 7 gram fosfor til biologisk nedbrydning af 1 kg olie. Udspredning af kvælstof- og fosforsalte kan derfor øge hastigheden af den biologiske nedbrydning.

Tilstedeværelsen af mikroorganismer, der kan nedbryde olieculbrinter, er i sagens natur den væsentligste forudsætning for, at nedbrydning kan finde sted. Generelt findes olienedbrydende organismer overalt i havet og på kysterne, og de vil opformeres, når der tilføres olie.

Principielt kan den biologiske oprensning fremmes ved enten at tilføre store mængder olienedbrydende mikroorganismer eller ved at sørge for, at der bl.a. ilt og næringssalte til stede i det nødvendige omfang – eller begge dele.

På baggrund af adskillige gennemførte forsøg, anses det ikke for nødvendigt at tilføre specielle olienedbrydende mikroorganismer. De tilførte organismer vil som oftest alligevel blive udkonkurreret af de mikroorganismer, der allerede er i området, og som er tilpasset forholdene på stedet. Derfor bør oprensning ved hjælp af mikroorganismer ske ved at optimere forholdene for de mikroorganismer, der allerede findes i området. Det følgende er således baseret på, at den naturlige biologiske nedbrydning stimuleres. Dette kan først og fremmest ske ved tilførsel af næringssalte.

### **13.2. Anvendelse af biologisk oprensning**

Som nævnt ovenfor, anses det for at være mere hensigtsmæssigt at stimulere den naturlige bestand af mikroorganismer i et forurenede område frem for at tilføre mikroorganismer, der kan nedbryde olieculbrinter.

Ved en vurdering af, om det ved en olieforurening er hensigtsmæssigt at fremme den naturlige nedbrydning af olieculbrinterne, bør der lægges en plan for, hvordan denne oprensning skal gribes an. Da biologisk oprensning ikke er noget, der gennemføres fra den ene dag til den anden, men kan tage måneder, er der tid til at tilrettelægge den biologiske oprensning. Samtidig vil biologisk oprensning være en metode, der anvendes efter en første mekanisk oprensning.

På baggrund af et større litteraturstudie, har den amerikanske Miljøstyrelse, EPA, opstillet retningslinier for, hvordan biologisk oprensning kan tilrettelægges, samt hvordan det kan vurderes, om biologisk oprensning er en hensigtsmæssig oprensningsmetode i det givne tilfælde.

Af disse retningslinier fremgår det, at følgende punkter er væsentlige i forbindelse med biologisk oprensning.

- 1) Vurdering af om biologisk oprensning er anvendelig i det givne tilfælde
- 2) Planlægning af den biologiske oprensning
- 3) Gennemførelse overvågning og afslutning af den biologiske oprensning

### **13.2.1. Vurdering af om biologisk oprensning er anvendelig**

Det første, der skal gennemføres er at vurdere, om forureningen, kysten m.m. i det hele taget er egnet til gennemførelse af biologisk oprensning.

Ved vurdering af om biologisk oprensning er anvendelig i det givne tilfælde indgår en bedømmelse af olietype og oliekoncentrationen i kystmaterialet, det naturlige indhold af næringssalte, kysttype og andre faktorer, fx om der tidligere har været oliespild, årstiden m.m.

#### *13.2.1.1. Olietype*

Som beskrevet ovenfor, er det de lettere fraktioner af en olie, der er mest tilgængelige for biologisk nedbrydelige. Der kan ikke opstilles faste retningslinier for hvilke olier det er hensigtsmæssigt at udsætte for biologisk oprensning, men forsøg har vist, at olier med en massefylde på over 30 grader API (se afsnit 6.3.3. ) må betragtes som biologisk let nedbrydelige, mens olier med en massefylde på under 20 grader API er langsomt nedbrydelige. Det er således de lette råolier, der generelt kan betragtes som forholdsvis let nedbrydelige ved anvendelse af biologisk oprensning, mens de tunge olier kun langsomt vil blive nedbrudt.

Forsøg har vist, at rester af spild af brændstoffer er tilgængelige for biologisk nedbrydning i varierende omfang. Således nedbrydes rester af jetbrændstof hurtigere end rester af fyringsolie, der igen nedbrydes hurtigere end rester af dieselolie. Rester er i dette tilfælde den del af et spild af de givne produkter, der er tilbage efter fordampning og udsættelse for ophold i havet.

Dannelse af vand-i-olie-emulsioner hæmmer muligheden for biologisk nedbrydning, idet iltransporten ind i emulsionen, er meget ringe.

Hvis der er tale om et spild af lette olieprodukter som fx benzin, vil biologisk oprensning ikke være aktuel, idet produktet normalt vil fordampe hurtigt.

#### *13.2.1.2. Olieindhold i kystmaterialet*

Olieindholdet i kystmaterialet har betydning for, om det er en fordel at fremme den biologiske nedbrydning. Meget lave indhold af olie i kystmaterialet synes ikke at blive nedbrudt væsentligt hurtigere ved tilsætning af næringssalte. Det må også antages, at det naturlige indhold af næringssalte ikke er nogen begrænsende faktor, når der kun er lidt olie i kystmaterialet, hvorfor tilsætning af næringssalte vil være overflødig og i værste fald skadelig. Ved meget lave olieindhold er det derfor bedre at lade den naturlige nedbrydning stå for rensningen.

Store koncentrationer af olie hæmmer væksten af de olienedbrydende bakterier på grund af de giftige forbindelser olien indeholder. Meget høje indhold af olie i kystmaterialet vil på den anden side hæmme den biologiske nedbrydning, hvorfor anvendelse af biologisk oprensning i sådanne tilfælde ikke er hensigtsmæssig. Som efterrensning efter en mekanisk oprydning kan biologisk oprensning imidlertid være en løsning.

#### *13.2.1.3. Det naturlige indhold af næringssalte*

Tilførsel af næringssalte til kystmaterialet er den primære strategi til fremme af den biologiske nedbrydning af olien. Hvis der allerede naturligt forekommer næringssalte i tilstrækkeligt omfang, vil en yderligere tilførsel af næringssalte ikke have nogen væsentlig indflydelse.

Undersøgelse af kvælstofindholdet i porevandet i kystmaterialer er derfor af betydning for at vurdere, om nedbrydningen af olien kan stimuleres ved tilførsel af yderligere kvælstof. Undersøgelser har vist,

at et kvælstofindhold på mellem 5 og 10 mg per liter vand er tilstrækkeligt til at opretholde en optimal nedbrydning af oliekulbrinterne. Desuden må det vurderes, eventuelt måles, om der er en stadig tilførsel af næringssalte til området, idet saltene ellers vil forbruges, og den biologiske nedbrydning vil foregå langsommere.

Det indhold af fosfor, der skal til, for at bakterier har en optimal vækst, er omkring en femtedel til en tiendedel af indholdet af kvælstof. Det vil sige et indhold i porevandet i kystmaterialet på mellem omkring 0,5 mg og 2 mg pr. liter vand.

#### *13.2.1.4. Kysttype*

Ved en vurdering af, om biologisk oprensning vil have en væsentlig indflydelse på olie fjernelsen, skal kysttypens karakter undersøges nærmere.

Klippekyst, der udsættes for bølger, vil forholdsvis hurtigt blive rensed ved naturlige processer, og anvendelse af næringssalte til at fremme den biologiske nedbrydning er stort set umulig, eftersom næringssaltene hurtigt vil blive vasket væk.

På højenergikyster, fx sandstrande udsat for stor bølgepåvirkning og tidevand, vil tilsatte næringssalte ligeledes hurtigt skylles bort. Undersøgelser har dog vist, at lavenergikyster, der udsættes for tidevand, med fordel – når ellers de øvrige betingelser er opfyldt – kan renses ved biologiske oprensningsmetoder, idet næringssaltene kun i begrænset omfang udvaskes med tidevandet.

Imidlertid er der nogle af de karakteristika, der gør lavenergikyster velegnede til biologisk oprensning set ud fra et næringssaltsynspunkt, der gør dem uegnede til biologisk oprensning med hensyn til andre væsentlige faktorer. Først og fremmest er iltforholdene mere favorable på højenergikyster, hvor bølgebevægelsen vil sørge for, at der hele tiden blandes ilt i vandet. Det iltrige vand kan ved bølgebevægelsen trænge ned i sedimentet og kystmaterialet og til stadighed udskifte iltfattigt vand. Ved tidevandskyster uden stærk bølgepåvirkning, vil tidevandet være den væsentligste kilde til iltforsyningen i sedimentet og kystmaterialet. Denne vil så ske langsommere, mens der ikke vil ske en så voldsom udvaskning af næringssalte.

Påvirkningen af kysten med hensyn til udvaskning og iltforsyning af sedimenter og kystmateriale må derfor nøje vurderes, ligesom det i overvejelser om brug af næringssalte til fremme af den biologiske olie-nedbrydning må indgå overvejelser om, hvorvidt der på det forurenede område af kysten er tilstrækkeligt med fugt eller vand til at nedbrydningen af olien kan ske, idet den biologiske nedbrydning altovervejende sker på grænsefladen mellem olien og vand.

#### *13.2.1.5. Kystmaterialet*

Der er med succes gennemført biologisk oprensning af en række forskellige kysttyper. Kystmaterialet har dog stor indflydelse på, hvilket resultat, der opnås. Det er først og fremmest stenkyster, grus- og sandkyster samt marskområder, der er egnede til biologisk oprensning.

Ved oprensning af en sandstrand med et lavt olieindhold, vil det som regel være uden betydning at tilføre næringssalte, idet det naturlige indhold af næringssalte normalt er tilstrækkeligt til at forsyne bakterierne. Undersøgelser har fx vist, at nedbrydningshastigheden af et olieindhold på 0,3 procent i en sandstrand ikke øges væsentligt ved tilførsel af næringssalte. Derimod havde næringssalttilførsel en væsentlig fremmende virkning ved et olieindhold på 3 procent på samme strand.

Omvendt var tilfældet ved tilførsel af næringssalte i et olieforurenede marskområde. Ved et olieindhold på 0,3 procent havde næringssalttilførselen en væsentligt fremmende betydning for nedbrydningen, mens tilførsel af næringssalte ikke havde nogen betydning ved et olieindhold på 3 procent i et marskområde. Dette kan tilskrives, at der generelt er behov for næringssalte i et marskområde, idet der til stadighed sker en stor nedbrydning af organisk materiale, hvorfor der sås en tydelig virkning ved den lave oliekoncentration.

Ved den høje oliekoncentration i marskområdet havde næringssalttilførelsen imidlertid ingen betydning, idet der ved denne oliekoncentration opstod iltmangel i kystmaterialet, og bakterierne var derfor ikke i stand til at drage nytte af den øgede mængde næringssalt.

Disse eksempler viser, at kysttypen og de lokale forhold meget nøje skal vurderes, når det overvejes at anvende biologisk oprensning.

Kornstørrelsen af kystmaterialet har også en betydning. Groft sand tillader lettere ilt at passere ned i kystmaterialet, mens silt er meget tæt overfor ilt passage.

#### 13.2.1.6. *Temperatures betydning*

Olienedbrydende bakterier kan nedbryde olie selv ved lave temperaturer. Nedbrydningshastigheden falder imidlertid med faldende temperatur, og den biologiske olienedbrydning på en frosen strand vil næsten være gået i stå.

Biologisk nedbrydning vil også hæmmes af, at de lette og giftige oliefraktioner ved lave temperaturer vil være længere tid om at fordampe.

Fremme af den biologiske nedbrydning er derfor mest hensigtsmæssig at gennemføre i den varme tid af året, men kan også foretages om vinteren, såfremt kystmaterialet ikke er frosset gennem længere perioder.

#### 13.2.1.7. *Tidligere olieforureninger*

Hvis der tidligere har været olieforurening i et område, vil der i nogle tilfælde allerede være et forøget antal mikroorganismer, der kan nedbryde kulbrinter. Sådanne områder vil derfor ofte – såfremt de øvrige betingelser i øvrigt er opfyldt – være velegnede for oprensning ved biologiske metoder.

I Tabel 13 er der en sammenfatning af forhold, der skal tages i betragtning ved en vurdering af, om der skal gennemføres en biologisk oprensning.

**Tabel 13: Oversigt over de vurderinger og undersøgelser, der skal gennemføres som beslutningsgrundlag for iværksættelse af biologisk oprensning.**

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vurdering af olietype                                          | Lette olietyper med en massefylde på over 30 grader API er relativt biologisk nedbrydelige, mens olier med en massefylde under 20 grader API er svært nedbrydelige.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Vurdering af olieindholdet i kystmaterialet                    | Højt indhold af olie hæmmer nedbrydningen. Olieindhold op til 80 gram per kg kystmateriale har vist sig at kunne nedbrydes ved fremme af den biologiske nedbrydning. Muligvis kan der nedbrydes olie i kystmateriale med langt højere olieindhold hvis fx olien ligger i mindre klumper.                                                                                                                                                                          |
| Vurdering af nærings-saltindholdet i kystmaterialet            | Kvælstofindholdet i porevandet i kystmaterialet undersøges. Hvis det ligger på 5- 10 mg kvælstof per liter vand, og denne koncentration er konstant, er det ikke sikkert, at den biologiske nedbrydning kan fremmes ved tilsætning af næringssalte, da højere koncentrationer af kvælstof ikke nødvendigvis øger nedbrydningshastigheden. I nogle tilfælde har det dog vist sig at højere koncentrationer end 5-10 mg kvælstof per liter vand øger nedbrydningen. |
| Vurdering af om kysttypen er velegnet for biologisk oprensning | Nogle kysttyper egner sig ikke for biologisk oprensning fx på grund af for stor bølgeenergi og udvaskning af tilsatte næringssalte, eller på grund af utilstrækkelig ilttilførsel fx ved større olieindhold i marskområder                                                                                                                                                                                                                                        |
| Vurdering af temperaturforhold                                 | Biologiske oprensning kan gennemføres året rundt. Metoden er dog ikke anvendelig under længerevarende frostpe-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | rioder, hvor kystmaterialet er frosset. Nedbrydningen foregår hurtigst i sommerhalvåret.                                                                                                                            |
| Tidligere olieforureninger i området | Tidligere olieforureninger i området kan betyde, at der findes en forøget mængde olienedbrydende bakterier ved kysten. Tilstedeværelsen af den forøgede mængde bakterier medføre en hurtigere nedbrydning af olien. |

### 13.2.2. Planlægning af den biologiske oprensning

Hvis de ovennævnte undersøgelser og vurderinger peger på, at der med fordel kan gennemføres en biologisk oprensning, bør denne indledes med udarbejdelsen af en plan for det nærmere forløb.

Denne plan bør indeholde følgende elementer:

- 1) Udvalgelse af velegnet næringssaltprodukt
- 2) Fastlæggelse af den mængde, der skal udspreddes, samt plan for udspreddingen af næringssaltet
- 3) Prøvetagnings- og overvågningsprogram

#### 13.2.2.1. Udvalgelse af velegnet næringssaltprodukt

De specifikke forhold på den aktuelle kyst er bestemmende for, hvilken type næringssaltkilde, der skal vælges. Det skal vurderes, om der ved anvendelsen kan ske skader på miljøet, eller om anvendelsen kan føre til uønskede bivirkninger. Anvendelse af organisk baserede næringssalte har ved forsøg givet anledning til frigivelse af ammoniak, der udover at hæmme nedbrydningen af olien også udøver en giftvirkning i vandmiljøet.

Det skal vurderes, om der skal anvendes et coated middel, der kun tillader en langsom frigivelse af næringssaltene, eller om dette ikke er nødvendigt. Det er ved forsøg konstateret, at visse coatede produkter ikke frigiver tilstrækkelige mængder næringssalte i koldt vejr, hvorfor det er vigtigt at have alle nødvendige specifikationer på det anvendte middel. Anvendelse af et middel med en overflade, der binder sig til olie frem for til vand kan være en fordel.

På baggrund af forholdene på kyststrækningen, herunder tidevandsforhold, bølgeenergi og kystmateriale udvælges en egnet næringssaltkilde. For en nærmere diskussion af mulighederne for næringssaltkilder kan der henvises til litteraturen ligesom markedet kan undersøges.

#### 13.2.2.2. Fastlæggelse af den nødvendige næringssaltmængde

Der findes ikke nogen fast standardmængde, der skal udspreddes for at opnå optimal biologisk nedbrydningshastighed. Nedbrydningen af olien foregår i grænsefladen mellem oliepartiklerne og det vand, der i kystmaterialet omgiver oliepartiklerne. Undersøgelser har vist, at en koncentration på omkring 5-10 mg kvælstof per liter vand giver en tilfredsstillende nedbrydning. Opretholdelsen af en konstant koncentration af kvælstof i porevandet har afgørende betydning for nedbrydningen. Selvom det teoretiske forbrug af kvælstof til nedbrydning af en given oliemængde kan beregnes, kan det være svært at estimere ændringer i kvælstofkoncentrationen. Det tilsatte næringssalt vil muligvis blive fortyndet af tidevand og delvist udvasket, ligesom udstømmende grundvand og kraftig nedbør, kan føre næringssaltene ud i havet. Derfor skal den optimale næringssaltkoncentration så vidt muligt konstant opretholdes.

Ved tilsætning af næringssalte i flydende form må der ved doseringen tages hensyn til den fortynding, der sker i kystmaterialet. Ved nogle forureninger er der således anvendt koncentrationer af kvælstof ved udspreddingen på omkring 100 gange den optimale værdi i porevandet, det vil sige op til 1 gram kvælstof per liter vand.

#### 13.2.2.3. Udspreddningsfrekvens

Ved nogle kyster kan tilførte næringssalte blive udvasket på en dag ved højvande og bølgeaktivitet, mens næringssalte på beskyttede kyststrækninger med ringe tidevand kan blive i kystmaterialet i flere

uger. Da det er vigtigt at opretholde den optimale koncentration af næringssalte i porevandet, må det for den enkelte kyststrækning vurderes, hvor ofte tilførsel af næringssalte er nødvendigt. Vurderingerne bør underbygges af målinger af det aktuelle indhold flere steder på det pågældende kystområde. Ved anvendelse af produkter, der kun langsomt frigiver saltene, kan der være længere mellem udspreddingerne stadig afhængig af bølgeaktiviteten.

Næringssaltene kan udspreddes med håndsprøjte eller fra et køretøj alt afhængig af kystens tilgængelighed.

Den mest simple måde at tilføre næringssalte til de forurenede områder, er at udsprede granulat ved lavvande. Anvendelse af granuleret næringssalte vurderes at være den billigste måde at fremme den biologiske olienedbrydning på. Granulatet kan, afhængig af det forurenede områdes størrelse og karakter, spredes med hånddrevne spredere eller fra almindelige traktordrevne gødningsspredere. Hvis der anvendes udspredding af opløste næringssalte, skal der bringes en del materiel til kysten, fx blandetanke, rør, slanger, pumper og sprinklere.

Uanset spredningsmåden, må doseringen beregnes med henblik på at opretholde den optimale koncentration i porevandet, og beregningerne må underbygges af jævnlige analyser af kvælstofindholdet i porevandet.

Nedbrydningen af oliekulbrinter kan fremmes ved jævnlig harvning af fx en sandstrand. Herved blandes det olieforurenede sand med det næringssaltholdige porevand samtidig med at der føres ilt ned i kystmaterialet. Det skal undgås, at olien ved denne behandling føres længere ned i kystmaterialet, og harvning og lignende behandling bør ikke bruges i marskområder, da harvning her kan medføre, at kysten nedbrydes.

### 13.2.3. Prøvetagnings- og overvågningsplan

For at se om den biologiske nedbrydning fremmes af tilsætning af næringssalte og for at have mulighed for at justere og korrigere tilsætningen af næringssalte, bør der før den biologiske oprensning påbegyndes, udarbejdes en plan for, hvordan oprensningen kan følges.

I denne plan skal der indgå afsnit om prøvetagning og analyse, ligesom planen skal fastlægge journalføring med hensyn til udspredding af næringssalte og øvrig gennemførelse af oprensningen.

De parameter, der kan analyseres for, er angivet i Tabel 14. Afhængig af det forurenede områdes størrelse og de tilgrænsende områders biologiske sårbarhed, kan analyseprogrammet begrænses. De parametre, der er mærket med en stjerne, bør der dog i alle tilfælde analyseres for.

Tabel 14: Parametre, der kan analyseres for ved gennemførelse af biologisk oprensning. Markering med stjerne betyder, at analyser bør gennemføres i alle tilfælde.

|                                    |
|------------------------------------|
| *Opløst kvælstof i porevand        |
| Opløst fosfor i porevand           |
| *Resterende olie                   |
| Opløst ilt                         |
| Porevand pH                        |
| Mikrobielle population             |
| Metabolske aktivitet               |
| *Toksicitet af den resterende olie |
| Toksicitet af porevand             |
| Bioakkumuleringspotentiale         |

Ved hjælp af analyseresultaterne korrigeres behandlingen, så kvælstofkoncentrationen så vidt muligt holdes på et optimalt niveau.

Der bør så vidt muligt efterlades et referenceområde, der ikke undergår nogen behandling, således at virkningen af næringssalttilsætningen kan følges. De samme analyser gennemføres for dette område som for det behandlede. Dette område bør efterfølgende saneres.

Der skal udarbejdes en prøvetagningsplan der statistisk tager højde for den ofte meget uensartede spredning af olien ud over området som en olieforurening sædvanligvis efterlader. Der skal ved prøvetagningsplanen tages hensyn til, at olieforureningen også vertikalt kan være meget uensartet spredt.

Et tilstrækkeligt fintmasket prøvetagnings- og analyseprogram er nødvendigt for at kunne bedømme, hvordan oprensningen forløber samt til at afgøre, hvornår behandlingen skal afsluttes. De vil være uforholdsmæssigt dyrt at fortsætte behandlingen til al olie er nedbrudt. En vis mængde må efterlades til naturlig nedbrydning.

Med hensyn til gennemførelse af vurderinger af, hvordan analyseresultater under behandlingen skal fortolkes, samt hvordan disse data mest hensigtsmæssigt kan behandles, henvises der til faglitteratur. Her vil man kunne finde beskrivelser af, på hvilket grundlag det kan afgøres, hvornår en biologisk oprensning må betragtes som afsluttet. Der kan specielt henvises til den førnævnte vejledning fra den amerikanske miljøstyrelse (US Environmental Protection Agency). I denne findes der tillige adskillige referencer.

Biologisk oprensning kan tage fra måneder op til omkring et år. Oprensning af områder med særligt store oliekoncentrationer kan tage endnu længere tid.

#### **14. Ilanddrevne tromler m.v.**

##### **14.1. Ilanddreven tromler, beholdere, kasser og lignende strandingsgods**

I beredskabsplanen bør der udover de i kapitel 3 angivne retningslinier også indgå retningslinier for de foranstaltninger, der skal iagttages ved ilanddrivning fra havet af beholdere eller lignende.

Disse kan inddeles i følgende 3 kategorier efter deres indhold:

- a) Miner, bomber og andre sprængstoffer og ammunition.
- b) Beholdere, hvis indhold er ukendt og eventuelt kan være farligt.
- c) Beholdere, hvis indhold umiddelbart kan fastslås.

I alle tilfælde skal fund af ilanddrevne beholdere m.v. anmeldes til det stedlige politi, der i henhold til strandingslovgivningen skal tage stilling til, hvorledes der ejermæssigt og i relation til bjærgelønskrav skal forholdes med hensyn til godset.

Ad kategori a.

Såfremt der er tale om beholdere m.v. indeholdende ammunition og sprængstoffer, underrettes politiet, som foretager det videre fornødne i henhold til de for politiet gældende retningslinier. Eventuel uskadelig-gørelse af ammunition og sprængstoffer vil efter aftale mellem politiet og forsvaret blive foretaget af forsvaret, medens politiet forestår afspærring af området.

Ad kategori b.

Indtil der haves sikkerhed for, at indholdet ikke er eksplosionsfarligt, forholdes som anført under a. Det påhviler politiet at træffe de for den offentlige sikkerhed nødvendige foranstaltninger (afspærring) i de tilfælde, hvor indholdet kan tænkes at rumme en fare for mennesker, dyr og omgivelser, f.eks. på grund af dets giftighed eller brand-/sundhedsfare.

Den kommunale ledelse kan afhængig af situationen udtage prøver af indholdet for analyse ved Kemisk Beredskab i Beredskabsstyrelsen (besøgsadresse: Universitetsparken 2, 2100 Kbh. Ø) eller andet autoriseret laboratorium. Prøvetegningen planlægges med det valgte laboratorium og bør foretages af kompetent personale fra det kommunale redningsberedskab iført beskyttelsesudstyr tilpasset situationen. Hvis det rette udstyr ikke er til rådighed, kan der rettes henvendelse til Beredskabsstyrelsens regionale beredskabscenter. Viser analyseresultatet, at indholdet har farlige egenskaber, må der i samarbejde med politiet tages stilling til bortskaffelsen, herunder borttransporten. Den kommunale ledelse kan forinden rådføre sig

med f.eks. Kommunekemi a/s, Kemisk Beredskab i Beredskabsstyrelsen via kemikalieberedskabsvagten, giftlinien på Bispebjerg Hospital eller Miljøstyrelsen om transportmåde, eventuel midlertidig deponering og oprensning i tilfælde af lækage m.v.

I de tilfælde, hvor indholdet eller afsender/modtager fremgår af beholderens afmærkning, kan den kommunale ledelse overveje at tage kontakt med producenter eller importører af de pågældende stoffer. Disse vil normalt være i stand til at vurdere stoffets farlighed og eventuelt kunne påtage sig borttransporten med henblik på anvendelse af indholdet eller dets bortskaffelse på forsvarlig måde.

Udlevering af godset må kun finde sted, efter at der af politiet er taget stilling til spørgsmålet om sikkerhedsstillelse for bjærgelønskrav.

Hvis borttransporten kan eller må formodes at indebære risiko, bør der i samarbejde med politiet træffes de nødvendige foranstaltninger, f.eks. politieskorte, valg af transportform, -rute, -tid og færdselsregulering med henblik på at nedbringe risikoen mest muligt.

Farlige stoffer, der ikke er eksplosionsfarlige eller radioaktive, skal afleveres til den kommunale indsamlingsordning for farligt affald. Det fremgår af bekendtgørelse om affald nr. 1634 af 13. december 2006. Det er generelt kommunen, der skal anviser affald til behandling eller bortskaffelse, hvorfor det i alle tilfælde er hensigtsmæssigt at tage kontakt med kommunens affaldsansvarlige på et så tidligt tidspunkt som muligt.

Er indholdet ufarligt, kan beholderne efter samråd med politiet fjernes fra stranden.

Ad kategori c.

Såfremt indholdet må betegnes som farligt, forholdes der på samme måde som angivet for kategori b. Er indholdet ufarligt, kan beholderne efter samråd med politiet bortfjernes fra stranden.