



rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Räddningsverket

Miljöeffekter – utveckling av kriterier och metoder för bedömning av oljesanering på svenska stränder

Charlotte Lindgren
Akvatisk ekotoxikolog

Jonas Fejes
Projektledare, Marinbiolog

IVLs Oljejour

2004-04-07

U902

IVL

Organisation/Organization IVL Svenska Miljöinstitutet AB IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.	RAPPORTSAMMANFATTNING Report Summary
Adress/address Box 21060, 100 31 Stockholm	Projekttitel/Project title
Telefonnr/Telephone 08-598 563 00	Uppdragsgivare/Client Räddningsverket
Rapportförfattare/author Charlotte Lindgren Jonas Fejes IVLs Oljejour	
Rapportens titel och undertitel/Title and subtitle of the report Miljöeffekter – utveckling av kriterier och metoder för bedömning av oljesanering på svenska stränder	
Bibliografiska uppgifter/Bibliographic data Arkivnr U902	

Förord

Idag saknas bedömningsgrunder i Sverige för när en saneringsinsats efter oljeskada ska anses avslutad. Inga enhetliga riktlinjer förekommer för hur en vetenskaplig grundad bedömning skall göras. Oftast är det en avvägning mellan olika intressen där miljöintressen är en part. IVL Svenska Miljöinstitutet AB har på uppdrag av Räddningsverket utarbetat förslag till kriterier för bedömning av resultat av en saneringsinsats ur ett miljöperspektiv.

Målet med projektet har varit att för olika längs den svenska kusten förekommande strandtyper, utarbeta förslag till kriterier för bedömning av resultat av en saneringsinsats ur ett miljöperspektiv. Projektet är en ansats till att skapa en grund för att sakligt kunna avgöra när en saneringsinsats kan anses fullbordad. Kriterierna ska i förlängningen även kunna användas i den långsiktiga utvärderingen av oljeskador och saneringsinsatser och således utgöra en generell metod för uppföljning av oljeskador.

Sammanfattning

Varje saneringsinsats har en slutpunkt där sanering anses vara fullbordad. Beslutet att saneringen är fulländad grundar sig på olika avgöranden; miljömässiga och socio-ekonomiska effekter av oljespill, det drabbade områdets förmåga till naturlig återhämtning, effekter av olika saneringsmetoder och effekter av ökande stringenta saneringskriterier. Andra faktorer som påverkar beslutsprocessen är berörda myndigheters ansvar och roller samt allmänhetens uppfattning. Upprättande av kriterier för när en saneringsinsats anses fullbordad bör ses som ett viktigt steg för att tillhandahålla lämpliga saneringsstrategier och -taktiker vid saneringsoperationer.

Det finns ett antal metoder för att definiera kriterier för när en saneringsinsats ska bedömas som fullbordad. Som underlag till denna rapport har tidigare saneringsinsatser vid oljespill, som val av saneringsmetod och när saneringsinsatsen ansetts fullbordad, legat till grund. Generellt kan tillvägagångssättet delas in i fyra huvudkategorier. De internationellt mest förekommande standarder grundar sig på kvalitativa fältobservationer och typ av olja och/eller kvantitativ fältmätningar av mängd olja som nått land. Analytiska metoder som fastställer förekomsten eller frånvaro av oljekolväten kan användas för att mäta när sanering anses vara fullbordad, men detta förfarande kan vara komplicerad om andra källor för oljekolväten finns i påverkat område. Kemiska eller toxikologiska analyser kan utföras i laboratorium eller på fältprover men dessa är kostsamma, tar tid att analysera och kan vara opraktiska operationellt sett. Det fjärde tillvägagångssättet baseras på en bred utvärdering som innefattar kombination av miljö, social, ekonomisk och/eller kulturella faktorer, kvalitativa, kvantitativa och/eller beskrivande indikatorer.

Det finns idag inga internationella saneringskriterier, standarder eller processer för att bistå beslutsprocessen huruvida saneringsinsats anses fullbordad eller ej, trots att ett antal artiklar och guidelines har presenterats. Slutsatsen av detta är att det inte är möjligt att ha en okomplicerad metodik som är relativt enkel och praktisk, men ändå omfattande och allmänt användbar.

Resultat av denna studie visar hursomhelst en rad förslag på riktlinjer för att bistå upprättande av nationella metoder för bedömningar för att kunna avgöra, med kriterierna som grund, när saneringsinsatsen kan anses tillräcklig. De utarbetade metoderna ska kunna användas både för lång- och kortsiktiga uppföljningar. Metoderna ska kunna användas i fält under pågående saneringsinsatser och kan således inte innehålla tidskrävande analyser.

Tillämpbara kriterier för val av saneringsförfarande för olika strandtyper bör etableras i samverkan med ett åtgärdsprogram.

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
2	Syftet med kriterier och metoder för bedömning av oljesanering.....	6
2.1	Syfte.....	6
2.2	Bakgrund	6
3	Faktorer som verkar som beslutsstöd	7
3.1	Effekt av olja: ekologisk påverkan och stress	8
3.2	Effekt av olja: Socio-ekonomisk påverkan och stress	8
3.3	Grad av naturlig återhämtning.....	9
3.4	Effekt av saneringsinsats	9
3.5	Effekt av ökad grad saneringsåtgärd	9
3.6	Beslutsfattarnas roller och ansvar.....	10
3.7	Allmänhetens inställning kontra verklighet.....	10
3.8	Saneringskriterier för oljespill på land och till havs.....	10
4	Tekniker för att mäta om saneringen är tillräcklig eller ej.....	10
4.1	Kvalitativ fältobservation	11
4.2	Kvantitativ fältmätning.....	12
4.3	Analytisk metod.....	12
4.4	Kombinerad bedömning av flera faktorer	13
4.5	Sammanfattning.....	14
5	Varför krävs riktlinjer för fullbordad sanering?.....	16
6	Sveriges olika strandtyper	17
7	Oljesaneringsmetoder för olika strandtyper	20
8	Förslag till kriterier för hur en sanering ska kunna bedömas.....	26
8.1	Oljetyp	27
8.2	Oljemängd	27
8.3	Strandindex.....	29
8.4	Årstid	29
9	Förslag till tillämpbara kriterier för olika strandtyper.....	33
9.1	Exempel på användande av tillämpbara kriterier	33
10	Förslag på nationella metoder för bedömning av fullbordad sanering	38
11	Förslag till vidare utveckling	38
12	Referenser	40

1 Inledning

Upprättande av kriterier för att sakligt kunna avgöra när en saneringsinsats kan anses fullbordad är betydelsefullt och en viktig del i beslutsfattandet vid en saneringsoperation. Beslutet om lämplig slutpunkt när sanering anses tillräcklig är svår och omdebatterad och många diskussioner har kretsat kring frågan ”Hur rent är rent?”. Frågeställningen om när saneringsinsatsen anses tillräcklig är väsentlig eftersom den bestämmer nivån på operationen. Den är avgörande när det gäller mänsklig saneringsinsats och naturens egen förmåga att återhämta sig utan mänskligt ingripande.

Frågan om saneringsinsats, saneringsmetoder och standarder har ofta diskuterats nationellt och internationellt. Nyligen utgivna artiklar/rapporter i ämnet är bl.a. Owens and Sergy (2003), Baker (1997), Dicks et al. (2002), Michel and Benggio (1999), Tebeau (1995) och kustbevakningen i USA (US Coast Guard, USCG, 2002). Fastän ett flertal artiklar diskuterar förslag på olika riktlinjer gällande saneringsinsatser, finns inga internationella standarder eller förfarande framtagna för att bistå beslutsprocessen för lämplig nivå på saneringsinsats. Idag saknas bedömningsgrunder i Sverige för när en saneringsåtgärd efter oljeskada ska anses vara avslutad. Inga enhetliga tillämpbara riktlinjer förekommer för hur en ”vetenskaplig” grundad bedömning skall göras. Oftast är det en avvägning mellan olika intressen där miljöintressen är en part.

IVL Svenska Miljöinstitutet AB har på uppdrag av Räddningsverket tagit fram förslag till kriterier för bedömning av resultat av en saneringsinsats ur ett miljöperspektiv. Målet med projektet har varit att för olika längs den svenska kusten förekommande strandtyper, utarbeta förslag till kriterier för bedömning av resultat av en saneringsinsats. Projektet är en ansats till att skapa grund för att sakligt kunna avgöra när en saneringsinsats kan anses fullbordad. Kriterierna ska i förlängningen även kunna användas i den långsiktiga utvärderingen av oljeskador och saneringsinsatser och således utgöra en generell metod för uppföljning av oljeskador.

Projektet består av att ta fram förslag till kriterier för hur en sanering ska kunna bedömas ur kvalitetssynpunkt. Med kvalitet avses i sammanhanget *på vilket sätt och till vilken omfattning* kvarstående miljöpåverkan av oljeföroreningar föreligger. Förslag till kriterier skall utarbetas för olika strandtyper, där dessa strandtyper indelas på samma sätt som de beskrivs i Räddningsverkets saneringsmanual. Med kriterierna som grund ska sedan metoder för hur bedömningarna av när saneringsinsatsen kan anses tillräcklig tas fram. De utarbetade metoderna ska kunna användas både för lång- och kortsiktiga uppföljningar. Metoderna ska kunna användas i fält under pågående saneringsinsatser och kan således inte innehålla tidskrävande analyser.

I projektet tas hänsyn till de lika förutsättningar som föreligger runt Sveriges kuster i form av exempelvis salthalt, exponering, vattenomsättning, syrehalt etc.

Projektet omfattar följande arbetsmoment:

- 1) Identifiera förslag till kriterier för hur en sanering ska kunna bedömas ur kvalitetssynpunkt. Med kvalitet avses i sammanhanget på vilket sätt och till vilken omfattning kvarstående miljöpåverkan av oljeföroreningar föreligger.
- 2) Utarbeta förslag på tillämpbara kriterier för olika strandtyper (strandtyperna indelas enligt Räddningsverkets saneringsmanual).
- 3) Ta fram ett första förslag på nationella metoder för bedömningar för att kunna avgöra, med kriterierna som grund, när saneringsinsatsen kan anses tillräcklig. Metodikförslaget skall utgöra en första grund för nationell metodik för lång- och kortsiktiga uppföljningar av oljesaneringar.

2 Syftet med kriterier och metoder för bedömning av oljesanering

2.1 Syfte

Kriterier för bedömning när oljesanering anses tillräcklig är avsedda att:

- 1) Bistå saneringsledare och kommunens miljö och hälsa med planeringsunderlag för val av saneringsmetoder specifikt lämpade för ett område innan saneringsoperation påbörjas.
- 2) Fastställa när saneringsinsatserna (borttagande av olja, behandling och restaurering) anses tillräckliga så att saneringsledare vet när en operation ska avslutas.
- 3) Möjliggöra så att en inspektionsgrupp (kommunens miljö och hälsa eller annan delegerad, exempelvis saneringsledare) kan besluta om avslutning av saneringsinsats och avveckling av operationsgrupp.

2.2 Bakgrund

Oftast är det svårt att fatta beslut om när saneringsinsats anses tillräcklig eftersom det är en komplex fråga. Det beror till stor del på en rad olika faktorer med varierande intresse från nationella, regionala och lokala myndigheter, politiska grupper, media och den lokala befolkningen som lever i eller använder sig av påverkat område. Till följd av

detta är framtagande av saneringskriterier sällan rättfram och kräver ofta kompromiss baserad på praktiska erfarenheter för att undvika mer skada eller ingrepp än vad oljan själv orsakar.

Konceptet ”rent” har diskuterats av Baker (1997) som konstaterar att det inte finns någon konsensus gällande definitionen av termen. Genomförande av saneringsaktivitet baseras på objektiv bedömning av påverkat område, antingen genom att korta återhämtningstiden i påverkat område för att främja naturlig återhämtning eller restaurering till områdets tillstånd innan oljepåslag. Det senare alternativet tillämpas inte i så stor utsträckning förutom i situationer då påverkat område har starka miljömässiga eller ekonomiska intressen. I flertal fall lämnas oljan kvar för naturlig nedbrytning eller så tas oljan bort (borttagning av olja och behandling av området) eller så påskyndas de processer som vanligtvis förekommer naturligt för att återställa området till dess ursprungliga tillstånd på kortare tid än utan något ingripande (naturlig återhämtning). Naturlig återhämtning är ansedd som en acceptabel saneringsåtgärd om det inte föreligger några miljömässiga eller ekonomiska risker eller stressrelaterade faktorer under tiden oljan bryts ner.

Beslut om att påskynda biologisk nedbrytning bör vara baserat på de premisser att all typ av saneringsinsats skadar miljön. Konsekvenser av denna handling vägs mot förväntade fördelar (vinster) och kan värderas med s.k. miljö- och kostnadsnyttoanalys (Net Environmental Benefit Analysis, NEBA). Konceptet att väga fördelar med konsekvenser av olika saneringsåtgärder gjordes första gången 1990 för ett projekt i Prince William Sound, Alaska (Exxon Valdez-olyckan, 1989). Resultatet visade att föreslagna saneringsaktiviteter gav upphov till mer skada än nytta.

3 Faktorer som verkar som beslutsstöd

Beslutet om oljepåverkat område ska saneras eller inte, eller hur stor saneringsinsats som erfordras kräver en bedömning av troliga (1) miljömässiga och (2) socio-ekonomiska effekter av olja, (3) grad av naturlig återhämtning, (4) effekt av olika saneringsmetoder, (5) effekt av längre driven sanering. Andra faktorer som påverkar beslutsfattandeprocessen hur saneringsinsatsen ska drivas är (6) myndigheters och politiska gruppers roller och ansvar samt allmänhetens uppfattning. Varje faktor behandlas i detta avsnitt samt yttrande (7) om hur skadan uppfattas av allmänheten respektive experter och (8) skillnaden mellan saneringskriterier för olja på land och till havs.

3.1 Effekt av olja: ekologisk påverkan och stress

Oljeutsläpp utgör en risk för ekologisk påverkan, när koncentration av olja orsakar stress hos organismer som de inte snabbt kan återhämta sig ifrån. Detta inkluderar både kort- och långsiktiga effekter som exempelvis, reduktion av bottenlevande smådjurs (invertebrater) respiratoriska förmåga (kvävning) eller ökning av fåglars dödlighet genom inverta skador eller ihjälfrysning genom fågelskrudens förlorade isoleringsförmåga. Olja kan också ge upphov till en rad effekter på fortplantning, tillväxt och beteende. Lösta kolväten i vatten ger effekt ner till 1 µg/l på akvatiska organismer i vattenfasen, men 1 ml oljeprodukt per liter vatten brukar sättas som en nedre gräns för effekter. I sediment är gränsen ungefär vid 10 mg/kg (Patin, 1999). Akvatiska organismers känslighet för olja beror på vilket utvecklingsstadium organismen befinner sig i. Vid 1-100 mg/l (i vattenfasen) ger olja dödlig effekt på vuxna individer, medan en koncentration vid 0,01-1 mg/l ger dödlig effekt på yngre individer. Nivåerna är inte accepterade av alla, men är ett exempel på ett möjlig tillvägagångssätt för att tillämpa haltvärden för saneringskriterier.

Eftersom oljans effekter på organismer är så divers, kan det vara svårt att mäta och förstå oljans aktuella kortsiktiga skadan gentemot den potentiella långsiktiga konsekvensen och dessutom separera dessa effekter från ekosystemets naturliga variationen.

I sammanhanget bör det dock poängteras att olika oljor har skilda giftighet beroende på oljans ursprung och grad av raffinering. Raffinerade oljor som petroleumprodukter är akut giftiga i vatten för de lättaste fraktionerna. Vissa oljeprodukter kan dessutom innehålla tillsatser eller andra komponenter som i sig har toxiska effekter på lång eller kort sikt. Olja innehåller mer eller mindre flyktiga ämnen som när det tillförs till vatten snabbt förångas (halveringstid för bensen är exempelvis på 3-5 timmar). Även en biologiska nedbrytning sker av oljan som varierar beroende på årstid. Den dominerande nedbrytningsprocessen beror till stor del på vattentemperatur, blandningsförhållandena i vatten och mängden mikroorganismer. När oljan bryts ned reduceras effekten på miljön och kan till slut helt upphöra.

3.2 Effekt av olja: Socio-ekonomisk påverkan och stress

Effekter av olja på ekonomiska, rekreativa och sociala aktiviteter är i många fall lika svåra att bedöma som de miljömässiga. Några direkta konsekvenser som exempelvis stängning av en fartygsled, kan relativt noggrant beräknas fram utifrån historiskt underlag. Konsekvensen av att en strand med strandnära hotell får ett oljepåslag är mer svårbedömt. Hur mycket reduceras antal hotellgäster, serverade mål på restaurangen och annan service till följd av oljeutsläppet?

På liknande sätt är det svårt att bedöma konsekvensen av en oljepåverkad strandbank i fall det inte finns några signifikanta stressrelaterade miljö- eller ekonomiska indikatorer men ändå påverkas områdets estetiska värde som närboende värderar högt. På motsvarande sätt som vid bedömning av potentiella miljömässiga konsekvenser, kan de socio-ekonomiska effekterna variera från att en enskild fiskare påverkas till att det är frågan om en regional påverkan, exempelvis en hel fiskehamn måste stängas. Likaså kan tidsskalan variera från timmar till månader.

Definition av vad som är en lämplig nivå på saneringsinsats utifrån ett socio-ekonomiskt perspektiv har studerats av SSPA (SSPA, 2004).

3.3 Grad av naturlig återhämtning

Processerna och tidsskalan för naturlig återhämtning beror av hur effektiva de olika vädringsprocesserna är, som till exempel avdunstning, dispergering, erosion och nedbrytning. Ett försök att förutsäga den tid det tar för ett oljepåverkat område att återställas helt innefattar en uppskattning av vädringsprocessernas hastighet samt identifiering av vilken kondition ett påverkat område naturligt har. Områdets känslighet är relaterat till säsong beroende på ekosystem och ekonomiska aktiviteter. Oförutsedda faktorer är exempelvis naturkatastrofer som översvämningar eller orkaner. Biologiska och ekonomiska system är inte statiska och vid prognos om tänkbara effekter av oljespill måste områdets normala variation beaktas.

3.4 Effekt av saneringsinsats

Varje saneringsoperation av ett oljepåverkat område leder till skada i någon utsträckning, antingen av själva operationen i sig eller av transporter och underhåll. I flesta fall kan olja tas bort utan allt för stort ingrepp, men den tänkbara nettoskadan vid sanering ökar med minskad mängd olja. Vid beslutet om hur långt saneringsinsatsen ska drivas ställs vinsten av saneringen i relation till den negativa effekten som orsakas av själva saneringsarbetet. Denna bedömning kan göras utifrån en miljö- och kostnadsnyttoanalys.

3.5 Effekt av ökad grad saneringsåtgärd

Ju mer noggrann och intensiv saneringsinsats desto fler oundvikliga skador uppkommer till följd av operationen. Resurs- och kostnadsläget ökar ofta exponentiellt vilket leder till mer hårt åtgången sanering medan miljövinsterna minskar. Även flexibiliteten i beslutsfattandet minskar signifikant vid en ökad driven sanering, vilket leder till en ökad

användning av reglerande och legala parametrar, och där kompromisser blir mer komplexa och ofta riskfyllda.

3.6 Beslutsfattarnas roller och ansvar

Många grupper är involverade i den beslutsfattande processen hur saneringsoperation ska upprättas. Ansvariga myndigheter som Räddningsverket, räddningstjänsten, länsstyrelsen och kommunen samt media, ideella organisationer, politiker, ger respons om önskade slutresultat. De olika grupperna har olika intressen vilket leder till olika förslag till tillvägagångssätt av sanering. Lösningen på eventuell konflikt är en lämplig kompromiss som samordnas av saneringsledare/saneringsgrupp.

3.7 Allmänhetens inställning kontra verklighet

Ett problem som vanligen dyker upp vid beslut om när sanering efter oljeskada ska anses avslutad är omgivningens uppfattningar och förväntningar. Kemiska analysresultat från oljepåverkat område, som redogör för ringa hot mot människan eller miljön, kan vara svåra att förmedla till lokala befolkningen. Detta resulterar ibland i att den naturliga återhämtningen får stå tillbaka för ytterligare saneringsingrepp som inte alltid är nödvändiga. Utredarnas förmedling av analysresultat bemöts ofta av emotionella argument och icke-vetenskapliga uppfattningar.

3.8 Saneringskriterier för oljespill på land och till havs

Huvudskillnaden mellan oljespill på land och till havs är huruvida oljan är i vatten (inkl. sjöar och floder) eller på land och tillgång till fysisk energi (vågprocess) för att gynna vädring och nedbrytning. Olja till havs sprids även över större områden än på land. Oljespill på land har en förmåga till att ha större påverkan på mänsklig aktivitet och resurser än oljespill till havs. När oljespill sker i ett tätbefolkat område krävs oftast en hög grad av sanering än i mer dynamiska marina-, kust- eller flodmiljöer där naturen själv mer aktivt främjar nedbrytning och vädringsprocesser.

4 Tekniker för att mäta om saneringen är tillräcklig eller ej

Upprättande av kriterier för när en sanering efter oljeskada anses avslutad kräver metoder för att identifiera om kriterierna har blivit uppnådda. Dessa metoder kan vara av visuella, fysiska eller analytiska art.

De internationellt mest förekommande standarder grundar sig på (1) kvalitativa fältobservationer och typ av olja och/eller (2) kvantitativ fältmätningar av mängd olja som nått land. (3) Analytiska metoder som fastställer förekomsten eller frånvaro av oljekolväten kan användas för att mäta när sanering anses vara fullbordad, men detta förfarande kan vara komplicerad om andra källor för oljekolväten finns i det påverkade område. Kemiska eller toxikologiska analyser kan utföras i laboratorium eller på fältprover men dessa är kostsamma, tar tid att analysera och kan vara opraktiskt operationellt sett. Det fjärde tillvägagångssättet baseras på en bred (4) utvärdering som innefattar kombination av miljö, social, ekonomisk och/eller kulturella faktorer, kvalitativa, kvantitativa och/eller beskrivande indikatorer.

4.1 Kvalitativ fältobservation

Kvalitativa fältobservationer beskriver förekomst av olja och typ av olja, t.ex. ingen synlig olja, ingen mobil olja, inget nedoljat grus eller skräp, ingen skimrande oljeyta osv. Det är snabba, enkla och visuella beskrivningar. Direkta observationer kan kompletteras med fotografier eller videoinspelning tagna från flygplan eller mark. Kvalitativa fältobservationer har använts vid många oljespill.

Kriterierna som baseras på fältobservationer kan oftast besvaras med ett ja/nej.

Förslag på när kriterier *inte* har uppnåtts redovisas nedan. Saneringsinsats har inte fullföljts om en eller flera situationer förekommer (Owens and Sergy, 2003):

Förslag på kriterier vid kvalitativa fältstudier

- Förekomst av synlig ytlig olja, oljerest, oljeklumpar (tar balls) etc
 - Förekomst av nedoljat material (ex. grus, skräp)
 - Förekomst av flytande, oljepöl eller mobil olja
 - Förekomst av kladdig olja
 - Förekomst av olja/nedoljat material som vid kontakt kan orsaka effekt på djurliv
 - Förekomst av skimrande olja
 - Förekomst av olja som kan flyttas eller frigöras vid vind- eller vågprocess
 - Förekomst av olja som kan förflyttas/frigöras under sanering
 - Förekomst av olja som kan återvinnas vid strandsanering
 - Förekomst av återvinningsbar flytande olja
 - Förekomst av olja under ytan eller begravn olja
 - Förekomst av oljerest som kan skrapas bort med fingernageln
-

4.2 Kvantitativ fältmätning

Kvantitativa metoder baseras på visuell fältobservation och mätning av mängd olja. Mätning av mängd olja innefattar en mer eller mindre numerisk standard, såsom storleken på nedoljat område, hur stor oljefilmens utbredning är, andel oljetäckning, oljans tjocklek och volym. Ibland är standarderna också knutna till typ av olja eller specifik plats. Den visuella mätningen är relativt snabb och enkel, numerisk data kan lätt användas för riktlinjer och mål till operationsledare.

Förslag på när kriterier *inte* har uppnåtts redovisas nedan. Saneringsinsats har inte fullföljts om en eller flera situationer förekommer (Owens and Sergy, 2003):

Förslag på kriterier vid kvantitativa fältstudier

- Förekomst av oljefläck av 100 % täckning, > 3mm tjock och 50×50 cm i yta
 - Förekomst av > 20 % oljeyta som täcker > 10 m yta
 - Förekomst av oljeyta som är > 1 m vidsträckt och > 3 mm tjock
 - Förekomst av flytande oljefläck > 1 m i diameter som kan förflyttas
 - Förekomst av oljeklumpar över 1 cm i diameter och > 5 % i utbredning
 - Förekomst av olja på berg > 0,01 cm tjock och 30 % täckning
 - Förekomst av oljefläck i sand > 5 % täckning
 - Förekomst av någon typ av olja > 3 cm i yta som kan skada djurliv
 - Förekomst av vädrad olja eller oljefläck > 30 % på växtlighet
 - Förekomst av ovädrad (färsk eller klibbig) olja > 10 % på växtlighet
 - Förekomst av täckt (begravd) olja > 10 cm djup
-

4.3 Analytisk metod

Till den kvantitativa metoden kan även en analytisk del ingå, detta gör denna metod mer noggrann jämfört med kvalitativa metoden. Den analytiska delen kräver insamling av representativa fältprov som analyseras i laboratorium. Kemisk analys kan användas för att mäta koncentration av olja eller specifika kemikalier. Toxikologiska analyser kan användas för att mäta testorganismers respons till oljans giftiga effekter.

Att med hjälp av analytiska metoder definiera saneringsinsatsens slutpunkt är inte alltid enkelt. Det påverkade området behöver inte nödvändigtvis vara i ett ”ursprungligt” tillstånd innan oljepåverkan vilket kan göra det svårt att definiera vad som anses som ”rent” i området. Vissa hävdar att termen ”ursprungligt” tillstånd är vetenskapligt inkorrekt i områden där mänsklig eller industriell verksamhet sker (Page et al, 2002), eftersom det finns svårigheter att skilja mellan effekter av ett oljespill utifrån ”normalt” tillstånd jämfört med i ett område som påverkas av andra utsläpp. Detta resonemang är tydligt i befolkade områden där ständig aktivitet sker, som exempelvis fiskodlingar,

gruvor, skogsbruk och sågverk, industrier eller andra nedlagda verksamheter. Oljekolväten från historiska utsläpp fortsätter för det mesta att påverka miljön i låga nivåer, främst i skyddade kustområden (s.k. låg-energi områden, liten vågenergi), som exempelvis vikar.

Konceptet nolltolerans i saneringssammanhang innebär återställning till ett tillstånd före oljespill. Detta är inte praktiskt genomförbart eftersom ett naturligt system inte befinner sig i ett konstant tillstånd med ett bestämt antal bofasta arter och utbredning och det är inte heller möjligt att särskilja mellan bakgrundshalten av oljekolväten med oljekolväten från ett oljespill.

Kemiska och toxikologiska data kan vara tillämpliga vid skadekonsekvensbedömningar men är opraktiska eller t.o.m. ologiska att acceptera som exakta och lämpliga bedömningsgrunder vid beslut om saneringens slutpunkt. Analytiska metoder innebär ofta svåra och omfattande provtagningar.

Analytisk metod beskriver fältprovs beskaffenhet (typ av olja eller ingående förening), acceptabel koncentration eller koncentration per yta. Analytiska metoder kan även innefatta toxikologisk information, vilken respons har testorganismer vid en viss koncentration av olja. Kriterier för när sanering anses fullbordad kan baseras på akuta eller kroniska effekter. Möjliga parametrar för slutpunkt är exempelvis LC₅₀ (Lethal Concentration, dvs vid den koncentration där 50% av testorganismerna dör) och NOEC (No Effect Concentration, dvs vid den koncentration när ingen effekt uppstår på testorganismerna), etc.

Förslag på kriterier vid analytisk metod (Owens and Sergy, 2003)

- Oljepåverkat tidvattenpåverkat sediment får inte överskrida medelkoncentration av 10 ppm
 - < 0,002 mg/l av bensen i sedimentens porvatten
 - < 100 ppm tph vid en 150 meters intervall på sandstrand
-
- Akuta och kroniskt toxiska förhållanden för lokala fiskars lekområde
 - 96-hour LC50 för lokala fiskar
 - Kronisk EC20-värde för ex. naftalen, bensin
-

4.4 Kombinerad bedömning av flera faktorer

En fjärde metod för bestämning när sanering anses fullbordad är baserat på fler faktorer såsom miljö-, sociala-, ekonomiska- och/eller kulturella faktorer. Denna metod kan innefatta en kombination av kvalitativa, kvantitativa och/eller beskrivande indikatorer och liknar tillvägagångssättet för en miljökonsekvensbeskrivning. Följande frågor som ingår i metoden är exempelvis:

- Ger kvarstående olja en oacceptabel påverkan på ekologiska, estetiska, rekreations eller ekonomiska intressen?
- Kommer fortsatt oljesanering att orsaka miljöskador (miljö- och kostnadsnyttoanalys)?
- Är kostnaden för vidare sanering orimlig i förhållande till åtgärd eller nytta?

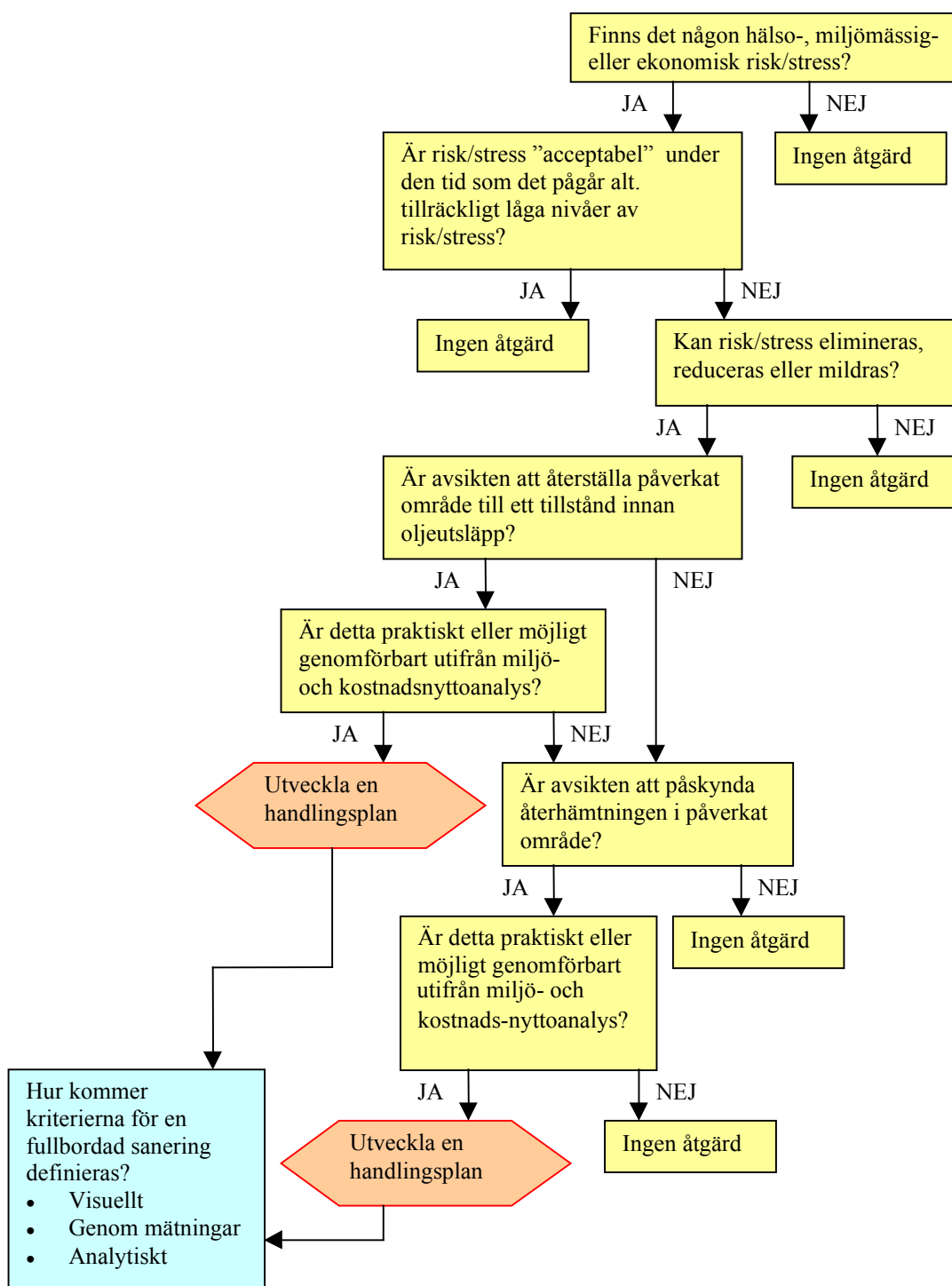
Genom en miljö- och kostnadsnyttoanalys övervägs fler saneringsåtgärder med olika insatsnivåer (d.v.s. koncentration av återstående olja, saneringsinsatsnivå och intrång på miljön) relaterat till tillstånd i miljösammanhang som:

- potentiell risk på människans hälsa
- potentiell risk på mänsklig aktivitet
- miljöns återhämtningsförmåga
- potentiell indirekta effekter

Denna metod är därmed baserat på fler faktorer jämfört med exempelvis kvantitativ metod. Ett stegvis koncept som kan användas redovisas i Figur 1.

4.5 Sammanfattning

Metoder för att följa upp när saneringsinsats anses tillräcklig för Sveriges kust ska kunna användas både för lång- och kortsiktiga uppföljningar. Metoderna ska kunna användas i fält under pågående saneringsinsatser och kan således inte innehålla tidskrävande analyser. Detta innebär att lämpliga riktlinjer bör baseras på visuell fältobservation såsom kvalitativa och kvantitativa mätningar. Avsnitt 8 presenterar lämpliga nivåer på kvalitativa och kvantitativa fältobservationer och vilka parametrar som är passande att använda för upprättande av riktlinjer för de olika strandtyperna längs med Sveriges kust.



Figur 1. Ett beslutsstödsträd för sanering utifrån en miljö- och kostnadsnyttoanalys (Owens and Sergy, 2003).

5 Varför krävs riktlinjer för fullbordad sanering?

Varje saneringsåtgärd har en slutpunkt. Varje saneringsledare bör vara medveten om värdet av följa dessa slutpunkter och att i ett initialt saneringsskede definiera dessa slutpunkter utifrån framtagna kriterier. Avsikten med framtagning av kriterier för när en saneringsinsats anses fullbordad är:

1. Bistå saneringsledare med val av saneringsmetod för ett specifikt strandområde innan saneringsinsats påbörjas.
2. Förse saneringsledare med klara och objektiva mål så att de kan beslutat om lämpliga saneringsaktiviteter för att uppnå dessa.
3. Förse inspektionsgrupp (kommunens miljö och hälsa) med kriterier för att kunna utvärdera saneringsresultat.
4. Underlätta bedömning av lämplig saneringsåtgärd utifrån ett miljömässigt-perspektiv och bistå med val av saneringsmetod som är lämplig och praktiskt tillämpbara för påverkat område.

Innan saneringsplan är framtagen för påverkat område bör följande moment arbetas igenom:

- Steg 1: Dela in påverkat strandområde i relativt homogena segment som har liknande fysiskt utseende, sedimenttyp och ekologiska värden.
- Steg 2: Definiera kriterier som är lämpliga för de olika segmenten och vilka slutpunkter som är lämpliga för sanering för de olika avsnitten.
- Steg 3: Välj saneringsmetod för varje segment.
- Steg 4: Försäkra om att saneringsledare är införstådd med val av saneringsåtgärd och vad slutpunkt för sanering är för de olika segmenten.
- Steg 5: Försäkra om att saneringsledare är överens om att kriterierna är praktiskt tillämpbara och vad som erfordras för att uppnå slutpunkt för sanering.
- Steg 6: Beakta att mer än ett kriterium för slutpunkt kan vara lämplig för ett segment beroende på ev. flertal påföljande saneringsmetoder.
- Steg 7: När saneringsfasen är slutförd efter en första inspektion bör även ett senare återbesök i området göras för utvärdering om förväntat tillstånd är uppnådd.

Olika kriterier för när saneringsinsats anses fullbordad kan antas gälla för olika strandtyper. Men framtagna kriterier kan bli tillämpbara i olika strandmiljöer, likväl som att fler kriterier krävs i ett strandsegment. Förslag till tillämpbara kriterier är ett sätt att närmare komma fram till rätt val av saneringsinsats ur miljösynpunkt. Denna rapport fokuserar bara på de ekologiska effekterna och ska tolkas som en vägledning, men som inte utesluter behov av sakkunniga personer.

6 Sveriges olika strandtyper

Kustlinjen klassificeras normalt efter typ av strand och partikelstorlek. Genom en syntes av klassificeringsresultat och exponeringsgrad är det möjligt att bedöma kustlinjens ekologiska känslighet för oljepåslag (Gundlach and Hayes, 1978). Klassificering av kustlinjens ekologiska känslighet för oljepåslag redovisas i Tabell 1. Strandtyperna i tabellen är klassificerade utifrån ett ekologiskt index 1-10. Även en ytterligare kategori utan särskilt ekologiskt värde har definierats (index 11), såsom byggda konstruktioner (hamnar, kaj, pirar etc.). Figur 2 illustrerar de olika strandtyperna.

Tabell 1. En klassificering av olika strandtyper med hänsyn till ökande känslighet för oljeutsläpp. Strandtyperna indelas på samma sätt som de vilka beskrivs i Räddningsverkets saneringsmanual (Gundlach and Hayes 1978)

Index för ekologisk påverkan	Typ av strand	Påverkan på miljön
1 (låg)	Exponerad klipp- och stenvägg	<ul style="list-style-type: none"> • Vågreflektioner håller huvuddelen av oljan till havs • Oljesanering är inte nödvändigt
2	Vågeroderade områden	<ul style="list-style-type: none"> • Vågpåverkade, vanligtvis eroderande • Naturliga processer tar bort oljan inom några veckor
3	Exponerade stränder med finsand till medium kornig sand	<ul style="list-style-type: none"> • Få växter och djur som kan bli påverkade • Oljan tränger inte ner i sanden • Mekanisk borttagning är effektivast • Naturliga processer tar bort oljan inom några få månader
4	Grovkorniga sandstränder – grusstränder (rörligt strandmaterial)	<ul style="list-style-type: none"> • Få växter och djur som kan bli påverkade • Olja tränger ner i sanden och begravs snabbt, vilket försvårar oljesaneringen • På icke sanerad strand kommer oljan att tas bort naturligt inom några månader
5	Exponerade tidvatten-påverkade områden	<ul style="list-style-type: none"> • Få växter och djur som kan bli påverkade • Rörligt bottensubstrat • Endast en liten del av oljan tränger ner i bottensubstratet • Naturliga processer tar bort oljan inom ett år
6	Klapperstensstränder	<ul style="list-style-type: none"> • Oljan tränger snabbt ner i materialet, vilket försvårar saneringen • Saneringen bör koncentreras till skvalpzonen • I skyddade områden kan olja ligga kvar i årtal
7	Exponerade klippblock-stränder	<ul style="list-style-type: none"> • Stor påverkan på växt- och djurliv • Substratet orörligt • Endast en liten del av oljan penetrerar substratet • Olja kan finnas kvar i ca 1 år
8	Skyddade klippblockstränder	<ul style="list-style-type: none"> • Stor till mycket stor påverkan på växt- och djurliv • Områden med reducerad vågexponering • Oljan kan påverka skvalpzonen • Olja kan finnas kvar i många år • Borttagning av huvuddelen av oljan är nödvändigt • Högprioriterat område för skydd mot påslag och för sanering
9	Skyddade tidvatten-påverkade områden	<ul style="list-style-type: none"> • Mycket stor påverkan på växt- och djurliv • Låg vågenergi • Olja kan finnas kvar i många år • Borttagning av kraftigt nedoljade ytor, i övrigt rekommenderas ingen åtgärd • Områden skall ges högsta prioritet för skydd mot oljepåslag
10 (hög)	Vassbälten och strandängar	<ul style="list-style-type: none"> • Högst produktion av akvatiska områden • Mycket låg vågenergi • Hög sedimenteringshastighet innesluter olja i sedimentet -- oljan kan finnas kvar i flera år • Sanering kan skada området mer än om oljan lämnas för naturlig nedbrytning I • Området skall ha absolut högsta prioritet för skydd mot oljepåslag
11 (inget ekologiskt index)	Hamnar, kaj, pirar m.m.	<ul style="list-style-type: none"> • Byggs konstruktioner som inte har något ekologiskt värde • Nedsmutsning av båtar och konstruktioner • sanitär olägenhet



Figur 2. Sveriges ekologiskt indelade strandtyper (index 1-11).

7 Oljesaneringsmetoder för olika strandtyper

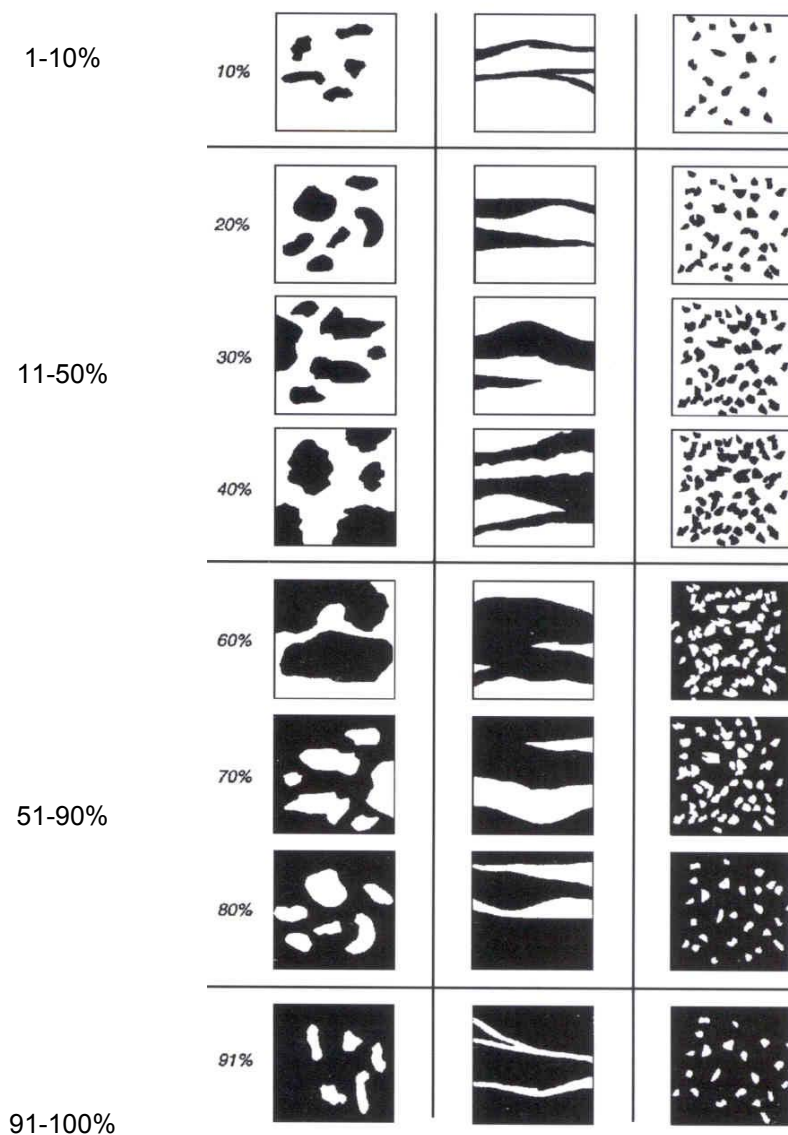
Under de senaste tjugo åren har väldigt lite hänt vad gäller teknisk utveckling av oljesaneringsmetoder. Det har dock förts fram fler diskussioner om de skadliga miljöeffekter som vissa saneringsmetoder medför. Som resultat används idag miljövänligare metoder. Saneringsmetoderna innefattar strandtvätt, handgriplig borttagande av olja och/eller påskyndad naturlig återställning (se tabell 3-5).

Parametrar som använts för upprättande av val av saneringsmetod är skadetyper, täckningsgrad och skadegrad. I nedanstående tabell (Tabell 2) redovisar de ingående klassificeringarna för de olika parametrarna. Som stöd för kvantifiering av täckningsgrad kan Tabell 2 hjälpa saneringsledare/grupp. Figur 3 illustrerar olika täckningsgrad (1-10 %, 11-50 %, 51-90 % och 91-100 %) för tre skilda skadetyper.

I Sverige används endast mekanisk saneringsåtgärd. Strandtyp och dess exponering (t.ex. skyddat eller oskyddat läge) styr vilken saneringsmetod som är lämpad i området. Saneringsnyckeln som presenteras i Tabell 3-5 kan användas för att snabbt finna en lämplig metod för specifika förhållanden. Nyckeln innehåller typ av kustlinje och dess känslighet för oljepåslag och sanering, oljans utbredning och volym, typ av olja samt väderlek.

Tabell 2. Parametrar som använts vid upprättande av val av saneringsmetod.

Skadetyper	Täckningsgrad	Skadegrad
1. Oljeklumpar	1. <1 %	1. Ingen olja
2. Tjockolja	2. 1-10 %	2. Oljefilm < 0,01 cm
3. Tunn olja	3. 11-50 %	3. Ringa oljemängd 0,01-0,1 cm
4. Absorberad olja	4. 51-90 %	4. Tunt oljeskikt 0,1-1 cm
5. Bottenolja	5. 91-100 %	5. Oljeskikt 1-2 cm
6. Flytande olja		6. Oljeskikt 2-10 cm
7. Ej saneringsbar olja		7. Oljeskikt > 10 cm
8. Emulsifierad olja		



Figur 3. Oljans olika täckningsgrad vid oljepåslag för skilda skadetyper (1-10 %, 11-50 %, 51-90 % och 91-100 %) (Environment Canada, 2000).

I vissa sammanhang kan det vara bäst att låta oljan nötas bort av väder och vind eller lämnas kvar för naturlig återhämtning. När strandremsan kräver sanering kan arbetet delas in i tre faser:

Fas 1 Avlägsnande av de största mängderna olja som gått upp på land och omkringflytande olja.

Fas 2 Sanering av moderat nedoljade områden, ilandfluten olja och nedoljade stenar, grus etc.

Fas 3 Sanering av mindre nedsmutsade stränder och avlägsnande av oljefläckar.

Fas 1 och 2 kan med gemensamt namn kallas i dagligt tal för grovsanering medan fas 3 kallas finsanering.

Vid val av rätt oljesaneringsmetod måste följande faktorer beaktas:

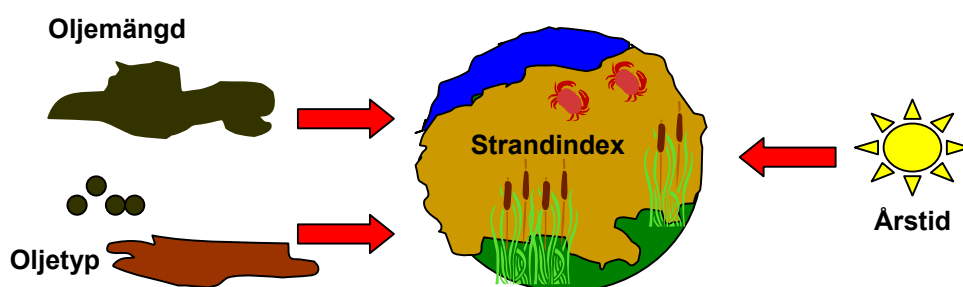
- underlagstyp
- mängd strandad olja
- oljans spridningsdjup i strandmaterialet
- oljans form och tillstånd (tjärklumpar, olja i flytande form, viskösa oljelager, m.m.)
- strandremsans tillgänglighet för utrustning
- rådande oceanografiska och meteorologiska förhållanden

Tabell 3. Val av lämplig oljeskyddsmetod kopplat till typ av olja och volym samt typ av vatten och strandtyp (Räddningsverkets saneringsmanual, 1993).

SANERINGSNYCKEL	Vind- och sjöförhållanden	Typ av olja	Olje- vo- lym	Kapa- citet	Typ av vatten	Strandtyper
Metoder	1. lugn sjö, vindstilla 2. lätt sjö, lätt vind 3. moderat sjö, moderat vind 4. grov sjö, frisk vind 5. hög sjö, stark vind 6. mycket grov sjö, moderat storm 7. mycket hög sjö, frisk-full storm 8. extrem sjö, extrem storm	Färsk olja 1. låg viskositet 2. låg till moderat viskositet 3. moderat viskositet 4. hög viskositet olja/vatten emulsion vädrad olja	stora mängder olja små mängder olja	hög borttagningskapacitet låg borttagningskapacitet	skyddade vikar hamnbassänger åmynningar strömmande vatten öppen kust is skräp grunda vatten	1. exponerad klipp- och stenvägg 2. vågeroderade områden 3. finsandstränder 4. grovkorninga stränder 5. tidvattenpåverkade områden 6. grusstränder 7. exponerade klippstränder 8. skyddade klippstränder 9. skyddade tidvattenområden 10. vassbälten och strandängar konstruktioner
Oljeskyddsmetoder						
<i>Länsor</i>						
Skyddande/ avskärmande länsa	X	X X X X X	X X		X X X	
Styrande länsa	X	X X X X X	X X		X X X X X	
Absorberande länsa	X X	X X X X X	X		X X	
<i>Skimmers/ vakuumpumpar</i>						
Oljeadsorberande borstar	X X	X X X X X X	X X	X	X X	X
Oljeadsorberande skivor	X X	X X X	X X	X	X X	
Oljeadsorberande rep	X X X	X X X	X X	X	X X	X X
Oljeadsorberande band (uppåtgående)	X X X	X X X X	X X	X	X X	X X
Oljeadsorberande band (nedåtgående)	X X X	X X X X	X X	X	X X	
Skimmers: tallrik	X	X X X X	X X		X X	
Skimmers: skruv	X	X X X X	X X		X X	X X
Skimmers: självreglerande	X	X X X X	X X		X X	
Vakuumpump system	X	X X X X X	X X		X X	
Vattenvirvel	X	X X X X	X X	X	X X	
Separation under vattnet	X X	X X X X	X X		X X	
<i>Styning/ bariärer/ skydd</i>						
Vattenjet	X	X X X X X X	X		X X	X X
Luftbarriärer	X	X X X X X X	X		X	X X
Strandvallar	X X	X X X X	X			X X X
Strandtäckning	X X	X X X X X X	X X			X X X
Förbehandling av kustresan	X	X X X X X	X			X X X X X X X

8 Förslag till kriterier för hur en sanering ska kunna bedömas

Första steget för att kunna utarbeta förslag på tillämpbara bedömningsgrunder för olika strandtyper är att identifiera kriterier för hur en sanering ska kunna bedömas ur kvalitetssynpunkt. Med kvalitet avses i sammanhanget på vilket sätt och till vilken omfattning kvarstående miljöpåverkan av oljeförorening föreligger och bygger på resonemanget ”hur rent är rent”. Dessa kriterier bör vara enkla att använda i fält under pågående saneringsinsatser och kan således inte innehålla tidskrävande analyser. Detta innebär att lämpliga riktlinjer bör baseras på visuell fältobservation såsom kvalitativa och kvantitativa mätningar. Kriterierna ska även kunna användas både för lång- och kortsiktiga uppföljningar. Förslag på kriterier för hur en sanering ska kunna bedömas är: (1) oljetyp, (2) oljemängd, (3) strandindex och (4) årstid (Figur 4). Parametrarna ska vara lätta att använda ute i fält och beskrivs närmare i nedanstående avsnitt.



Figur 4. Parametrar för hur en sanering ska kunna bedömas ur miljösynpunkt är oljemängd, oljetyp, strandtyp och årstid.

8.1 Oljetyp

Vid ett oljeutsläpp erhålls information om typ av olja vanligtvis från Kustbevakningens övervakning. Oljetyp är en viktig parameter som styr val av saneringsmetod. Vid avslutningsfasen av sanering kan oljetyp ha förändrats av vädringsprocesser (ex. avdunstning, dispergering och nedbrytning) och erhåller en annan karaktär än i initial skedet. Oljetypens beskaffenhet, huruvida olja är klibbig, fast eller flytande, är därför intressantare vid tidpunkten för saneringsinsats än den specifika ursprungliga oljeprodukten. Förslag till indelning av oljetyp i avslutningsfas av sanering är lös (flytbar) eller fast olja (ej flytbar). Dessa kan i sin tur indelas i klibbig respektive ej klibbig (Tabell 6). Denna indelning avser oljans egenskap året runt, t.ex. kan en fast soluppvärmd olja börja ”blöda” och definieras därmed som klibbig.

Vid sanering gäller i princip undantagslöst att lös och klibbig olja måste omhändertas. Därför finns oljetyp 2a inte heller med som tänkbar slutpunkt för saneringsinsats i översikten över Förslag till tillämpbara kriterier för olika strandtyper (kapitel 9).

Tabell 6. Oljetyp är ett kriterium för hur en sanering ska kunna bedömas. Oljetypens egenskap indelas enligt tabell vid avslutningsfas av sanering.

	Oljetyp	
1a	Fast (ej flytbar)	Klibbig
1b		Ej klibbig
2a	Lös (flytbar)	Klibbig
2b		Ej klibbig

8.2 Oljemängd

Mängden olja är en annan betydande parameter i saneringssammanhang. I Sveriges saneringsnyckel för val av saneringsmetod (Räddningsverkets saneringsmanual) tillämpas s.k. SCAT-metoden (Shoreline Cleanup Assessment Team) vilket innefattar oljans täckningsgrad och tjocklek (se avsnitt 7 Oljesaneringsmetoder för olika strandtyper, Tabell 2). För beslut om när sanering ska avslutas utifrån mängd olja är SCAT-metoden mindre lämplig. Oljans tjocklek har en mer betydande roll i initialt saneringsskede eftersom den styr val av saneringsmetod, men har mindre betydelse i saneringens avslutningsfas jämfört med täckningsgrad. Vid saneringsoperationer accepteras sällan en täckningsgrad som överstiger 10%, vilket medför att täckningsgradsskalan (Figur 3) är mindre passande för beslut om när sanering ska avslutas. Förslag på kriterier utifrån oljemängd har därför en annan gradering som redovisas i Tabell 7. Dessa är också lätta att tillämpa ute i fält.

Tabell 7. Oljemängd är ett kriterium för hur en sanering ska kunna bedömas. Hierarki av lämpliga slutpunkter utifrån mängd olja redovisas i tabell (modifierad efter Michel and Benggio, 1999).

	Oljemängd	Anmärkning
A	Ingen synlig olja Ingen detekterbar olja varken visuellt eller via lukt	<ul style="list-style-type: none"> Denna slutpunkt för sanering används ofta för sandstränder där olja lätt och effektivt kan tas bort utan att fördröja områdets återhämtning. Visuell inspektion är att föredra framför kemisk analys eftersom det är svårt att ta ett fältprov som ska representera ett område med stora variationer i oljekoncentration samt att kemisk analys är kostnads- och tidskrävande och guidelines för acceptabla nivåer finns inte framtagna. På rekreationsstränder kan det vara lämpligt att ta fältprover för att försäkra sig om att den visuella bestämda slutpunkten är säker för människans hälsa.
B	Inte högre än områdets bakgrunds frekvens	<ul style="list-style-type: none"> Denna slutpunkt för sanering är oftast applicerbar där det finns signifikant bakgrundsfrekvens av oljeklumpar.
C	Inte längre någon avgivande oljeskimmer som kan påverka känsliga områden, djurliv eller människans hälsa	<ul style="list-style-type: none"> Denna slutpunkt används när oljeskimmer består efter att sanering blir ineffektivt eller för känsliga områden där vidare sanering ger mer skada än att lämna oljan kvar för naturlig återhämtning. Överbliven oljeskimmer bör endast kvarstå under en relativt kort period. Ett oljeskimmer är en oljefilm som sträcker sig från nätt och jämt synlig till mörkt färgad. Sorbenter effektivitet är vanligtvis begränsande för en förbättrande situation. Beakta oljeskimrets mängd och varaktighet och avståndet till känsliga resurser vid beslut om skimret utgör ett hot. Beakta grad av exponering; hög våg/tidvatten exponering påskyndar avlägsnandet av olja, medan skyddade områden har inte samma aktivitet och skimret blir mer persistent i området. Beakta grad av aktivitet i området; oljeskimmer kan vara tolerant i områden under perioder då området används mycket lite medan litet skimmer inte är acceptabelt i områden med hög aktivitet, ex. badstränder.
D	Ingen olja skavs av vid kontakt	<ul style="list-style-type: none"> Denna slutpunkt är oftast definierad när oljan försvinner till en fläck eller täcke, eller vädrad till den grad att den inte längre är kladdig. Det är lämpligt för hårda substrat (klippiga stränder, klipp- och stenvägg, hamn, kaj och pirar) och vegetation (vassbälten, strandängar). Kriteriet är att förhindra nedoljning av påls, fjädrar eller djurs fötter, människor och egendom vid kontakt med oljad yta. Beakta grad av aktivitet i området; högaktiva områden kräver oftast högre renhet, medan naturlig återhämtning tillåts i lågaktiva områden där vidare sanering innebär mer skada.
E	Bortagning av olja till den nivå att återhämtning/rekolonisation möjliggörs utan att orsaka mer skada än naturlig återhämtning.	<ul style="list-style-type: none"> Denna slutpunkt används där vidare sanering resulterar i skador på miljön (nedtrampning av mjukt sediment och växtrötter, nedblandning av olja längre ned i sediment, omfattande sediment bortförel, nedklippning av vegetation) eller hög biotadödighet (ex. från högtryck-, hetvatten sanering i känsliga miljöer). Kriteriet är användbar även i områden med svår framkomlighet som begränsar val av saneringsmetod. Beakta erosionens potential från sjösedimentens rörelse, som kan "tvätta" nedsmutsad sediment under en acceptabel tidsperiod.

Kriterium A, ingen synlig olja, innebär ett mycket strängt krav vid sanering. Ur ett rent miljömässigt perspektiv är det i normala fall inte försvarbart framför kriterium B. Det beror på att den ansträngning som krävs för att nå från B till A i sig innebär en större

miljöpåverkan än vad den ökade renheten motiverar. Endast vid förekomst av synnerligen giftig olja är kriterium A nödvändigt av miljöhänsyn.

Däremot kan det finnas andra skäl, främst estetiska och socio-ekonomiska, för att kräva kriterium A. Det kan till exempel röra sig om en förorenad badstrand som måste bli helt ren. Av ovanstående skäl finns inte kriterium A med som tänkbar slutpunkt för saneringsinsats i översikten över Förslag till tillämpbara kriterier för olika strandtyper (kapitel 9).

8.3 Strandindex

Sveriges kuster är ekologiskt indelade i olika strandtyper (index 1-11) vilket redovisas i avsnitt 6 Sveriges olika strandtyper (Figur 2) (enligt Räddningsverkets saneringsmanual, 1993 och Sveriges Miljöatlas¹). Indelningen baseras på kustmorfologi och områdets exponering samt till viss del på de biologiska förutsättningarna i området. Strandtyp styr beslut om hur en sanering ska bedömas. Olika strandindex är skilda känsliga för oljepåverkan. Beroende på områdets morfologi och exponering (ex. exponerad kust, skyddad vik) förändras oljans karaktär till följd av bortnötning/erosion (m.h.a. vågenergi) och de olika vädringsprocesserna (avdunstning, dispergering, nedbrytning). De biologiska förutsättningarna i området hänger oftast ihop med de fysiska förutsättningarna, i särskilda strandområden etableras specifik biota. Kriterierna för beslut om när sanering är tillräcklig bör därför baseras på de olika strandtyperna.

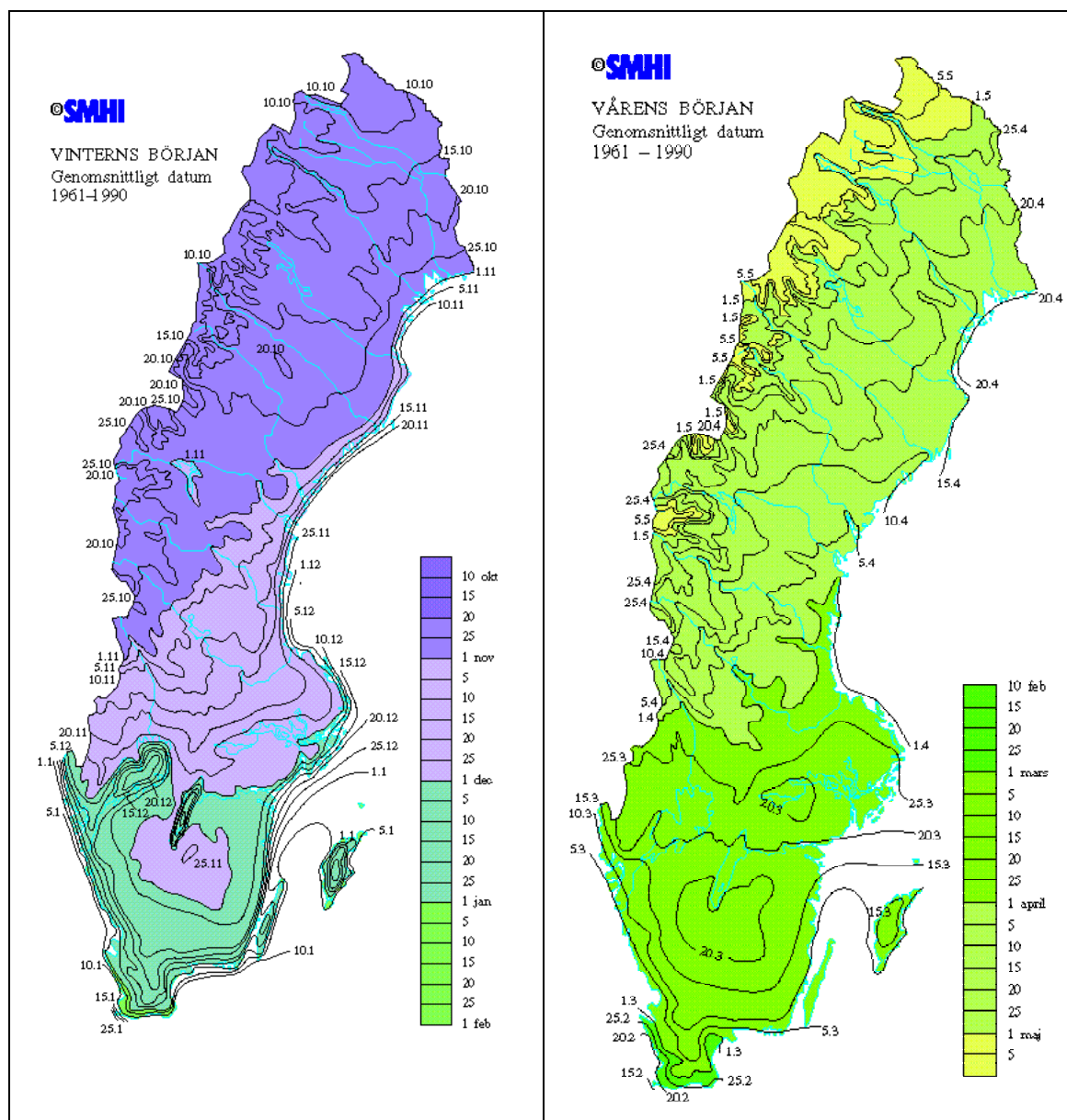
8.4 Årstid

Årstiden är också en viktig parameter som avgör när sanering anses fullbordad. Årstid påverkar dels den biologiska aktiviteten i området, dels oljans egenskap. Djurens lekperiod och häckning induceras vid speciell temperatur och gör dem under denna tid särskilt känsliga för olja, speciellt juvenila organismer. Vårens som i huvudsak står för djurens lekperiod har därmed andra prioriteringar och högre krav på finsanering än andra årstider, men kan likväl vara extra känslig för långdragen sanering som kan störa djurlivet. Årstiden påverkar även oljans karaktär, då ett varmare klimat leder till att de korta kolvätekedjorna lättare avdunstar från oljan till atmosfären och att en redan vädrad olja kan börja ”blöda” och åter bli klabbig.

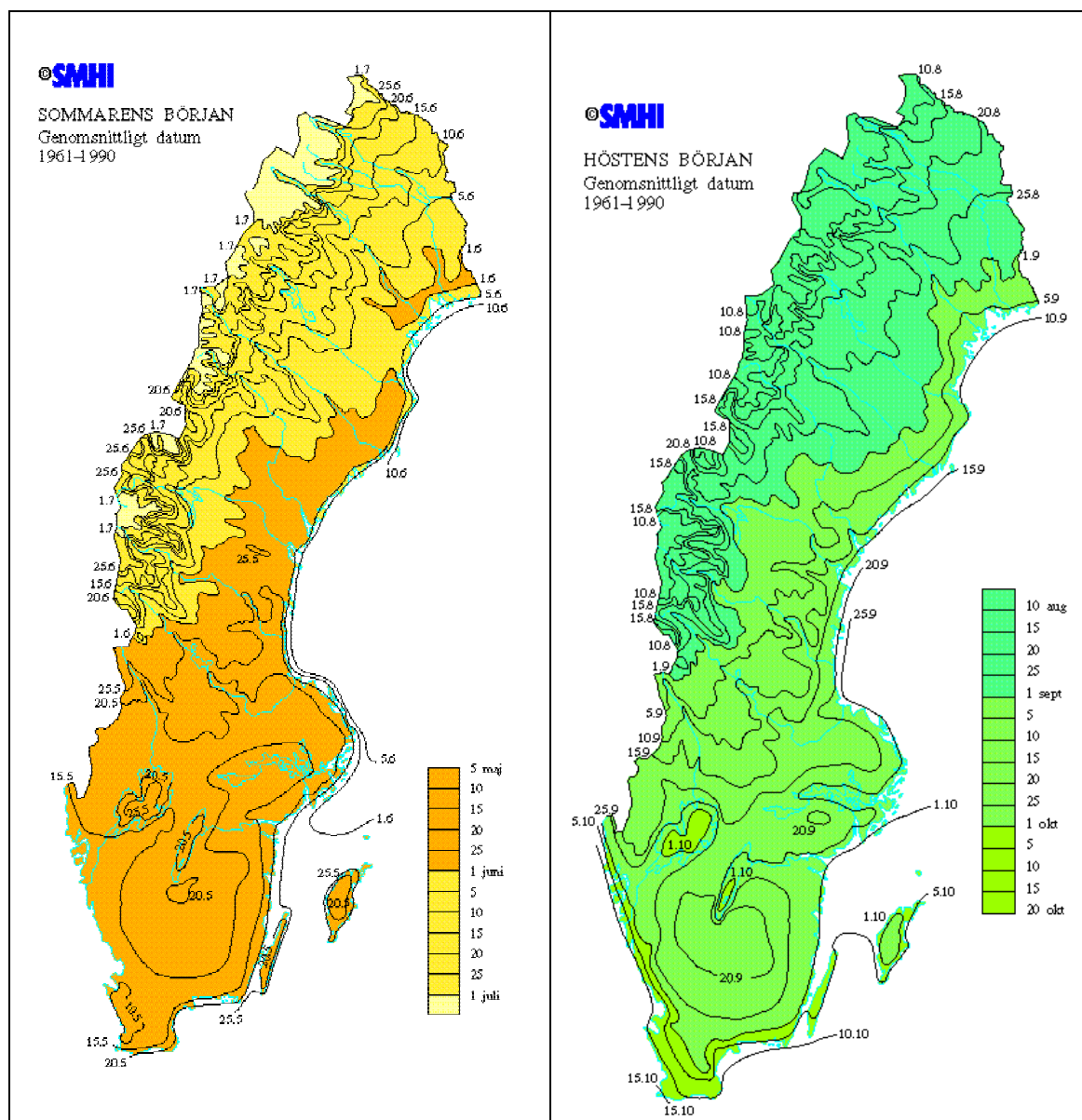
Det finns en s.k. klimatologisk årstidsindelning, där årstiderna definieras av en viss dygnsmedeltemperatur. Vintern avgränsas till när dygnsmedeltemperaturens varaktighet

¹ Pågående utvecklingsprojekt på Naturvårdsverket, 2003

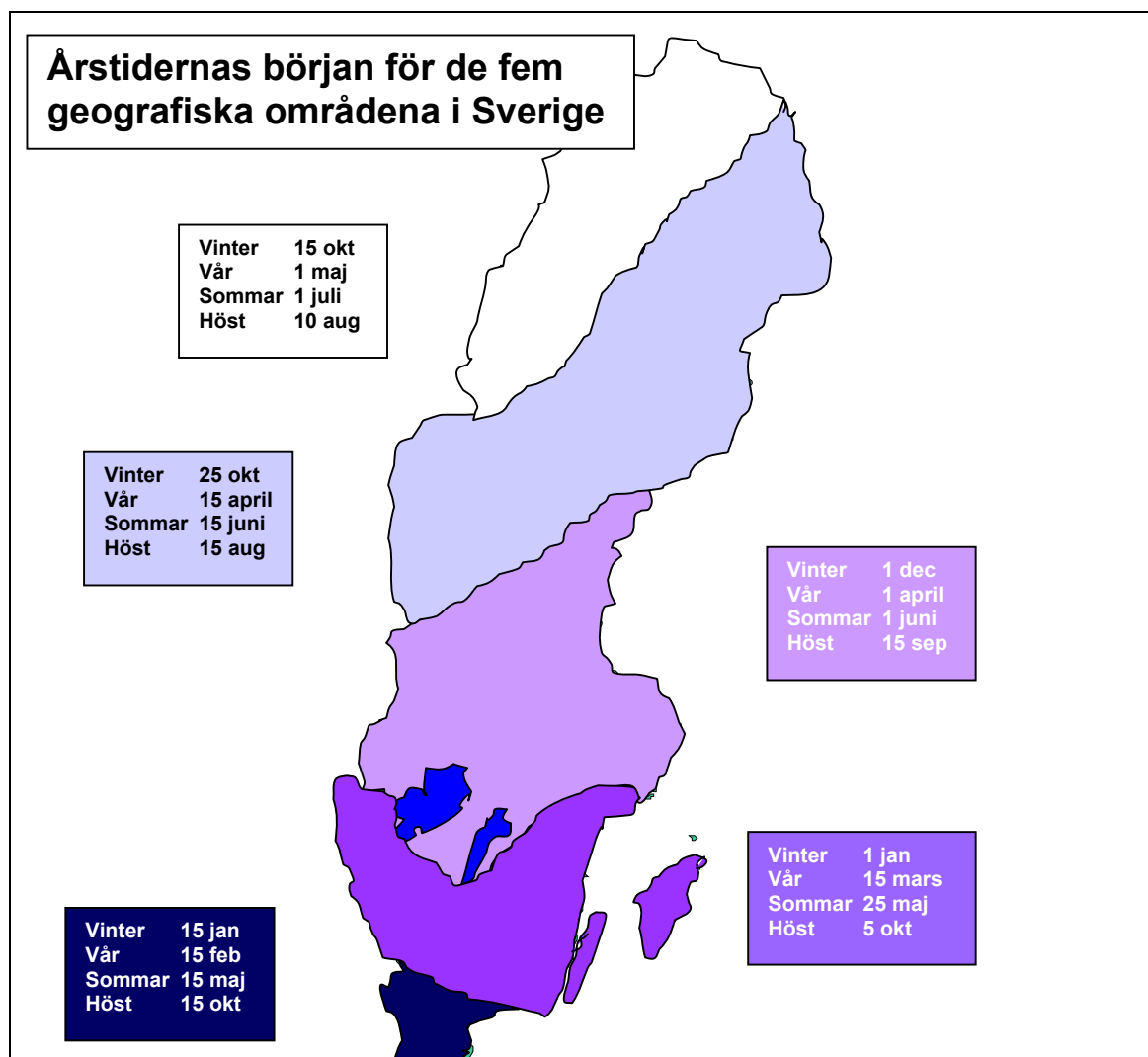
är under 0°C och sommar av att varaktigheten är över +10°C. Följaktligen är det vår och höst då dygnets medeltemperatur är mellan 0°C och +10°C. Gränsen mellan årstiderna kan dock många gånger vara svår att dra då temperaturen ofta varierar avsevärt från dag till dag. I Figur 5 och Figur 6 redovisas de genomsnittliga datumen för när de olika årstiderna börjar under åren 1961-1990 (s.k. normalår) (SMHI, 2003). I Figur 7 har Sverige delats in i fem generella klimatzoner som representerar årstidernas olika inbrott.



Figur 5. Meteorologiskt är det vinter när dygnsmedeltemperaturen är 0 grader eller lägre och för vår när dygnsmedeltemperaturen är stigande och ligger mellan 0 och 10 grader.



Figur 6. Meteorologiskt är det sommar när dygnsmedeltemperaturen är stigande och ligger över 10 grader och för höst när dygnsmedeltemperaturen är fallande och ligger mellan 0 och 10 grader.



Figur 7. En karta över Sverige där landet delats in i fem generella geografiska klimatzoner. Zonerna representerar årstidernas olika inbrott. Informationsrutorna redovisar årstidernas början för varje geografiskt område.

9 Förslag till tillämpbara kriterier för olika strandtyper

Förslag på tillämpbara kriterier för när en sanering anses fullbordad för olika strandtyper redovisas i Tabell 8. Kriterierna som baseras på de biologiska förutsättningarna i området (strandindex) indelas efter årstid och bygger på oljans karaktär (oljetyp) och mängd (se avsnitt 8 Förslag till kriterier för hur en sanering ska kunna bedömas). Förslag på kriterier innefattar inte socio-ekonomiska aspekter vid sanering och redogör inte heller för unika geografiska områden, som t.ex. nationalparker eller andra särskilt skyddade områden. Kriterierna avser kortsiktig uppföljning, dvs. när saneringsinsats bör avslutas och som komplement till kriterierna har en anmärkningskolumn infogats i tabellen (Tabell 8), som i mer beskrivande text redogör för vissa saneringsförfaranden och slutkriterier. Den långsiktiga uppföljningen av saneringsoperation redovisar om slutpunkt för insats var tillräcklig och om områdets förväntade tillstånd är uppnådd. Generellt baseras den förväntade tillståndet på att ingen verifierbar påverkan finns i området. Kraven på långsiktig uppföljning baseras på områdets tillstånd efter 3 år.

9.1 Exempel på användande av tillämpbara kriterier

För att utvärdera tänkbar slutpunkt för sanering används Tabell 8 nedan. Det första steget är att hitta skärningen mellan aktuell rad (som anger strandtyp) och kolumn (som anger årstid). För varje sådan skärningspunkt anges om oljetypen föranleder sanering och i så fall hur utförlig den bör vara.

- Antag att det är aktuellt att sanera en klapperstensstrand som drabbats av klibbig, fast olja under våren (det vill säga rad 6, kolumn 4). För oljetyp är endast 1b (fast, ej klibbig olja) markerad som tänkbar slutpunkt. Alltså krävs sanering tills mängdkriterierna B, C och D är uppfyllda (där B är det hårdaste kravet).
- Skulle samma situation istället drabba en exponerad klippvägg (rad 1, kolumn 4) räcker det att mängdkriterierna D och E uppfylls.
- Fast, klibbig olja har drabbat en klippblockstrand på vintern (rad 7, kolumn.7). Klibbig olja (1a) utgör ett hot och måste saneras. Färska oljor är oftast klibbiga, men ändrar karaktär med tiden (vädringsprocesserna). Vid inspektion efter en månad finns det i det här exemplet olja kvar i området, men oljan är inte längre kladdig. Saneringen kan då avbrytas så snart mängdkriterium E uppfylls. En vidare sanering förstör mer än vad oljan själv orsakar.

Tabell 8. Tillämpbara kriterier för när en sanering är fullbordad för olika strandtyper samt krav vid långsiktig uppföljning.

Index för ekologisk påverkan	Typ av strand	Olja	Vår		Sommar		Höst		Vinter		Anmärkning	Långsiktig uppföljning (3 år)
			1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b		
1 (låg)	Exponerad klipp- och stenvägg	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Oljesanering ej nödvändig Sanering kan avslutas när stranden inte längre genererar oljeskimmer som påverkar djurlivet. På exponerade platser där däggdjur/fåglar håller till bör oljor tas bort tills oljan inte längre är kladdig, såvida inte själva saneringen i sig stör djurlivet. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingen olja ska återfinnas i området.
			2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b			
		Mängd	B	C	B	C	B	C	B	C		
			D	E	D	E	D	E	D	E		
2	Vågeroderade områden	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Oljesanering ej nödvändig Sanering kan avslutas när stranden inte längre genererar oljeskimmer som påverkar djurlivet. På exponerade platser där däggdjur/fåglar håller till bör oljor tas bort tills oljan inte längre är kladdig, såvida inte själva saneringen i sig stör djurlivet. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingen olja ska återfinnas i området.
			2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b			
		Mängd	B	C	B	C	B	C	B	C		
			D	E	D	E	D	E	D	E		
3	Exponerade stränder med finsand till medium kornig sand	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Sanering kan avslutas när det inte finns någon synlig olja på ytan med undantag av utspridda oljeklumpar eller klumpar i skvalpzonen som bearbetas av vågorna. Kvarstående klumpar och tjärfläckar bör vara i storlek med områdets bakgrundsfrekvens eller lägre. Ökning av frekvens klumpar över bakgrundsnivån kräver vidare sanering. Sanering kan avslutas när inget oljelager finns i gropar/diken på stranden. Mängden begravnade klumpar bör vara i storlek med områdets bakgrundsfrekvens eller lägre. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingen olja ska återfinnas i området.
			2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b			
		Mängd	B	C	B	C	B	C	B	C		
			D	E	D	E	D	E	D	E		

1a	Fast olja (ej flytbar), klubbig	A	Ingen synlig/detekterbar olja	E	Borttagning av olja till nivå att återhämtning möjliggörs utan att orsaka mer skada än naturlig återhämtning
1b	Fast olja (ej flytbar), ej klubbig	B	< områdets bakgrundsfrekvens		
2a	Lös olja (flytbar), klubbig	C	Inget avgivande oljeskimmer		
2b	Lös olja (flytbar), ej klubbig	D	Ingen olja skaver av vid kontakt		

Tänkbar slutpunkt
 Rekommenderas ej

Index för ekologisk påverkan	Typ av strand	Olja	Vår	Sommar	Höst	Vinter	Anmärkning	Långsiktig uppföljning (3 år)				
4	Grovkorniga sandstränder – grusstränder (rörligt strandmaterial)	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Sanering kan avslutas när all flytande olja har tagits bort från stranden. Inte mer än fläckar bör vara kvar på det grusiga sedimentet. Det bör inte vara någon oljefilm i gropar och mellan stenar. Mängden begravnade oljeklumpar bör vara i storlek med områdets bakgrundsfrekvens eller lägre. Borttagning av olja under sedimentytan bör avslutas när vidare sanering ger mer skada än att lämna oljan kvar för naturlig återhämtning. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingen olja ska återfinnas i sedimentprofilen. Enstaka oljeklumpar får förekomma men bör vara i storlek med områdets bakgrundsfrekvens eller lägre. 		
			2a	2b	2a	2b	2a	2b				
		Mängd	B	C	B	C	B	C			B	C
			D	E	D	E	D	E			D	E
5	Exponerade tidvatten-påverkade områden	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Användning av sorbenter kan avslutas när kustlinjen inte längre avger oljeskimmer som kan påverka känsliga områden och dess djurliv eller människans hälsa. Grovsanering av olja kan avslutas när vidare sanering ger upphov till mer skada än att låta oljan vara kvar för naturlig återhämtning. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingen synlig olja på ytan, men olja kan finnas inkorporerat i sedimenten. 		
			2a	2b	2a	2b	2a	2b				
		Mängd	B	C	B	C	B	C			B	C
			D	E	D	E	D	E			D	E
6	Klapperstensstränder	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Sanering kan avslutas när all flytande olja har tagits bort från stranden. Inte mer än enstaka fläckar bör vara kvar på stenarna. Det bör inte vara någon oljefilm i gropar och mellan stenar. Mängden begravnade oljeklumpar bör vara i storlek med områdets bakgrundsfrekvens eller lägre. Borttagning av olja under sedimentytan bör avslutas när vidare sanering ger mer skada än att lämna oljan kvar för naturlig återhämtning. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingen olja ska återfinnas i sedimentprofilen. Enstaka oljeklumpar får förekomma men bör vara i storlek med områdets bakgrundsfrekvens eller lägre. 		
			2a	2b	2a	2b	2a	2b				
		Mängd	B	C	B	C	B	C			B	C
			D	E	D	E	D	E			D	E

1a	Fast olja (ej flytbar), klubbig	A	Ingen synlig/detekterbar olja	E	Borttagning av olja till nivå att återhämtning möjliggörs utan att orsaka mer skada än naturlig återhämtning
1b	Fast olja (ej flytbar), ej klubbig	B	< områdets bakgrundsfrekvens		
2a	Lös olja (flytbar), klubbig	C	Inget avgivande oljeskimmer		
2b	Lös olja (flytbar), ej klubbig	D	Ingen olja skaver av vid kontakt		

■ Tänkbar slutpunkt
 ■ Rekommenderas ej

Index för ekologisk påverkan	Typ av Strand	Olja	Vår		Sommar		Höst		Vinter		Anmärkning	Långsiktig uppföljning (3 år)
			1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b		
7	Exponerade klippblockstränder	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Oljesanering ej nödvändig Sanering kan avslutas när kustlinjen inte längre genererar oljeskimmer som påverkar djurlivet. På exponerade platser där däggdjur/fåglar håller till bör persistenta oljor tas bort tills oljan inte längre är kladdig, såvida inte själva saneringen i sig stör djurlivet. 	<ul style="list-style-type: none"> Tunna skikt med fast olja som inte är klibbiga kan få förekomma i området.
			2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b			
		Mängd	B	C	B	C	B	C	B	C		
			D	E	D	E	D	E	D	E		
8	Skyddade klippblockstränder	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Sanering kan avslutas när kustlinjen inte längre genererar oljeskimmer som påverkar djurlivet. På exponerade platser där däggdjur/fåglar håller till bör persistenta oljor tas bort tills oljan inte längre är kladdig, såvida inte själva saneringen i sig stör djurlivet. 	<ul style="list-style-type: none"> Tunna skikt med fast olja som inte är klibbiga kan få förekomma i området.
			2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b			
		Mängd	B	C	B	C	B	C	B	C		
			D	E	D	E	D	E	D	E		
9	Skyddade tidvatten-påverkade områden	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Användning av sorbenter kan avslutas när kustlinjen inte längre avger oljeskimmer som kan påverka känsliga områden och dess djurliv eller människans hälsa. Grovsanering av olja kan avslutas när vidare sanering ger upphov till mer skada än att låta oljan kvar för naturlig återhämtning. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingen synlig olja på ytan, men olja kan finnas inkorporerat i sedimenten.
			2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b			
		Mängd	B	C	B	C	B	C	B	C		
			D	E	D	E	D	E	D	E		

1a	Fast olja (ej flytbar), klibbig	A	Ingen synlig/detekterbar olja	E	Borttagning av olja till nivå att återhämtning möjliggörs utan att orsaka mer skada än naturlig återhämtning
1b	Fast olja (ej flytbar), ej klibbig	B	< områdets bakgrundsfrekvens		
2a	Lös olja (flytbar), klibbig	C	Inget avgivande oljeskimmer		
2b	Lös olja (flytbar), ej klibbig	D	Ingen olja skaver av vid kontakt		

	Tänkbar slutpunkt
	Rekommenderas ej

Index för ekologisk påverkan	Typ av Strand	Olja	Vår		Sommar		Höst		Vinter		Anmärkning	Långsiktig uppföljning (3 år)
			1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b		
10 (hög)	Vassbälten och strandängar	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> Sanering kan avslutas när det inte längre finns någon kringflytande olja. Användning av sorbenter kan avslutas när kustlinjen inte längre avger oljeskimmer som kan påverka det känsliga området och dess djurliv. 	<ul style="list-style-type: none"> Olja kan finnas inkorporerat i sediment och vegetation, men i övrigt får ingen olja återfinnas i området.
			2a	2b	2a	2b	2a	2b	2a	2b		
		Mängd	B	C	B	C	B	C	B	C		
			D	E	D	E	D	E	D	E		
11 (inget ekologiskt index)	Hamnar, kaj, pirar m.m.	Typ	1a	1b	1a	1b	1a	1b	1a	1b	<ul style="list-style-type: none"> I industriområden kan sanering avslutas när kustlinjen inte längre genererar flytande olja och kraftiga regnbågsskimmer. Sorbenter kan placeras ut så att skimret minskar. I tätbefolkade områden krävs mer intensiv sanering för att ta bort oljan till den nivå att oljan inte kan skavas bort vid kontakt, för att minska mänsklig kontakt eller nedsmutsning av båtar. I glesbefolkade områden kan olja återfinnas som en fläck eller fläckvisa oljeskikt. 	<ul style="list-style-type: none"> Olja får inte överstiga områdets bakgrundsfrekvens.
			2a	2b	2a	2b	2a	2b	2a	2b		
		Mängd	B	C	B	C	B	C	B	C		
			D	E	D	E	D	E	D	E		

1a Fast olja (ej flytbar), kläbbig
1b Fast olja (ej flytbar), ej kläbbig
2a Lös olja (flytbar), kläbbig
2b Lös olja (flytbar), ej kläbbig

A Ingen synlig/detekterbar olja
B < områdets bakgrundsfrekvens
C Inget avgivande oljeskimmer
D Ingen olja skaver av vid kontakt

E Borttagning av olja till nivå att återhämtning möjliggörs utan att orsaka mer skada än naturlig återhämtning

Tänkbar slutpunkt
 Rekommenderas ej

10 Förslag på nationella metoder för bedömning av fullbordad sanering

Upprättande av kriterier för när en sanering efter oljeskada anses avslutad kräver metoder för att identifiera om kriterierna har blivit uppnådda. Ett förslag på nationell metodik för bedömning av fullbordad sanering har tagits fram. Metodikförslaget ska utgöra en första grund till en nationell metodik för lång- och kortsiktiga uppföljningar av oljesaneringar. Metodiken bygger på fältobservation, Sveriges Miljöatlas och Räddningsverkets befintliga saneringsmanual. I Tabell 9 redovisas bedömningsgrunderna för de fyra olika kriterierna för när en sanering anses tillräcklig. Både oljetyp och –mängd bedöms ute i fält. Områdets ekologiska index finns i Räddningsverkets saneringsmanual samt i Sveriges Miljöatlas (bilder för de olika strandtyperna återfinns i avsnitt 6 Sveriges olika strandtyper, Figur 2). Årstiden är tidsbestämd och baseras på områdets regionala förutsättningar såsom dygnsmedeltemperaturen (se avsnitt 8.4 Årstid, Figur 7).

Tabell 9. Förslag på nationella metoder för bedömning av fullbordad sanering.

Kriterier för när en sanering anses fullbordad	Bedömning av kriterierna
1. oljetyp	• bedöms ute i fält
2. oljemängd	• bedöms ute i fält
3. strandindex	• finns framtagna i Räddningsverkets saneringsmanual (se Sveriges ekologiskt indelade strandtyper i bilder i avsnitt 6 Sveriges olika strandtyper, Figur 2)
4. årstid (vår-sommar-höst-vinter)	• styrs av dygnsmedeltemperatur (se avsnitt 8.4 Årstid, Figur 7)

11 Förslag till vidare utveckling

Det framtagna förslaget på bedömningsnyckel för lämplig grad av sanering (Tabell 8) har diskuterats och verifierats under en workshop mars 2004 med Räddningsverket, Naturvårdsverket, IVLs Oljeforum och andra intressenter. Det kan därmed anses råda nationell konsensus om kriterierna. Kriterierna kan icke desto mindre utvecklas ytterligare för att omfatta fler specialfall och därmed ge en mer detaljerad information i tidsupplösning.

Vidare bör en presentation av Sveriges förslag på bedömningsnyckel utföras på ett internationellt möte, exempelvis nästkommande oljekonferens AMOP 2004 (Arctic and Marine Oilspill Program), för att få en internationell debatt och bekräftelse av förslaget.

Nästa steg blir sedan att ta fram en handbok för fältbruk som kan användas av saneringsledare och -personal. Handboken baseras på den grund som tagits fram i denna rapport samt en vidareutveckling av den, dvs. kriterier för när en sanering anses fullbordad för de olika strandtyperna och kraven för långsiktig uppföljning. Förslagsvis produceras i samband med utformning av handbok även ett formulär, som enkelt kan fyllas i på plats vid fältobservation. I formuläret ska information om strandtyp, val av saneringsmetod, hur saneringsinsats fortgått, vilka kriterier som antagits för strandtyp, har slutmål uppnåtts (långsiktig uppföljning), områdets förmåga till naturlig återhämtning m.m. kunna fyllas i.

12 Referenser

Baker, 1997. *Differences in Risk Perception: How clean is Clean?* Issue paper prepared for the 1997 International Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Technical Report IOSC-006, Washington, DC. 52 p.

Dicks et al. 2002. *Termination of Shoreline Cleanup – A Technical Perspective*. Proceedings of Technical Lessons Learnt from Erika Incident and Other Oil Spills, CEDRE, Brest, France. 12p.

IVL, 1993. *Strandskydd och oljesaneringsmetoder. En sammanställning av metoder tillämpbara på svenska stränder*. Räddningsverket rapport.

Michel and Benggio, 1999. *Guidelines for Selecting Appropriate Cleanup Endpoints at Oil Spills*. Proceedings International Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Publication number 4686B, Washington, DC, 591-595.

Owens and Sergy, 2003. *Treatment Criteria and Endpoint Standards for Oiled Shorelines and Riverbanks*. Manuscript report of the Environmental Protection Service. USA.

Owens and Sergy, 2000. *The SCAT manual - A field Guide to the Documentation and Description of Oiled Shorelines*. Second Edition. Environment Canada.

Page et al, 2002. *A holistic approach to hydrocarbon source allocation in the subtidal sediments of Prince William Sound, Alaska, Embayments*. Proceedings of the Twenty-Fifth Arctic and marine oil spill programme (AMOP) Technical Seminar, Environment Canada, Ottawa, ON, 547-563.

Patin, 1999. *Environmental Impact of the Offshore Oil and Gas Industry*. EcoMonitor Publishing, East Northport, NY, 425 p.

SMHI, 2003. *Klimatologisk årstidsindelning i Sverige*. Webbplats (2004-01-19): http://www.smhi.se/sgmain/lopsedel/030520_sommar.htm

SSPA, 2004. *Socioekonomiska effekter av ett oljeutsläpp*. Räddningsverkets rapport.

Tebeau, 1995. *Effectively Managing level of Effort in Oil Spill Cleanup: Resolving the "How clean is clean" Issue*. Proceedings International Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Publication number 4620, Washington, DC, 663-666.

US Coast Guard, USCG, 2002. *Marine Safety Manual: response – Oil Spill Response Policy and Operations: Response Operations: Patterns of Response*, United States Coast Guard, Vol. IX. Section 5.A.2.h.(3), Washington, DC, 5-25.