

FFI RAPPORT

Metoderammeverk for analyse av krisberedskap og lavintensitetskonflikter illustrert ved en anvendelse på oljevernberedskap

Håkon Ljøgdø, Tony Kråkenes og Stein Malerud

FFI/RAPPORT-2007/01813

**Metoderammeverk for analyse av kriseberedskap og
lavintensitetskonflikter illustrert ved en anvendelse på
oljevernberedskap**

Håkon Ljøgodt, Tony Kråkenes og Stein Malerud

FFI/RAPPORT-2007/01813

FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT
Norwegian Defence Research Establishment
Postboks 25, 2027 Kjeller, Norge

P O BOX 25
 NO-2027 KJELLER, NORWAY
REPORT DOCUMENTATION PAGE

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2007/01813 1a) PROJECT REFERENCE FFI-I/ 1004/918	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED 2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	3) NUMBER OF PAGES 30		
4) TITLE Metoderammeverk for analyse av kriseberedskap og lavintensitetskonflikter illustrert ved en anvendelse på oljevernberedskap Combination of Methods for Analysing Complex Problems Illustrated by a Case Concerning the Combating of Oil Pollution				
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) LJØGODT Håkon, KRÅKENES Tony, MALERUD Stein				
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)				
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> a) <u>Multimethodology</u> b) <u>Problem Structuring</u> c) <u>Scenarios</u> d) <u>Consequence analysis</u> e) <u>Case study</u> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> IN NORWEGIAN: a) <u>Multimetode</u> b) <u>Problemstrukturering</u> c) <u>Scenarier</u> d) <u>Konsekvensanalyse</u> e) <u>Casestudie</u> </td> </tr> </table>			a) <u>Multimethodology</u> b) <u>Problem Structuring</u> c) <u>Scenarios</u> d) <u>Consequence analysis</u> e) <u>Case study</u>	IN NORWEGIAN: a) <u>Multimetode</u> b) <u>Problemstrukturering</u> c) <u>Scenarier</u> d) <u>Konsekvensanalyse</u> e) <u>Casestudie</u>
a) <u>Multimethodology</u> b) <u>Problem Structuring</u> c) <u>Scenarios</u> d) <u>Consequence analysis</u> e) <u>Case study</u>	IN NORWEGIAN: a) <u>Multimetode</u> b) <u>Problemstrukturering</u> c) <u>Scenarier</u> d) <u>Konsekvensanalyse</u> e) <u>Casestudie</u>			
THESAURUS REFERENCE: 8) ABSTRACT This report describes a mulimethdolgy for analyzing complex decision problems where there is substantial uncertainty. For each step in the analysis process alternative methods are mentioned. The best choice or composition of methods will depend on the actual case. The multimethodology covers the following phases of a complex problem analysis: Problem structuring, scenario planning, MCDA and consequence analysis. A simplified case study on combating oil pollution from oil tankers is performed to illustrate the multimethodology. This report is part of a series of surveys of OA methods conducted by project GOAL at FFI.				
9) DATE 2007-08-15	AUTHORIZED BY This page only Jan Erik Torp	POSITION Director		

ISBN 978-82-464-1234-4

UNCLASSIFIED

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

INNHOLD

	Side	
1	INNLEDNING	7
1.1	Behovet for et bedre metodegrunnlag	8
1.2	Valg av case	8
2	BESKRIVELSE AV METODERAMMEVERK	9
2.1	Problemstrukturering	9
2.2	Systemmodellering	11
2.3	Scenarioutvikling	12
2.3.1	Metoden med drivende krefter	12
2.3.2	Metode basert på morfologisk analyse	13
2.4	Flermålsanalyse	14
2.4.1	Utvikling av modell	15
2.4.2	Preferansemodellering	16
2.5	Konsekvensanalyse	16
2.6	Evaluering og prioritering	16
2.7	Behandling av usikkerhet	17
3	ANVENDELSE AV METODERAMMEVERK PÅ CASE	18
3.1	Problemstrukturering	18
3.2	Systemmodellering	19
3.3	Scenarioutvikling	20
3.3.1	Scenario 1	21
3.3.2	Scenario 2	23
3.3.3	Scenario 3	23
3.4	Flermålsanalyse	24
3.4.1	Utvikling av modell	24
3.4.2	Preferansemodellering	24
3.5	Konsekvensanalyse	24
3.6	Evaluering og prioritering	26
4	DISKUSJON OG KONKLUSJON	26
4.1	Konklusjoner	28
	Litteratur	30

Metoderammeverk for analyse av kriseberedskap og lavintensitetskonflikter illustrert ved en anvendelse på oljevernberedskap

1 INNLEDNING

Denne rapporten beskriver arbeid som er gjort under prosjekt 1004 – Grunnlagsforskning operasjonsanalyse (GOAL) ved FFI. Formålet med arbeidet som presenteres i denne rapporten er å utvikle og utprøve et rammeverk med OA-metoder som skal øke vår evne til å modellere og analysere komplekse og ustrukturerte problemer, samt å sørge for at usikkerhet behandles som en integrert del av analyseprosessen. Målgruppen for rapporten er primært Faggruppe operasjonsanalyse ved FFI, men rapporten vil også kunne være av interesse for andre miljøer ved FFI og i Forsvaret.

Målet med arbeidet har vært å utarbeide et metoderammeverk for støtte til beslutningsfatning i tilknytning til kriseberedskap og lavintensitetskonflikter. For å kunne analysere konkrete problemstillinger må rammeverket operasjonaliseres ved at det fylles med bestemte metoder som fungerer godt i sammen. Rammeverket beskriver i så måte bare rekkefølgen og sammenhengen mellom metodene. Følgende definisjon av en krise er hentet fra ”Kriseinformasjon i staten”, Utredning fra en arbeidsgruppe nedsatt av Administrasjonsdepartementet¹: ”En situasjon som avviker fra det som er normalt, oppstår relativt hastig, har betydning for samfunnet, truer grunnleggende verdier (liv, helse, livsgrunnlag) og krever at tiltak settes i verk raskt.” Kriser vil kunne være et resultat av tilsiktede menneskeskapte handlinger eller naturskapte hendelser. Slike situasjoner vil ofte være komplekse og preget av stor usikkerhet både når det gjelder status og videre utvikling. Kompleksiteten består ofte i at mange aktører, med tildels ulik agenda, skal samhandle. Beslutning under usikkerhet vil være et sentralt tema. De fleste metodene som sammenstilles her er tidligere beskrevet i GOAL, (1) og (5).

Operasjonsanalyse innebærer å anvende analytiske metoder for å fremskaffe et godt beslutningsgrunnlag slik at beslutningstakerne kan fatte gode beslutninger. Normalt innebærer dette å lage et så komplett og godt beslutningsgrunnlag som mulig. En forutsetning for å kunne gi god beslutningsstøtte er at man har en god forståelse for hva som er de interessante og relevante beslutningsproblemene. Et ordtak som understreker akkurat dette er: ”Det er bedre med en gal løsning av et viktig problem enn en riktig løsning av et uviktig problem.” Selve analysen vil normalt lede ut i en rangering av beslutningsalternativene med tilhørende usikkerhetsvurderinger og dokumentasjon av analyseprosessen.

¹ <http://www.statskonsult.no/prosjekt/Krisekommveileder/Kap0/0-3.htm>

1.1 Behovet for et bedre metodegrunnlag

Etter slutten på den kalde krigen har sikkerhetssituasjonen og vektleggingen av Forsvarets mange oppgaver endret seg i stor grad. Håndhevelse av norsk suverenitet er fortsatt en hovedoppgave sammen med overvåkning og etterretning for å sikre et nasjonalt beslutningsgrunnlag. Bidrag til flernasjonalt krisehåndtering inkludert fredsoperasjoner har fått økt vekt i denne perioden. Dette har ført til krav om mer mobile styrker med kortere reaksjonstid og med evne til å operere under alle værforhold og terrengforhold. Motstanderne i internasjonale krisehåndteringsoppdrag vil sjelden være tradisjonelle militære styrker. De vil ofte være etniske og religiøse grupper i en borgerkrigsliknende situasjon. Trusselen vil dermed være mer uspesifikk og asymmetrisk enn tidligere hvor Forsvaret i stor grad ble innrettet for å kunne møte en mer spesifisert trussel i forbindelse med nasjonalt selvforsvar. Ved FFI har operasjonsanalyse i hovedsak blitt benyttet innenfor tre anvendelsesområder: støtte til langtidsplanlegging, støtte til materiellanskaffelser og direkte OA-støtte til operasjoner. Spesielt stiller langtidsplanlegging og direkte OA-støtte nye krav til vårt metodegrunnlag. Økt kompleksitet og uklarhet rundt problemstillinger innebærer at man må vie problemstruktureringsfasen i starten av analyseprosessen større oppmerksomhet. Problemstruktureringsfasen er blitt viktigere fordi det innen lavintensitetskonflikter ofte vil være mange og tildels motstridende synspunkter på hva som skal være ambisjonsnivået og hvilke virkemidler som kan brukes. For å få frem flere perspektiver på beslutningsproblemet, er det viktig å beherske såkalt myke metoder i tillegg til de tradisjonelt harde metodene.

Endringene i Forsvarets oppgaver har naturlig medført endringer i analyseoppgavene ved FFI, og dermed også behov for å oppdatere og videreutvikle metodegrunnlaget for våre analyser. I denne rapporten beskrives et metoderammeverk som skal sette oss bedre i stand til å analysere komplekse og uoversiktlige problemer, slik som krisehåndtering og lavintensitetskonflikter. Rammeverket består av en kombinasjon av flere ulike OA-metoder, ofte myke kombinert med harde, som fungerer godt sammen. Rammeverket sørger også for at usikkerhet behandles som en integrert del av analysen. Ved slike problemer er det viktig å få belyst den risiko og usikkerhet som er knyttet til de forskjellige beslutningsalternativene.

1.2 Valg av case

Det er gjennomført en casestudie for å teste ut og få erfaring med bruk av et metoderammeverk som inneholder aktuelle kombinasjoner av metoder. Casestudien tar for seg oljevernberedskapen i Nordområdene ved å se på den kombinerte innsatsen av oljevernstyr og slepebåtkapasitet. Denne studien har prioritert eksperimentering med metoder fremfor det å løse problemstillinger i tilnytning til oljevernberedskapen, slik at de spesifikke resultatene fra studien ikke anses å være av tilstrekkelig kvalitet til å kunne brukes videre. Dette skyldes i første rekke for lav kvalitet på inputdata, og at konsekvensberegningssmodellen kun anses som en førsteordens tilnærming for beregning av konsekvensene av et oljeutslipp. Krisehåndtering med Forsvaret som en sentral aktør inngår som viktige element i casen. Valget av case preges av at det også er et mål å øke instituttets kunnskap om Nordområdene.

Norske havområder inneholder viktige energi- og fiskeressurser og det krever norsk evne til suverenitetshevdelse og myndighetsutøvelse for at vi skal kunne sikre en bærekraftig utvikling i disse områdene. En bærekraftig utvikling innebærer at det er en balanse mellom økonomisk utvikling og miljømessige hensyn. Kravet til sikkerhet er dermed både miljømessig og økonomisk begrunnet.

Forsvaret er en viktig aktør innen oljevernberedskapen gjennom KYBAL (Forsvarets kystberedskap og aksjonsledelse). KYBAL innebærer at Forsvaret skal kunne lede aksjoner i forbindelse med situasjoner hvor det kreves hurtig iverksettelse av tiltak for å forhindre at en ulykkes- eller krisesituasjon utvikler seg. Kystvaktens store fartøyer har en viktig rolle i oljevernberedskapen. De har med oljevernutstyr i tillegg til at de har god slepekapasitet. Kystvaktens mindre fartøyer bidrar også med utlegging av lenser og oppsamling av olje. Innen oljevernberedskapen gir Forsvaret støtte til sivile myndigheter, i dette tilfellet Kystverket, som har det overordnede ansvaret.

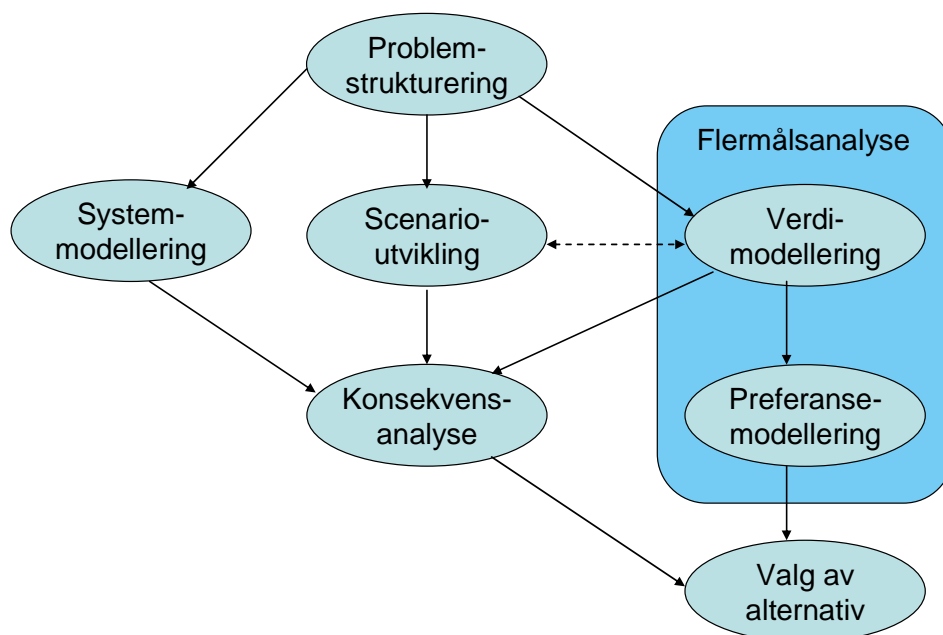
2 BESKRIVELSE AV METODERAMMEVERK

I kapittel 1.1 ble det argumentert for behovet for et nytt og bedre metodegrunnlag for å styrke vår evne til å analysere moderne militære operasjoner. I denne studien er det sett på ulike kombinasjoner av OA-metoder i et metoderammeverk – ofte myke metoder i kombinasjon med harde. I litteraturen refereres det ofte til begrepet ”multimetoder”, som forenklet betyr kombinasjoner av metoder som fungerer godt sammen. I kapittel 13 i (2) fremfører Mingers tre argumenter for multimetoder. Først og fremst karakteriseres analyseproblemer knyttet til den virkelige verden av at de er multidimensjonale ved at økonomiske, sosiale, kulturelle og psykologiske faktorer er viktige i tillegg til teknologiske og materielle faktorer. Ulike perspektiver krever normalt ulike metoder. Arbeidet innenfor mer omfattende problemområder deles normalt inn i flere faser hvor hver fase har sine egne problemstillinger og metodiske utfordringer. Bruk av metoder som overlapper, dvs. løser det samme problemet med forskjellige metoder, kan gi bedre innsikt og høyere troverdighet til resultatene. I dette kapitlet beskrives et metoderammeverk for prosessen fra problemstrukturering og fram til de rangerte beslutningsalternativene med tilhørende usikkerheter. Elementene i dette rammeverket er illustrert i Figur 2-1.

2.1 Problemstrukturering

Hvis det i utgangspunktet ikke er klart hva som skal analyseres under hvilke forutsetninger, vil det være nødvendig å starte med å formulere og strukturere problemet. Problemstruktureringen dreier seg som navnet sier om å strukturere og presisere det som oppfattes problematisk for dermed om mulig å komme fram til et omforent syn på hva som skal gjøres (hvilke problem som skal løses). Hvis man ikke kommer fram til et omforent syn, må eieren av problemet ta en beslutning om veien videre basert på de alternativ som til da er fremkommet i prosessen. Det fins en rekke problemstrukturierende metoder (PSM). Mange av disse er beskrevet i (1), (2). Soft Systems Methodology (SSM) er en av de mest kjente og anvendte PSM, og er av denne grunn

benyttet i casestudien.



Figur 2-1 Metoderammeverk for å støtte beslutningstaking under usikkerhet

SSM karakteriseres blant annet ved at deltagerne i strukturingsprosessen sammen tegner et rikholdig bilde. Det rikholdige bildet bør inneholde de viktigste prosesser og strukturer som har betydning for problemsituasjonen. Man bør også ta med mer uformelle momenter. Betegnelsen rikholdig gir en påminnelse om at det er viktig at alternative syn på problemsituasjonen kommer til uttrykk. På grunnlag av det rikholdige bildet vil man diskutere seg fram til en eller flere transformasjoner som bidrar til å gjøre problemsituasjonen lettere. Identifisering av transformasjoner, T, er viktig innenfor SSM. T er sammen med andre momenter av betydning inkludert i "huskeordet" CATWOE:

Client	Den/de som berøres av transformasjonen
Actor	Den/de som utfører transformasjonen
Transformation process	Angir hva som transformeres med tilhørende start- og slutttilstand
World view	Verdenssynet til de involverte gruppene
Owner	Den/de som "eier" problemet og som kan iverksette/stanse arbeidet med det
Environmental constraints	Beskrankninger som ligger utenfor eiers myndighet, f.eks. offentlige lover og regler

Det er vanlig med flere iterasjoner før man har kommet fram til et rikholdig bilde med

tilhørende transformasjoner som man er fornøyd med.

PSM har en sentral rolle i metoderammeverket. Bruk av PSM skal øke muligheten for at de involverte har en felles forståelse av hva problemet er og betingelsene for å kunne løse det. Resultatene vil bli brukt i flere av de etterfølgende trinnene. Når SSM brukes vil scenarioutviklingen særlig bygge på verdenssynet og eksterne beskrankninger. Det kan også være en god del å hente fra det rikholdige bildet når det gjelder identifisering av usikre faktorer. Verdimodelleringen vil dra nytte av verdenssynet og det som fremkommer under "Client" når det gjelder hvem som berøres.

Det siste trinnet i Figur 2-1 er valg av alternativ. Spesifiseringen av de aktuelle alternativene som skal vurderes der hører hjemme her under problemstruktureringen. Hvilke alternativ det er aktuelt å vurdere, henger nøye sammen med hvilke ressurser som antas tilgjengelige. Det rikholdige bildet vil etter en del iterasjoner kunne inneholde viktige opplysninger om ressurser i nåsituasjonen samt behov for ressurser i tilknytning til foreslåtte endringer. Ressurser vil her være disponibelt mannskap, sensorer, informasjonsinfrastruktur og spesifikt utstyr som er nødvendig for å kunne gjennomføre et aktuelt alternativ.

Når SSM brukes, vil transformasjonene danne et godt utgangspunkt for utarbeidelsen av beslutningsalternativene siden transformasjonene sier mye om hvilke endringer man finner det interessant å vurdere. Til disse transformasjonene vil det være knyttet en del beslutninger som må tas og gjennomføres. Man prøver her å spesifisere beslutningsalternativer som grovt dekker de aktuelle transformasjonene. Man må her være påpasselig med å få inkludert et nullalternativ/referansealternativ. Dette er spesielt viktig hvis man i tillegg til relative forskjeller mellom alternativene også vil ta hensyn til absolutte forskjeller. Som referansealternativ vil det ofte være aktuelt å velge det som er nåsituasjonen eller vanlig praksis fremskrevet til beslutningstidspunktet. Referansealternativet kan også være å unnlate å reagere på situasjonsendringer, dvs. man fortsetter som før eller gjør ingenting. Tilgjengelige ressurser har også innvirkning på beslutningsalternativene. Et alternativ kan innebære en omorganisering av dagens ressurser, mens et annet alternativ kan dreie seg om en god anvendelse av nye ressurser.

Som et siste ledd i problemstruktureringen bør man tenke gjennom hvilke metoder som er best egnet for å analysere de aktuelle delproblemene. For eksempel kan det være aktuelt med simuleringsmodeller for å beregne konsekvensene av ulike beslutningsalternativ.

2.2 Systemmodellering

Transformasjonene og beslutningsalternativene som er nevnt ovenfor må vurderes innen rammen av et eksisterende eller planlagt system. I casen som er skissert i 1.2 vil systemet være dagens oljevernberedskap i Nordområdene. Det er en rekke forhold som må vurderes i forbindelse med modellering av slike store og komplekse systemer. Først må man ta stilling til hva som skal modelleres og hvor detaljert dette skal gjøres. Kunsten er å modellere de deler av systemet som har betydning for beslutningene tilstrekkelig detaljert. I mange tilfeller vil systemet som skal modelleres være et fremtidig system man planlegger å anskaffe. Da får man i

tillegg utfordringen med å modellere et ikke-eksisterende system på tilsvarende detaljeringsnivå som dagens system. En vanlig måte å modellere slike system på er å lage en stokastisk simuleringsmodell. I tillegg til å gi økt innsikt i systemets virkemåte, vil simuleringsmodellen ofte brukes til å konsekvensberegne ulike beslutningsalternativer. I en modell med mange variabler er det ofte vanskelig å gi en ubetinget beskrivelse av de ulike variablenes betydning. Man står ofte igjen med utsagn av typen: Med lite vind og lav bølgehøyde vil lenser være effektive i bekjempelsen av oljesøl.

2.3 Scenarioutvikling

Et scenario kan ses på som en beskrivelse av en mulig fremtidig situasjon og utviklingen frem til denne situasjonen. Dette til forskjell fra prognoser hvor målet er å beskrive den mest sannsynlige utviklingen. Scenariene viser hva som kan skje uten å ta stilling til hvor sannsynlig de ulike utviklingsbanene og fremtidssituasjonene er. Scenarioutvikling i denne sammenheng består i å beskrive et passende antall scenarier som kan tjene som testomgivelser for de beslutningsalternativer en ønsker å studere. Bruk av scenarier tjener dermed til å representere usikkerheten omkring den fremtidige utviklingen av eksterne ukontrollerbare faktorer, som kan påvirke beslutningene. Det er naturlig å hente informasjon om blant annet aktører og omgivelser fra problemstruktureringen. I denne casen som drøftes her vil scenariene i første rekke være beskrivelser av problemfartøyet, dets oljeutslipp, sårbare områder omkring utslippet og værforholdene.

Scenarioutvikling og bruk av scenarier i beslutningssituasjoner er fylldig beskrevet i van der Heijden (3) og Goodwin & Wright (4). Her skal en bare kort referere noen sentrale momenter og metoder i tilknytning til scenarioutvikling.

Det fins en rekke ønsker og krav til scenarier:

- Det bør utarbeides minst to scenarier for til en viss grad å reflektere usikkerheten. Erfaringsmessig blir det ofte for arbeidskrevende og upraktisk med mer enn fire scenarier.
- Hvert scenario bør være troverdig i den forstand at det har en logisk utvikling og at hendelsene i scenariene er innbyrdes konsistente.
- Scenariene må være relevante for det aktuelle problemfeltet. De må derfor representere omfattende og utfordrende testomgivelser for de aktuelle beslutningsalternativene man ønsker å studere.
- Scenariene bør også gi nye og originale perspektiv på det aktuelle problemfeltet.

Det fins mange metoder for utarbeidelse av scenarier. Her nevnes kort to av dem.

2.3.1 Metoden med drivende krefter

De innledende stegene for denne metoden minner mye om problemstrukturering ved at man skriver ned momenter man mener har betydning på f. eks. gule lapper. Disse lappene plasseres så etter sitt innhold i et aksesystem. Aksene avspeiler to dimensjoner: grad av forutsigbarhet og

grad av betydning/konsekvenser. Grad av forutsigbarhet lar seg ikke angi eksakt, men kursverdien på en aksje en måned fram i tid kan sies å ha liten forutsigbarhet. Antall norske attenåringer i 2015 vil ha høy grad av forutsigbarhet. Man retter så oppmerksomheten mot klyngen av de faktorer som har liten forutsigbarhet og stor betydning. Disse faktorene prøver man så å gruppere i undergrupper med klare fellestrekk. Fra disse undergruppene prøver man så å identifisere hvilke ”drivende krefter” som ligger bak disse lite forutsigbare faktorene. Med drivende kraft forstår man en variabel som har en relativ høy grad av forklaringskraft i forhold til de data som vises i klyngen. Blant disse drivende kreftene plukker man så ut de to til tre som antas å ha størst betydning for beslutningsproblemet. For hver faktor forsøker man å anslå variasjonsbredden innenfor den aktuelle tidshorizonten. Eksempelvis kan man anslå årlig inflasjon til å ligge mellom 0,5 % og 6,5 % i kommende tiårsperiode.

Ved å kombinere ekstremverdier fra de drivende kreftene, lager man skjeletter til tre til fire scenarier. Morfologisk analyse som beskrives nedenfor er godt egnet til å plukke ut hensiktsmessige verdikombinasjoner fra de drivende kreftene. Disse skjelettene utfylles til scenarier ved blant annet å skrive inn faktorer som befinner seg andre steder i aksesystemet. Faktorer med høy forutsigbarhet og liten betydning vil kunne passe inn i de fleste scenariene. Det er anbefalt å utvikle scenarier langs en tidsakse som starter med dagens situasjon og avsluttes ved den aktuelle tidshorizont. Det er viktig med en konsistenssjekk før scenariene tas i bruk. Bruken består ofte i å vurdere hvordan de enkelte handlingsalternativene hevder seg innen de forskjellige scenariene. På litt lengre sikt vil disse scenariene kunne bidra til at beslutningstaker greier å identifisere gunstige og ugunstige utviklingstrekk tidligere og dermed få mulighet til raskere å kunne reagere på disse.

2.3.2 Metode basert på morfologisk analyse

Morfologisk analyse (12) er en metode for problemstrukturering med påfølgende konstruksjon av scenarier. Metoden er velegnet når det er mange dimensjoner, n , som inngår i scenariene og hver dimensjon kan anta flere nivåer, m_j , for $j = 1, 2, \dots, n$. Det totale antall forskjellige kombinasjoner, K , blir $K = m_1 * m_2 * \dots * m_n$. Selv med en liten verdi på n blir K fort så stor at det blir praktisk uoverkommelig å behandle alle mulige kombinasjoner (scenarier).

Hovedprinsippet i morfologisk analyse er at man betrakter faktorene parvis og stryker kombinasjoner som ikke er konsistente. I Tabell 2.1 vil f.eks. en vindstyrke på 0–10 m/s være uforenlig med en bølgehøyde > 6 m. På denne måten vil man få redusert antall aktuelle kombinasjoner betydelig. Som regel vil det være igjen flere kombinasjoner enn det er aktuelt å arbeide videre med, men reduksjonen gjør det lettere å få oversikt og dermed kunne velge ut de kombinasjonene man skal arbeide videre med. Man kan f.eks. gå videre med ekstremverdikombinasjonene pluss et par scenarier til hvor man varierer nivåene på et par av de drivende kreftene.

Det kan være aktuelt med visse justeringer av scenariene senere i prosessen, og da spesielt i forbindelse med konsekvensanalysen i 2.5.

Avstand til sårbare områder (nm)	Total mengde olje (m ³)	Skipets tilstand	Lekkasjerate (m ³ /t)	Vindretning for pålandsvind (Nord = 360°)	Vindhastighet (m/s)	Bølge-høyde (m)
Kort (0–2)	0–5000 (Bunkers)	Ikke i ferd med å synke	Lav (0–50)	165–194	Bris (0–10)	Lav (0–0,5)
Middels (3–9)	(5000– 50000) Liten oljetanker	Vil synke i løpet av få dager	Middels (50–100)	195–224	Kuling (10–20)	Middels (0,5–2,5)
Lang (> 10)	(50000–150000) (Middels oljetanker)	Vil synke i løpet av timer	Høy (100–500)	225–254	Storm (>20)	Middels-høy (2,5–6)
	> 150000 (Stor oljetanker)		Meget høy (> 500)	255–284		Høy (>6)
				285–314		
				315–344		

● Scenario 1 ● Scenario 2 ● Scenario 3

Tabell 2.1 Nivåkombinasjoner av de valgte dimensjoner for ulike scenarier

2.4 Flermålsanalyse

Flermålsanalyse er en strukturert og etterprøvbar fremgangsmåte for å velge mellom beslutningsalternativer når flere mål og kriterier legges til grunn for beslutningen, og hvor målene ofte vil kunne være i konflikt med hverandre. En flermålsanalyse finner ikke den optimale løsningen i matematisk forstand, men den løsningen som i størst grad tilfredsstiller beslutningstakers preferanser. En flermålsanalyse består i hovedsak av tre steg; først å bygge en flermålsanalysemodell med mål og kriterier, dernest modellering av beslutningstakers preferanser og til sist anvende flermålsanalysemodellen til å evaluere og prioritere mellom beslutningsalternativene. Det finnes flere ulike fremgangsmåter som kan benyttes. I (5) er det nevnt tre hovedkategorier:

- Verdi- og nyttefunksjonsmetoder
- Rangeringsmetoder
- Mål- og referansepunktsmetoder

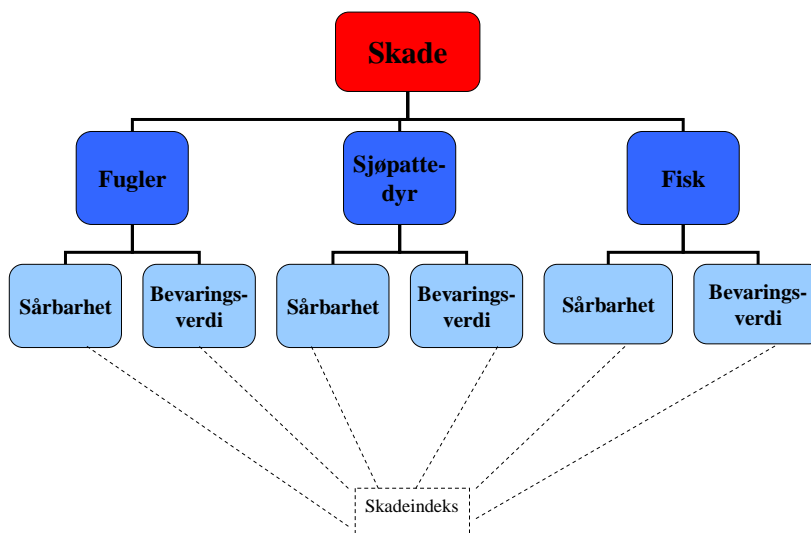
Valg av metode er ikke trivielt, men i praksis vil en ofte velge metoder man i utgangspunktet har kjennskap til, selv om dette ikke nødvendigvis er den beste metoden for det foreliggende beslutningsproblemet. I (5) trekkes det opp noen hovedretningslinjer for valg av metode. Det kanskje viktigste å tenke på er hvorvidt analysen skal gjøres ”back office”, dvs. analysen gjennomføres av analytikere uten særlig innblanding av beslutningstakere/interessenter, eller om den skal gjennomføres i nært samarbeid med disse. I det siste tilfellet er det viktig å gjøre seg opp en mening om hvordan man best kan gå frem for å bygge et omforent målhierarki. Videre må man finne en egnet fremgangsmåte for å belyse og modellere beslutningstakers preferanser. Spesielt stor er denne utfordringen når det er flere enn én beslutningstaker eller interessent involvert i beslutningsprosessen.

2.4.1 Utvikling av modell

Det finnes i prinsippet mange fremgangsmåter som kan benyttes for å bygge en flermålsanalysemodell. To konseptuelt ulike metoder er verdimodellering og alternativmodellering. I verdimodellering tas det utgangspunkt i en diskusjon rundt verdier og målsettinger før man diskuterer beslutningsalternativene. Den andre fremgangsmåten tar utgangspunkt i beslutningsalternativene og bygger en flermålsanalysemodell med utgangspunkt i disse. Valg av fremgangsmåte vil avhenge av type beslutningsproblem.

Det er ofte naturlig å organisere mål, delmål og kriterier i en trestruktur (hierarki) hvor beslutningsalternativene vurderes opp mot kriteriene på laveste nivå i hierarkiet. Disse kriteriene er knyttet opp mot målevariabler, som enten kan måles på en kardinalskala eller hvor konsekvenser kan relateres til en ordinal skala.

Figur 2-2 gir et eksempel på verdier i en slik trestruktur eller verdihierarki. For mer informasjon om verdimodellering og preferansmodellering henvises det til (5).



Figur 2-2 Verdihierarki for miljø ved oljeutslipp til sjøs

For å sikre at verdi/målhierarkiet er hensiktsmessig bør man tenke igjennom følgende:

- Hierarkiet bør være komplett. Dette innebærer at alle verdiene som beslutningstaker vil vektlegge, er med i hierarkiet.
- Hierarkiet bør være operasjonelt/praktisk anvendbart/brukbart. Dette betyr at verdiene på laveste nivå er slik at det er mulig å angi hvordan de forskjellige alternativene skårer i forhold til hver enkelt av disse verdiene.
- Kriteriene i hierarkiet bør kunne vurderes uavhengige av hverandre i den forstand at konsekvensene for et alternativ på et kriterium ikke avhenger av konsekvensene for alternativet på andre kriterier. I et luftforsvarssystem vil f.eks. lang rekkevidde på

missilene ha liten betydning hvis radaren har kort rekkevidde og vice versa.

- Det bør ikke være redundans i hierarkiet. For eksempel vil det ikke være riktig å ha både stort sylindervolum og høyt dreiemoment som verdier ved en beslutning om bilkjøp. Begge representerer verdien ”sterk motor”.
- Hierarkiet bør være så lite og transparent som mulig.

2.4.2 Preferansemodellering

Det finnes flere ulike fremgangsmåter for å belyse og modellere beslutningstakers preferanser, men felles for de fleste er at preferanser representeres på to nivåer:

- Ved vektorer knyttet til de enkelte kriteriene
- Preferanser knyttet til vurderinger av verdien av å oppnå forskjellige ytelser/konsekvenser knyttet til hvert enkelt kriterium.

I casestudien presentert under benyttes en verdifunksjonsmetode hvor det er utviklet et verdi/målhierarki og hvor preferanser uttrykkes gjennom vektorer og preferansefunksjoner. I denne casen kan konsekvensene på alle kriteriene måles på en kardinal skala. Figur 2-2 viser et utsnitt av dette verdi/målhierarkiet.

2.5 Konsekvensanalyse

I konsekvensanalysen stiller man sammen det som ovenfor er beskrevet under problemstrukturering, scenarioutvikling, systemmodellering og flermålsanalyse. Hensikten er å anslå konsekvensene av de aktuelle beslutningsalternativene under ulike testbetingelser/forutsetninger. Forutsetningene dreier seg i stor grad om en usikker framtid og de er her representert i de scenariene som er laget under scenarioutvikling. For hvert beslutningsalternativ og hvert scenario beregner/anslår man så konsekvensene på hvert enkelt kriterium i flermålsanalysemodellen. Dette gir ofte mange kombinasjoner som må beregnes.

I den valgte casen vil f. eks. en kombinasjon bestå i å beregne skaden på sjøpattedyr (verdi) når det skadde fartøyet slepes til nødhavn (beslutningsalternativ) gitt visse forutsetninger om blant annet oljemengde, vindretning og bølgehøyde (scenario). For å kunne foreta disse effektberegningene/skadeberegningene vil man ofte utvikle en stokastisk simuleringsmodell.

2.6 Evaluering og prioritering

I evalueringen av beslutningsalternativene sammenstilles resultatene av konsekvensanalysen og preferansemodelleringen som det er redegjort for i de to foregående avsnittene. Fra konsekvensanalysen får man skåren til hvert alternativ på hvert kriterium i hvert scenario. Hver skår transformeres så til en verdi mellom 0 og 100 ved hjelp av den tilhørende verdifunksjonen. Disse verdiene aggregeres til en total verdi for det øverste målet i verditreet. Ved å sammenligne verdiene på det øverste nivået, kan man rangere alternativene.

I vårt rammeverk benyttes scenarier til å beskrive fremtidige usikre situasjoner som kan medføre forskjellige konsekvenser av en beslutning. Bruk av scenarier gir mulighet for å komme frem til robuste løsninger som ikke nødvendigvis er optimale i noen av scenariene, men som til gjengjeld gir en god nok løsning over mengden av scenarier. Det finnes flere kjente beslutningsregler som kan anvendes for dette formål. Wald-kriteret innebærer å velge det alternativet som gir det beste garanterte utbyttet, dvs. velge maximin løsningen, som er risikoavers fremgangsmåte. Savages valgkriterium innebærer å velge det alternativet som medfører minst anger ved å konstruere en såkalt angrematrise med utgangspunkt i konsekvensmatrisen. Sist, men ikke minst kan man velge å benytte det såkalte Laplace-kriteriet som innebærer å velge det alternativet som gir størst gjennomsnittelig utbytte. Bakgrunnen for dette kriteriet er at man erkjenner at man ikke har kunnskap om sannsynligheten for ulike fremtidige situasjoner og at scenariene derfor bør tillegges lik vekt. Hvis man derimot skulle ha kunnskap nok til å kunne estimere sannsynligheter for ulike utfall bør man velge det alternativet som maksimerer forventet nytte.

2.7 Behandling av usikkerhet

Beslutning under usikkerhet er et sentralt tema i denne rapporten. I dette kapitlet er usikkerhet og behandlingen av den nevnt flere steder. I dette delkapitlet vil en forsøke å klassifisere forskjellige former for usikkerhet og angi hvordan disse kan behandles med henvisning til de foregående delkapitlene.

Når en leser om behandling av usikkerhet i forbindelse med beslutningsstøtte og operasjonsanalyse, treffer en på mange inndelinger: intern/ekstern, kontrollerbar/ukontrollerbar, aleatorisk/epistemisk, streng/ikke streng og usikkerhet som angår verdier/tilstøtende beslutningsområder/omgivelser. Det er tydelig at det er vanskelig å finne en hensiktsmessig inndeling som passer for alle situasjoner. I fremstillingen her har en funnet det hensiktsmessig først å avgjøre om usikkerheten lar seg representere ved en sannsynlighetsfordeling på en akseptabel måte. En sannsynlighetsfordeling krever en del kunnskap og forståelse angående den aktuelle variabelen. Usikkerhet som kan representeres ved en sannsynlighetsfordeling faller stort sett sammen med det som ovenfor er betegnet som aleatorisk eller ikke streng usikkerhet. Vindhastighet, bølgehøyde og lufttemperatur er eksempler på variabler med usikkerhet av denne typen.

Situasjoner hvor man ikke har nok kunnskap til å lage sannsynlighetsfordelinger kan inndeles på mange måter. Her har en funnet det nyttig å skille mellom tilfeller hvor usikkerheten dreier seg om verdier og tilfeller som bunner i kunnskapsmangel. Usikkerhet angående verdier prøver en å representere ved alternative målhierarki og kriterier. Ved manglende kunnskap prøver en å belyse usikkerheten ved hjelp av flere scenarier som beskrevet i kapittel 2.3. Alle scenariene anses som mulig, men man har ikke kunnskap nok til å tilordne noen sannsynlighet til disse scenariene.

3 ANVENDELSE AV METODERAMMEVERK PÅ CASE

Casestudien ble gjennomført for å eksperimentere med og teste ut metoderammeverket beskrevet i kapittel 2. Formålet var å få erfaring med utvikling og bruk av slike metoderammeverk.

Det var videre ønskelig med Forsvaret som en av aktørene og en geografisk plassering i Nordområdene. En tradisjonell ressurskonflikt med Russland om fisk ble først vurdert, men man anså at dette ga litt lite spillerom for anvendelse av de aktuelle metodene. Man gikk så over til å vurdere aktuelle spørsmål i forbindelse med anvendelsen av oljevernressurser for å beskytte miljøet i forbindelse med den økende oljeaktiviteten i Nordområdene. Ressursene kan anvendes til å redusere sannsynligheten for at en ulykke inntreffer og til å begrense skadene når en ulykke har inntruffet. Tiltak for å redusere sannsynligheten for at en ulykke inntreffer er referert og studert i (8). Påbudte seilingsleder og ”routing” av skipstrafikken ut til 25-30 nautiske mil er viktige tiltak i denne forbindelse. Siden Forsvaret er mer involvert i det skadebegrensende arbeidet enn i det forebyggende, valgte man å studere en situasjon hvor en ulykke har skjedd. Målet var å kunne beskrive en sammensetning av metoder som gjør det mulig å velge det handlingsalternativet som gir minst skader på miljøet når det tas hensyn til ekstern usikkerhet. For å kunne lage en case med tilstrekkelig grad av realisme, var det nødvendig å fremskaffe en god del bakgrunns litteratur. Følgende tema ble studert:

- Pågående og planlagt aktivitet knyttet til olje- og gassutvinning med tilhørende sårbare områder. To sentrale dokument i denne sammenheng er Stortingsmelding nr. 14 om sjøsikkerhet og oljevernberedskap (7) og Stortingsmelding nr. 8 som er forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (6).
- Tidligere uhell og utslipp med mottiltak og resultat. Virkelige hendelser i norsk farvann er beskrevet i Nasjonal slepeberedskap (8). Informasjon om større ulykker utenlands har en funnet ved søk på internett. Blant de mer kjente er Amoco Cadiz (1978), Exxon Valdez (1989), Kirki (1991), Braer (1993), Erika (1999) og Prestige (2002).
- Organisasjon og utstyr til bekjempelse av utslipp. Rapporten ”Risikobasert dimensjonering av statlig beredskap mot akutt forurensning” (9) fra SFT inneholder mye informasjon om dette temaet.
- Statistikk over vindhastigheter og bølgehøyder i de aktuelle områdene. Fordelinger over vindhastigheter i aktuelle områder er hentet fra Meteorologisk institutt.² Anslått bølgehøyde er hentet fra en tabell over bølgehøyde som funksjon av vindhastighet.

3.1 Problemstrukturering

Etter å ha lest en del i bakgrunns litteraturen som er nevnt ovenfor, startet vi med problemstruktureringen. Beskrivelsen i starten av dette kapitlet tilsvarer beskrivelsen av problem-situasjonen i SSM-sammenheng. Siden hovedvekten i dette arbeidet lå på det metodemessige, deltok kun prosjektets medarbeidere i tegningen av det rikholdige bildet som er et sentralt element i anvendelsen av SSM-metodikken. Dette medførte nok at en del elementer ikke kom med i det rikholdige bildet – spesielt uformelle prosesser o.l. Siden tegningen ble basert på (7)

² www.met.no

med tilhørende grunnlagsdokumenter, regner en likevel med at hovedmomentene kom med i det rikholdige bildet.

Bare deler av SSM-metodikken ble anvendt. En vekslet i stor grad mellom det rikholdige bildet og alternative CATWOE-er. Dette førte til en gradvis utdypning av det rikholdige bildet. Oppmerksomheten ble etter hvert konsentrert om å definere et passende sett med beslutningsalternativer for aksjonsledelsen. Resultatet ble i korthet at casen som er valgt består i at et fartøy får problemer og at olje (bunkersolje, råolje) slippes ut. Aksjonsledelsen vil her ha valget mellom tre hovedalternativer:

- Holde fartøyet i ro og bekjempe utslippet på stedet.
- Slepe fartøyet inn til nødhavn eller strandsettingsplass.
- Slepe fartøyet vekk fra kysten.

Et nullalternativ der man ikke gjør noe som helst, ble innført som referanse. Kombinasjonen av slepebåter, nødhavner og oljevernutstyr er oss bekjent ikke studert tidligere – i alle fall ikke i norsk sammenheng. I casen vil en prioritere å studere beslutningsalternativene i ulike scenarier. Målet er å finne hvilken beslutning som vil medføre minst miljøskade i de ulike scenariene.

I første runde studeres godheten av beslutningsalternativene innenfor rammene av dagens oljevernberedskapssystem med hensyn til mengde av utstyr og lokaliseringen av dette. I en oppfølgende runde kan det være aktuelt å studere hvilke utstyrsmessige og organisatoriske endringer som best reduserer skadene ved et oljeutslipp innenfor gitte budsjettammer.

3.2 Systemmodellering

For å beregne konsekvensene av de ulike beslutningsalternativene i forskjellige scenarier, ble det utviklet en simuleringsmodell i Crystal Ball³ av oljevernberedskapen og dens evne til å bekjempe oljeutslipp. Siden hovedvekten i denne studien ligger på det metodemessige, er denne simuleringsmodellen for enkel til at den kan gi spesifikke resultater av interesse for norsk oljevernberedskap. Dette forhold vil fremgå klart av følgende kortbeskrivelse av de viktigste elementene i modellen.

Modellen simulerer hvordan oljen som strømmer ut av det skadede fartøyet sprer seg over tid. Lekkasjeraten fra det skadede fartøyet antas konstant over hele lekkasjeperioden. Det antas konstant vindretning og vindstyrke i hele simuleringsperioden på fem døgn. Oljeflaket sprer seg som en trekant definert av grensene for overflateoljen og den nedblandete oljen. Det registreres hvorvidt oljeflaket treffer sårbare områder og konsentrasjonen av olje idet slike treff forekommer. Konsentrasjonen av olje i flaket beregnes med en oppløsning på en time. Konsentrasjonen er lik mengden av olje sluppet ut i løpet av en time dividert med det arealet den aktuelle oljen dekker. Det tas ikke hensyn til at oljemengden over tid reduseres på grunn av blant annet fordampning og nedblanding i sjøen. Modellen inneholder ikke terreng i form av øyer og kystlinje.

³ Crystall Ball Risk Analysis Software and Solutions, Decisioneering: www.decisioneering.com

Sårbare områder representeres som punkt som enten treffes eller ikke treffes av flaket. Beregnet konsentrasjon for et truffet sårbart område sammenlignes med områdets tålegrenser. Alle depoter, slepebåter og nødhavn antas å være identisk utrustet. Man bruker alltid nærmeste (i avstand) depot, slepebåt og nødhavn. Bruk av lenser har kun effekt på total mengde olje som når et sårbart område. Lensene⁴ opereres nær skipet der oljen er mest konsentrert og oppsamlingskapasiteten kan utnyttes. Oppsamlingskapasiteten varierer med bølgehøyden og leses ut av en tabell. Bølgehøyden beskrives som en funksjon av vindhastigheten. Det legges ikke ut lenser ved sårbare områder for å beskytte dem.

3.3 Scenarioutvikling

Med avklaringen av beslutningsalternativer, ble det behov for å gå nærmere inn på tilgjengelige ressurser i oljevernet og lokaliseringen av disse. Nedenfor følger en kort beskrivelse av de ressurser som er tilgjengelige for å bekjempe et oljeutslipp. Bekjempe betyr at man både vil forsøke å begrense mengden olje som slippes ut samtidig som man reduserer skadevirkningen av den oljen som allerede er sluppet ut. Med den overordnede modelleringen som utføres i denne casen, tas det i hovedsak hensyn til tre typer ressurser.

Slepebåter er en viktig ressurs. De kan bidra på flere måter. I noen tilfeller vil de bidra til å begrense mengden olje som slippes ut ved at de kan slepe havaristen til smulere farvann slik at gjenværende olje kan losses på en kontrollert måte. Slepebåtene kan redusere skadevirkningene ved at de sleper havaristen vekk fra sårbare områder til mindre sårbare områder som en av de fastlagte nødhavnene/strandsettingsplassene. Slepebåtene vil også ha med seg noen oljelenser for å kunne begrense spredningen av olje som er sluppet ut. I tilknytning til det geografiske området (Vesterålen - Loppa) som betraktes i denne casen, fins det slepebåter som er kraftige nok for store oljetankere i Sortland og Skjervøy. Det fins også slepebåter for mindre oljetankere i Narvik og Tromsø. Redningsselskapet (NSSR) har redningsbåter med en viss slepekapasitet stasjonert en rekke steder i området.

Oljelenser og oljeoppsamlingsutstyr er viktig for å begrense skaden av olje som er sluppet ut. Effektiviteten av dette utstyret vil avta raskt ved vindgenererte bølger over 2,5 m. Ved bølgehøyder over ca. 3,5 m har det liten hensikt å anvende dette utstyret. I tilknytning til det området som betraktes her, fins det statlige oljeverndepoter i Lødingen, Sortland, Tromsø, Skjervøy og Hammerfest. Norsk oljevernforening for operatørselskap (NOFO) har i tillegg et depot i Hammerfest.

Et mulig tiltak for å begrense skadevirkningene av et oljeutslipp er å taue havaristen til en nødhavn eller en strandsettingsplass. Nødhavn og strandsettingsplasser er utpekt av Kystverket og er områder som er mindre sårbare ovenfor oljeforurensning, og som kan sperres av med lense-systemer. Hvis havaristens tilstand tillater det, vil det i en del tilfeller være et aktuelt alternativ å slepe havaristen til en slik nødhavn. Det kan være vanskelig å vurdere om det er riktig å starte slepingen av havaristen til en nødhavn siden man kan risikere å spre oljesølet til

⁴ Lensene som benyttes i modellen har kapasitet tilsvarende havgående lense-systemer av typen Transrec.

større områder. Videre kan havaristens tilstand forverre seg underveis slik at man får et forlis i nærheten av et minst like sårbart område som der man startet slepingen. I tilknytning til det området som betraktes her, fins det nødhavner i Finnvik, Malnesfjorden, Andenes, Lysbotn, Hermansfjord og Langfjorden.

Etter at tilleggsinformasjon av typen ovenfor var innhentet, fylte man ut det rikholdige bildet med de nye elementene. Fra det rikholdige bildet plukket man så ut de momentene som man antok hadde betydning for skadeomfanget av oljeutslippet. Disse momentene ble så vurdert i forhold til forutsigbarhet og grad av betydning og plassert i et aksesystem som beskrevet i 2.3.1 om drivende krefter. Avstanden fra utslippspunktet til de sårbare områdene er et eksempel på et moment/faktor som har betydning for skadeomfanget. Gitt utslippspunktet er det minimal usikkerhet/uforutsigbarhet knyttet til denne faktoren. Vindretning er en faktor som har stor betydning og en god del usikkerhet knyttet til seg hvis man betrakter en periode på noen dager. Tilstanden til fartøyet som har sluppet ut olje er åpenbart en annen viktig faktor. Graden av forutsigbarhet vil variere fra situasjon til situasjon. I noen tilfeller vil usikkerheten være lav da det vil være åpenbart at fartøyet er lite skadet og bare vil slippe ut en begrenset mengde med olje. Usikkerheten vil også være lav dersom det synes klart at fartøyet vil synke innen få timer. Det vil være større usikkerhet knyttet til vise mellomsituasjoner. Det kan være vanskelig å anslå skadeomfanget på fartøyet og man kan frykte at det vil synke i løpet av 6–12 timer hvis været forverres. Vindretning og skipets tilstand ble vurdert til å være de to viktigste drivende kreftene.

De drivende kreftene ble sammen med andre betydningsfulle moment samlet i en tabell for morfologisk analyse. Resultatet er vist i Tabell 2.1. Inndelingen i intervall for hver dimensjon vil være preget av en del skjønn. Dette går både på antall intervall og plasseringen av skillene mellom dem. For eksempel ble vindhastigheten inndelt i tre intervall (0–10) m/s, (10–20) m/s og >20 m/s. Man kunne alternativt ha valgt (0–5) m/s, (5–10) m/s, (10–15) m/s, (15–25) m/s og >25 m/s. Siden hovedvekten i denne studien er lagt på det metodemessige, ble det nok valgt færre intervall enn det ville blitt gjort i en situasjon hvor hovedvekten hadde ligget på resultatene. På den annen side vil antall scenarier man makter å behandle være lite i forhold til antall mulige scenarier, selv med få intervall i hver dimensjon. I den morfologiske analysen ble mange kombinasjoner fjernet fordi de var urimelige, f.eks. bølgehøyde (0–0,5) m kombinert med vindstyrke >20 m. De tre valgte scenariene er markert med fargekoder i Tabell 2.1. Etter at intervallene i store trekk var bestemt for de enkelte scenariene, ble det fortatt visse justeringer for å få til en passende geografisk plassering. Nedenfor følger en kort beskrivelse av de tre scenariene. Deres geografiske plassering er vist i Figur 3-1.

3.3.1 Scenario 1

Trafikkbildet i dette scenariet tilsvare scenario A beskrevet i (10).

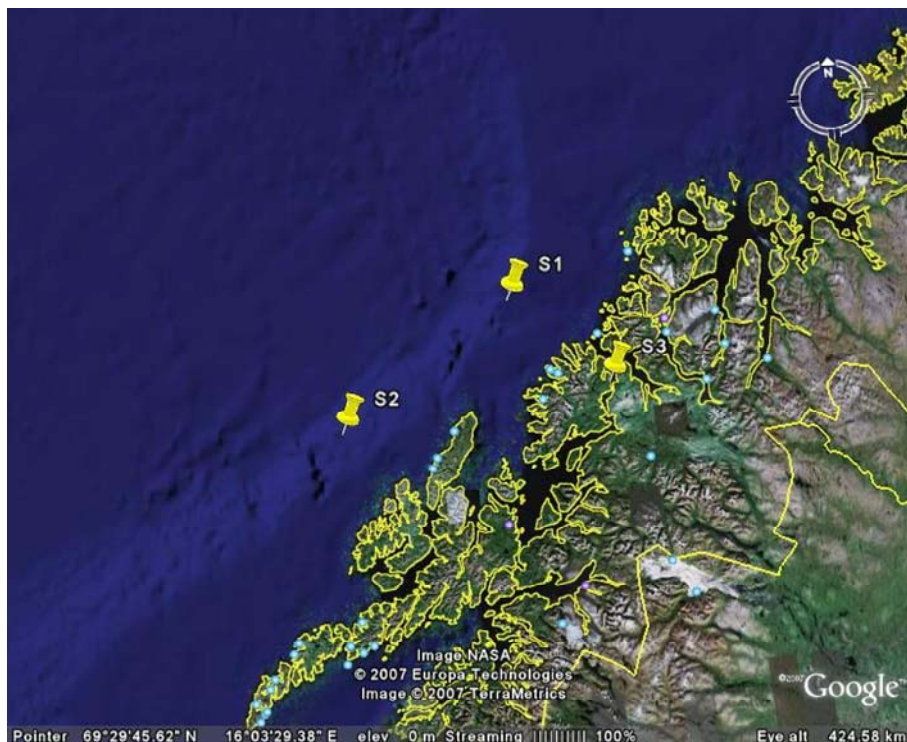
Det er en sensommerdag i 2012. Tankskipet "Pjotr Smirnov" er på vei til USA fra Russland med en last på 280 000 tonn råolje. Mellom Svensgrunnen og Malanggrunnen, i posisjon ca. 16° 45' Ø og 69° 50' N, skjer det mindre eksplosjon litt under vannlinjen omtrent midtskips på babord side. Eksplosjonen slår hull i skrogene slik at olje begynner å lekke ut. Samtidig merker styrmannen at det problemer med fremdrift og styring. Det er ingen personskader hos

mannskapet.

Kapteinen på "Pjotr Smirnov" varsler etter kort tid Hovedredningsentralen om situasjonen som er oppstått. Kapteinens vurdering er at det er liten fare for at skipet skal synke, men det trenger assistanse av slepebåt siden det er uten egen fremdrift. Han anslår lekkasjeraten av olje til å være ca. 100 m^3 per time, men at den ser ut til å øke.

Værforholdene er stort sett bra. Det delvis skyet, oppholdsvær, $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ og laber bris fra nordvest. Bølgehøyden er i underkant av 2,5 m, svarende til noe sjø. Havstrømmen går i store trekk parallelt med kysten i nordøstlig retning, mens den aktuelle vindretningen representerer pålandsvind. Det er ventet økende vind og bølger om et døgn.

Fartøyet befinner seg innenfor det "særlig verdifulle og sårbare området" Tromsøflaket, men nær kanten av dette området. De nærmeste nødhavnene er Lysbotn i Lenvik kommune i Troms og Hermansfjord i Karlsøy kommune i Troms. Lysbotn ligger i sydøstlig retning, mens Hermansfjord ligger i nordøstlig retning. Begge disse stedene har også status som strandsettingsplasser. Det fins ingen godkjente strandsettingsplasser nærmere "Pjotr Smirnov" enn disse to.



Figur 3-1 Posisjonene til de tre scenariene

3.3.2 Scenario 2

Det er en høstdag i 2010. Tankskipet "Nabuk Dron" er på vei til Rotterdam fra Russland med en last på 100 000 tonn råolje. Vest for Andøya, i posisjon ca. 14° 20' Ø og 69° 15' N, bryter det ut brann i maskinrommet. Det skjer en eksplosjon som fører til hull i skutesiden ved maskinrommet og sprekkdannelser i tilstøtende deler av skroget. Brannen og eksplosjonen gjør at fartøyet er uten fremdrift og styring. Sprekkdannelsene fører til at det lekker ut litt råolje. Sjøgangen gjør at sprekkdannelsene øker. Etter eksplosjonen viser brannen lite tegn til å spre seg. Det er ingen alvorlige personskader hos mannskapet.

Værforholdene er heller dårlige. Det er regnbyger, +3 °C og sterk kuling fra vestlig kant. Bølgehøyden er ca. 5 m, svarende til høy sjø. Havstrømmen går i store trekk parallelt med kysten i nordøstlig retning, mens den aktuelle vindretningen representerer vind på skrå mot land. Det er ventet økende vind og bølger om et døgn.

Fartøyet befinner seg i kanten av det "særlig verdifulle og sårbare området" Lofoten til Tromsøflaket. Nærmeste nødhavn er nyhavna på Andenes i Andøy kommune. Nærmeste strandsettingsplass er Lysbotn i Lenvik kommune i Troms. Denne har også status som nødhavn. Hvis "Nabuk Dron" ikke blir tatt under slep, vil kombinasjonen av vind og strøm føre den på land ved Gryllefjord i Torsken kommune på Senja etter 16 timer.

3.3.3 Scenario 3

I april 2010 seiler bulkfartøyet "Anat Dron" på 9000 dwt sydover fra Tromsø. I Gisundet støter fartøyet på en grunne. Det oppstår en revne i skroget slik at bunkersolje begynner å renne ut. Ror og propeller blir skadet slik at fartøyet er uten egen styring. Det oppstår ingen personskader hos mannskapet.

Kapteinen på "Anat Dron" varsler etter kort tid Hovedredningsentralen om situasjonen som er oppstått. Kapteinens vurdering er at det er liten fare for at skipet skal synke, men det trenger assistanse av slepebåt siden det er uten egen fremdrift. Han anslår lekkasjeraten av bunkersolje til å være ca. 10 m³ per time, men at den ser ut til å øke. Fartøyet hadde før grunnstøtingen ca. 240 tonn bunkersolje ombord. I tillegg har fartøyet ca. 40 tonn diesel i en tank som trolig er uskadet.

Været er noe ruskete. Det er skyet vær med regnbyger, + 4 °C og liten kuling fra nordvest. Det er noe sjø i området med bølgehøyde i overkant av 2 m.

Det er relativt kort vei (15–20 km) til nærmeste nødhavn som er Lysbotn i Lenvik kommune i Troms. Nærmeste slepefartøy er stasjonert i Tromsø. Det nærmeste statlige oljeverndepotet er et hoveddepot i Tromsø. Det fins mellomdepot på Sortland og Skjervøy. NOFOs nærmeste oljevernbasen på Træna og Hammerfest ligger betydelig lengre unna. Gisundet hører ikke inn under det som er angitt som "Særlig verdifulle og sårbare områder" på side 118 i (6)

3.4 Flermålsanalyse

Verdiene i denne casen er knyttet til objekter som får redusert sin verdi ved et oljeutslipp. Derfor vil maksimering av verdi svare til minimering av skade. For noen typer skade er det relativt enkelt å måle størrelsen på den. Et eksempel på dette er et fiskeoppdrettsanlegg som må stenge for en periode eller eventuelt flytte. Det er langt vanskeligere å måle tapet ved at en strand blir tilgriset av olje. Man kan måle kostnader ved det opprydnings- og rensarbeidet som blir gjort, men mange vil mene at dette alene vil gi et for lavt tall på skaden. Kriterier som tap av rekreasjonsområde og visuelt inntrykk er viktige kriterier, men det er vanskelig å kvantifisere dem.

3.4.1 Utvikling av modell

I denne casen ble det benyttet en verdifunksjonsmetode basert på et målhierarki utviklet under "The Norwegian oil spill combat strategy analysis, 1980". Det overordnede målet i hierarkiet er å minimere skaden som følge av et oljeutslipp. Dette er igjen brutt ned i tre delmål, minimere skade på rekreasjon, miljø og på industri inkludert turistindustri. For at arbeidet med casen ikke skulle bli for omfattende, ble det valgt å bare se på miljøskader. Det noe reduserte målhierarkiet er vist i Figur 2-2. På det laveste nivået har man sårbarhet og bevaringsverdi for hver av de aktuelle ressurskategoriene og for hvert sårbart område som rammes. Beregning av sårbarhet og verneverdi er basert på MOB-modellen (13). Denne modellen er relativt grov da den opererer med bare fire sårbarhets kategorier: ingen, lav, midlere og høy. Sårbarheten til ulike ressurser vil avhenge av konsentrasjonen av oljen. Sårbarheten fremstilles derfor som en funksjon av oljekonsentrasjonen. Verneverdien av en miljøkomponent er inndelt i fire kategorier: ubetydelig, lokal, regional og nasjonal/internasjonalt verdi.

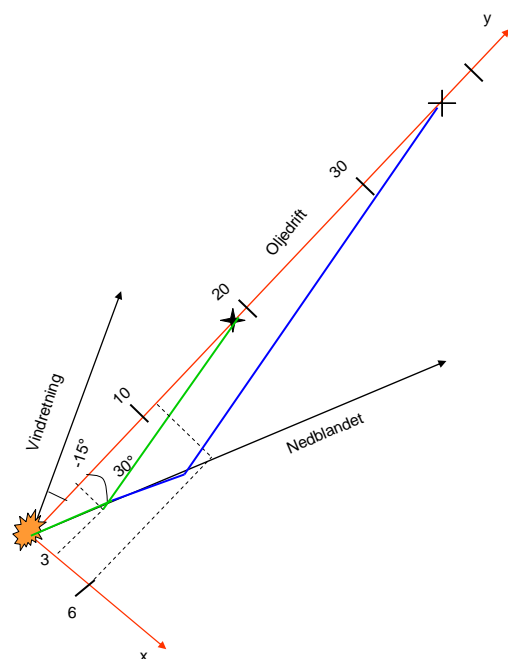
3.4.2 Preferansemodellering

Et antall sårbare områder ble plukket ut på grunnlag av en utredning fra Havforskningsinstituttet og Norsk Polarinstitutt (11). I casen ble først sårbarhet og bevaringsverdi for hver av miljøkategoriene fugler, sjøpattedyr og fisk transformert ved hjelp av en verdifunksjon til en verdiskala med verdier fra 0 til 100 for alle eksponerte områder. Det var ingen problemeiere eller eksperter involvert i preferansemodelleringen, slik at vekter og preferansefunksjoner ble fastsatt av prosjektets medarbeidere. Prosjektet la til grunn en risikonøytral holdning med hensyn til vekter og verdifunksjoner. Prosjektets medarbeidere fastsatte også vektene som angir den relative betydningen mellom sårbarhet og bevaringsverdi. Siste steg var å fastsette vektene som angir den relative betydningen mellom fugler, sjøpattedyr og fisk. I casen ble disse tillagt lik vekt.

3.5 Konsekvensanalyse

Simuleringsmodellen som ble beskrevet i 3.2, ble brukt til å beregne konsekvensene av oljeutslippet beskrevet i 3.3.1. Nedenfor følger en kort beskrivelse av gjennomføringen av disse beregningene. For scenario 1 ble alternativet med å slepe fartøyet vekk fra kysten vurdert som

uaktuelt siden det var høy sannsynlighet for at fartøyet ville tåle å bli slept til nødhavn.



Figur 3-2 Oljedrift i forhold til vindretning

Figur 3-2 viser hvordan olje på overflaten og nedblandet olje spres seg i forhold til vindretningen. Overflateoljen spres i en retning på 15° i forhold til vindretningen, mens den nedblandede oljen spres med en retning på 45° i forhold til vindretningen. Figuren er basert på informasjon hentet fra (14). Simuleringen blir initiert ved at det blir trukket en vindretning og en vindstyrke fra de respektive fordelingene i det aktuelle området. Tilhørende bølgehøyde hentes fra en tabell basert på funksjonssammenhengen med vindhastigheten. Tabellen ble laget ved at signifikant bølgehøyde ved fullt utviklet sjø skjønnsmessig ble noe redusert siden fullt utviklet sjø krever at vinden virker ”lenge” over en ”lang” strekning. Bølgehøydens sammenheng med vindhastigheten er beskrevet av John Ingebrigtsen⁵. Med samme uttrukne vindhastighet simuleres så tre forløp, et for hvert av beslutningsalternativene:

- Ikke gjøre noe
- Holde fartøyet i ro og bekjempe utslippet på stedet
- Slepe fartøyet til nødhavn

For hvert forløp registreres det om de aktuelle sårbare områdene blir truffet av olje. For de områdene som rammes blir konsentrasjonen beregnet. På grunnlag av konsentrasjonen finner man sårbarheten for hver ressurs (fisk, fugl og sjøpattedyr). Deretter beregnes skade på grunnlag av verneverdi og sårbarhet for hver ressurs. Skadene akkumuleres til slutt over ressurser og områder, og det registreres hvilken av de tre beslutningene som gir minst skade.

⁵ http://home.c2i.net/soma_ingebrigtsen/public_html/oceanografi/Bolger/definisjoner.htm

Stegene som er beskrevet ovenfor gjentas mange ganger i en Monte Carlo simulering hvor en ny vindhastighet trekkes hver gang. Dette gir til slutt grunnlag for resultat av typen: ”I 35 % av tilfellene gir sleping til nødhavn minst skade.”

3.6 Evaluering og prioritering

Vi kom ikke helt i mål med de planlagte simuleringene i forbindelse med konsekvensanalysen. Det ble bare tid til å gjennomføre simuleringene som beregnet konsekvensene av utslippet for scenario 1. I dette scenariet viste det seg at alternativet med å slepe fartøyet til nødhavn kom klart best ut. Dette er vel ikke så overraskende siden det var liten sannsynlighet for at fartøyet skulle synke i dette scenariet.

Med konsekvensberegninger for alle de tre scenariene, ville det vært interessant å se om rangeringen av handlingsalternativene hadde vært den samme i alle scenariene. Det er grunn til å tro at alternativet med å holde fartøyet i ro og bekjempe utslippet på stedet vil hevde seg bedre i trangere farvann enn i åpen sjø siden bølgehøyden i trangere farvann som oftest er mindre enn i åpen sjø. For å kunne behandle dette på en modellmessig forsvarlig måte, måtte vi ha tatt oss tid til å innarbeide terrenget i modellen og angitt hvordan terrenget reduserer høyden på bølgene.

4 DISKUSJON OG KONKLUSJON

Målet med dette arbeidet har vært å utvikle og teste ut et metodisk rammeverk for å styrke vår evne til å kunne analysere komplekse beslutningsproblemer hvor det er en stor grad av usikkerhet involvert. Metoderammeverket kan betraktes som en metamodel basert på en analyseprosess hvor man avhengig av det konkrete problemet setter inn spesifikke OA-metoder som fungerer godt sammen. I de fleste ovalene i Figur 2-1 vil det være flere metoder som kan passe inn.

Metoderammeverket kombinerer myke OA-metoder med mer tradisjonelle, harde OA-metoder. Uavhengig av problemsituasjon er det viktig å starte med problemstrukturering, dvs. først finne ut hva som skal gjøres før man bestemmer seg for hvordan man vil gjøre det. Det finnes, som nevnt i kapittel 2.1, mange problemstrukturerende metoder – fra de helt enkle som brainstorming og SWOT-analyser til mer tyngre metoder som SSM og SODA. Valget av metode bør vurderes på bakgrunn av hvor komplekst problemet er. I casestudien ble de første trinnene av SSM benyttet. Et rikt bilde ble utarbeidet og problemstillinger konkretisert i form av CATWOE-er. Denne fremgangsmåten fungerte godt for vår case og ga oss, i tillegg til å identifisere aktuelle problemer, også god kunnskap om oljevernberedskapen. Tegningen av det rikholdige bildet er en kreativ prosess som gjerne kan innledes med bruk av ulike brainstormingsmetoder. Oval Mapping Technique (OMT) er et eksempel på en slik fremgangsmåte.

Troen på anvendeligheten av metoderammeverket for analyse av kriseberedskap og lavintensitetskonflikter er blitt styrket i arbeidet med denne casen. Rammeverket gir et godt

grunnlag for å få med seg alle viktige momenter i analysen. Et godt resultat er avhengig av at beslutningstakere og andre nøkkelpersoner er villige til å involvere seg i prosessen til rett tid og i tilstrekkelig grad. Siden de reelle beslutningstakerne som regel er meget opptatte personer, er det urealistisk å regne med at de har tid til å involvere seg mye i prosessen. Det betyr at man med omhu må velge hvilken del av prosessen man vil prioritere for involvering av beslutningstaker. Vi mener at problemstruktureringsfasen bør prioriteres fordi det er der man sikrer at analysearbeidet kommer inn på rett spor. For at man skal få mest mulig ut av problemstruktureringen, er det viktig at de som skal gjennomføre analysen har tenkt nøye gjennom hva det er viktig å få avklart. En godt gjennomført problemstrukturering vil gi verdifull input til flere av de etterfølgende trinnene i prosessen. Dette gjelder særlig scenarioutviklingen og systemmodelleringen. Verdimodelleringen og utviklingen av et målhierarki har betydelig innvirkning på hvordan beslutningsalternativene vil bli rangert. Selv om beslutningstakerne ikke setter av tid til aktiv deltagelse, er det viktig at de blir informert i tilstrekkelig grad slik at de kan korrigere en verdimodellering de er klart uenige i. Følsomhetsanalyser er et viktig bidrag for å kommunisere med beslutningstaker. De viser hvordan modellen reagerer på variasjoner i vektorer og verdifunksjoner samt hvor mye som skal til for at rangeringen skal endre seg. Følsomhetsanalysene kan også omfatte variasjoner i konsekvensene hvis disse er usikre.

Scenarioutvikling tar utgangspunkt i kunnskap og informasjon bygget opp gjennom problemstruktureringen og det gjennomføres en innledende ”brainstorming” for å få fram alle relevante momenter. Metoden med drivende krefter synes å fungere godt sammen med morfologisk metode siden de utfyller hverandre. Denne kombinasjonen gjør scenarioutviklingen enklere og mer transparent ovenfor kravene som stilles til gode scenarier. Dette bidrar igjen til å styrke troverdigheten til scenariene. De scenariene som fremkommer på denne måten, vil sjelden være ekstreme i den forstand at det ”best” eller ”verst” tenkelige inntreffer. Denne femgangsmåten gir også større sikkerhet for at scenariene dekker de viktigste eksterne usikre faktorene som påvirker beslutningene mest.

Scenarioanalyse/scenarioplanlegging benyttes innledningsvis til å ”kvalifisere” beslutningsalternativene. Dette kan i sin enkleste form gjøres ved å diskutere konsekvensene av de ulike beslutningsalternativene i lys av de ulike scenariene. Videre kan man benytte scenariene til å stille krav til f.eks. minimumsytelse for de enkelte evalueringskriteriene. Nyten av denne eksersisen øker med antallet beslutningsalternativer, men den er uansett nyttig for å sjekke hvor robuste alternativene er. Eksersisen kan også resultere i nye og ”bedre” alternativer.

I metoderammeveket gjøres usikkerhetsbetraktninger eksplisitt ved at viktige usikre faktorer diskuteres i problemstruktureringsfasen. I casestudien ble det valgt å benytte scenarier for å representere eksterne usikre faktorer, og et lite antall scenarier ble utviklet for å håndtere de mest sentrale usikkerhetsfaktorene. I scenarioutviklingen ble metoden med å identifisere drivende krefter benyttet sammen med morfologisk analyse for å sikre at scenariene er internt konsistente. Dette ledet ut i at tre scenarier ble definert. Scenariene beskriver plausible hendelsesforløp frem mot en usikker fremtidig situasjon uten å ta stilling til hvor sannsynlige de er. Et viktig moment i scenarioutviklingen er troverdigheten til scenariene, dvs. hvor anvendbare

de oppleves å være. En anbefaling tuftet på et scenariogrunnlag som ikke er troverdig i beslutningstakers øyne, vil sannsynligvis ikke bli tillagt særlig vekt når beslutninger skal fattes. Det er derfor viktig at beslutningstaker er involvert i scenarioutviklingsprosessen. En annen viktig faktor som er med på å øke troverdigheten til scenariene er at de ikke er ekstremscenarier. Det er viktig å ha representative scenarier fordi man vanskelig vil finne alternativer med god robusthet ovenfor ekstremsituasjonene samtidig som alternativene skal tilfredsstillende fastsatte ytelseskrav innenfor en realistisk kostnadsramme.

I denne studien er de faktorene man ikke kjenner sannsynlighetsfordelingene til variert i scenariene, mens de faktorene hvor man har tilstrekkelig informasjon er modellert med sannsynlighetsfordelinger og variert i MC-simuleringene.

Det kan lett bli meget arbeidskrevende å utarbeide konsekvensberegningsmodeller med tilstrekkelig grad av detalj til at beslutningstakerne fatter tiltro til dem. Her vil man hele tiden måtte foreta avveininger mellom bredde og dybde av modellen. Både bredde og dybde gir lett en arbeidskrevende modell som det er vanskelig å få oversikt over. I slike modeller er det ofte vrient å finne ut hvorfor og i hvilken grad de forskjellige elementene i modellen påvirker de overordnede resultatvariablene. For at beslutningstaker skal få tiltro til modellen, er det viktig at han involveres i utviklingen av den. Tiltroen vil også øke med en verifikasjon og validering av modellen.

4.1 Konklusjoner

Den største verdien i et slikt metoderammeverk ligger i at det klart oppfordrer til en strukturert gjennomtenkning av analyseprosessen på et tidlig stadium i arbeidet med komplekse og usikre problemer. Et slikt rammeverk vil også gi en påminnelse om de mange trinn i analyseprosessen og dermed redusere faren for at uforholdsmessig mye tid brukes på enkeltrinn i prosessen. Rammeverket gir også grunnlag for en bredere tilnærming til problemanalysen enn det som har vært vanlig tidligere.

Bruken av multimetoder og metoderammeverk synes å være en god fremgangsmåte for å analysere vanskelige/komplekse problemer, slik som støtte til planlegging og beslutningstaking under usikkerhet.

Valg av metoder bør tilpasses det aktuelle problemkomplekset identifisert gjennom problemstruktureringen og ses i lys av Mingers tre argumenter (2) for multimetoder.

Scenarioplanlegging i kombinasjon med flermålsanalyse synes å fungere godt sammen. Scenarioplanlegging kan benyttes til å kvalifisere beslutningsalternativene før en mer omfattende flermålsanalyse gjennomføres. Flermålsanalyse gjennomført over flere scenarier kan bli omfattende, men er viktig for å finne beslutningsalternativer som er robuste ovenfor en fremtidig usikker situasjon. Når det gjelder praktisk bruk av flermålsanalyse vises det til (5), men det er viktig å merke seg at en flermålsanalyse ikke er komplett før det er gjennomført en skikkelig følsomhetsanalyse på vektorer og verdier.

Kombinasjonen av SSM, scenarioplanlegging, flermålsanalyse og en stokastisk simuleringsmodell for konsekvensberegninger har vist seg å fungere godt og gir en god og eksplisitt usikkerhetshåndtering fra starten av analyseprosessen. Prosessen gir sporbarhet og er egnet til å involvere beslutningstakere og andre interessenter i større eller mindre grad.

Litteratur

- (1) Gilljam M, Ljøgodt H (2005): Problem Structuring Methods. A Survey and a Case Study, FFI/RAPPORT-2005/00852, Forsvarets forskningsinstitutt.
- (2) Rosenhead J, Mingers J (2001): Rational Analysis for a Problematic World Revisited, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, 366.
- (3) Van der Heijden, K (1996): Scenarios. The Art of Strategic Conversation, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, England, 305.
- (4) Goodwin P, Wright G (2004): Decision Analysis for Management Judgement. Third Edition, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, England, 477.
- (5) Malerud S, Kråkenes T (2005): Metoder for flermålsanalyse – En oversiktsstudie fra GOAL, FFI/RAPPORT-2005/03041, Forsvarets forskningsinstitutt.
- (6) St.meld. nr. 8 (2005–2006) (2006): Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan).
- (7) St.meld. nr. 14 (2004–2005) (2005): På den sikre siden – sjøsikkerhet og oljevernberedskap.
- (8) Kystverket, Kystvakten og DNV (2006): Nasjonal slepeberedskap.
- (9) SFT (2001): Risikobasert dimensjonering av statlig beredskap mot akutt forurensning. (TA-1848/2001).
- (10) Direktoratet for naturforvaltning, Fiskeridirektoratet, Havforskningsinstituttet med flere (2005): Konsekvenser av samlet påvirkning på Lofoten–Barentshavet med dagens aktiviteter og i 2020.
- (11) Havforskningsinstituttet og Norsk polarinstitutt (2003): Identifisering av særlig verdifulle områder i Lofoten–Barentshavet.
- (12) Zwicky F (1969): Discovery, Invention, Research throught the Morphological Approach, The Macmillan Company, Toronto.
- (13) Statens forurensningstilsyn (2000): Modell for prioritering av miljøressurser ved akutte oljeutslipp langs kysten. 1765/2000.
- (14) Børresen J. A. (1993): Olje på havet, Ad Notam Gyldendal.