

Folketingets Udvalg for Videnskab og
Teknologi
Folketinget
Christiansborg
1240 København K

MODTAGET
28 JUNI 2002
Den Centrale Indlevering

**Minister for videnskab,
teknologi og udvikling**

Bredgade 43
1260 København K

3392 9700

Tlf. 3332 3501

Fax fsk@fsk.dk

E-post www.vtu.dk
Netsted

Hermed følger med henvisning til mit brev af 24. april 2002 den lovede opfølgning vedrørende sagen om afviklingen (dekommissioneringen) af de nukleare anlæg på Risø:

27 JUNI 2002

I overensstemmelse med forudsætningerne i Akt 160 28/03 2001 skulle en række forhold i ovennævnte sag afklares med henblik på at sikre et så robust beslutningsgrundlag som muligt forud for beslutningsforslaget for Folketinget. Et beslutningsforslag, det var forventet kunne fremsættes i foråret 2002. De forhold der måtte afklares forinden var bl.a.:

- 1) En detailledbrydning af dekommissioneringsprojektet (primært for så vidt angår DR3-reaktoren) for at konsolidere det bestående talgrundlag.
- 2) En vurdering af om hovedparten af de faktiske dekommissioneringsopgaver skal udføres af Risø/Dansk Dekommissionering (in house), eller om opgaverne skal sendes i udbud (ex house).
- 3) En vurdering af de økonomiske usikkerheder for projektet som helhed.
- 4) En teoretisk udredning af de tekniske krav til et slutdepot.

Ikke mindst af habilitetshensyn måtte ovennævnte in house/ex house-vurdering, jf. pkt. 2, foretages af en uafhængig rådgiver for ministeriet. Rådgivningsopgaven blev sendt i udbud, hvorefter en enstemmig bedømmelseskomité pegede på et internationalt konsortium bestående af COWI A/S m.fl.

For at sikre størst mulig robusthed i beslutningsgrundlaget skulle COWI-konsortiet frem til det påtænkte beslutningsforslag vurdere en række af de oven for beskrevne forhold bl.a. ved en vurdering af det af Risø/Dansk Dekommissionering udarbejdede materiale.

I april 2002 afleverede rådgiver sine rapportudkast med analyser af disse forhold til ministeriet. På baggrund heraf var det ministeriets og rådgivers vurdering, at rapporterne burde konsolideres, inden de dannede grundlag for den videre beslutningsproces. I denne konsolidering skulle bl.a. følgende afklares:



- Antallet af alternative afviklingsscenarier der meningsfyldt burde indgå i beslutningsgrundlaget for Folketinget.
- Udgifter til dekommissioneringen år for år og eventuelle variationer i udgiftsniveauet alt efter scenario.
- Konkrete bud på, hvilke dele af dekommissioneringen der skal udføres hhv. af Risø/Dansk Dekommissionering (in house) eller sendes i udbud (ex house).
- Sammenhængen mellem den faktiske dekommissionering og processen frem mod etableringen af et depot.

I mit brev af 24. april 2002 orienterede jeg derfor om, at jeg havde besluttet at udskyde forelæggelsen for Folketinget fra foråret 2002 til næste samling. Jeg lovede samtidig efter konsolideringsfasen at sende de endelige rapporter til udvalgene sammen med en præsentation af, hvad der skal arbejdes videre med frem mod den endelige forelæggelse.

COWI-konsortiet har nu afleveret sine endelige rapporter til ministeriet. Følgende materiale, hvor yderligere eksemplarer kan rekvireres, sendes hermed i 30 eksemplarer til udvalgenes orientering:

- Overordnet dansk sammenfatning: "*Task 6-1 – Konsolidering af Task 2, 3 og 4*".
- Danske sammenfatninger af a) "*Task 2 – Vurdering af mulighederne for udførelse af dekommissioneringsarbejdet*", b) "*Task 3 – Vurdering af økonomisk usikkerhed*", og c) "*Task 4 – Vurdering af rapporten 'Teoretisk udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald'*".

Der er tale om sammenfatninger af engelsksprogede tekniske rapporter. Rapporterne kan naturligvis eftersendes, hvis det ønskes.

- ./.
- Jeg vedlægger endvidere til orientering et covernotat, der kort skitserer rådgivers hovedkonklusioner, herunder vurderingen af Risø/Dansk Dekommissionerings hidtidige arbejde.

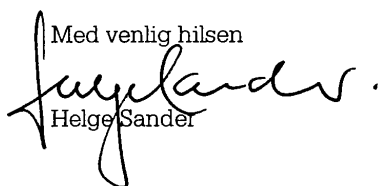
Rådgiver har i sine rapporter peget på flere forhold, som må afklares yderligere inden den endelige forelæggelse for Folketinget. Disse forhold fremgår også af det vedlagte notat. Jeg vil dog gerne understrege, at det fortsat er forventningen at fremsætte beslutningsforslaget i Folketingssamlingen 2002-03.



Endelig skal jeg benytte lejligheden til med henvisning til Akt 274 04/09 2001 at oplyse, at samtlige brugte brændselelementer fra DR3-reaktoren nu er returneret til USA.

Jeg har samtidig sendt enslydende breve til Miljø- og Planlægningsudvalget og Finansudvalget.

Med venlig hilsen


Helge Sander

Ministeriet for Videnskab, Teknologi og
Udvikling

**Dekommissionering af
Risø's nukleare anlæg**

Task 6-1 – Konsolidering af Task 2, 3 og 4

Overordnet sammenfatning

Juni 2002

Ministeriet for Videnskab, Teknologi og
Udvikling

Dekommissionering af Risø's nukleare anlæg

Task 6-1 – Konsolidering af Task 2, 3 og 4

Overordnet sammenfatning

Juni 2002

Rapport nr. CO 10 001 D
Revision nr., 0
Udgivelsesdato 21 Juni 2002

Udarbejdet PPEX/EKLX/JSBX/PBF
Kontrolleret PBF/EKLX/PPEX
Godkendt PBF

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	5
1.1	Opgave	5
1.2	Metode	6
1.3	Rapportering	7
2	Dekommissioneringsprojektet	8
2.1	Beskrivelse af projektet	8
2.2	Grundlag og forudsætninger	9
3	Tidsmæssige alternativer for dekommissioneringen	11
3.1	Undersøgte alternativer	11
3.2	Diskussion og valg af sandsynlige alternativer	11
4	Omkostningsoverslag	13
4.1	Metode	13
4.2	Omkostningsoverslag for de valgte sandsynlige alternativer	14
5	Ressourcer	18
5.1	Vurdering af nødvendige ressourcer	18
5.2	Kontraheringsstrategi	19
5.3	Vurdering af in-house / ex-house ressourcer	20
6	Håndtering af radioaktivt affald	23
6.1	Principper for håndtering af radioaktivt affald	23
6.2	Slutdepot	25
6.3	Sammenhængen mellem dekommissioneringen og processen frem mod etablering af et depot	26
7	Yderligere undersøgelser	28
7.1	Grundlag for Folketingsbeslutningen	28

Dekommissionering af Riso's nukleare anlæg

2

Task 6-1 – Konsolidering af Task 2, 3 og 4 - Overordnet sammenfatning

7.2	Udarbejdelse af en dekommissioneringsstrategi	28
7.3	Udarbejdelse af projektgrundlag	29
7.4	Program for udvikling af en langsigtet strategi for håndtering af radioaktivt affald.	29
7.5	Andre undersøgelser	29

Anvendte forkortelser (engelsk udgave)

AH	Auxiliary Hall
AHP	Applied Health Physics
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
BfD	Betingelser for Drift (Operational Conditions)
BPN	Bayesian Probabilistic Network
CALCOM	Calculation and Cost Management (Calculation Programme)
CORA	Component registration and Analysis (Calculation Programme)
DD	Danish Decommissioning
DECON	Decontamination
DEMA	Danish Emergency Management Agency
DIN	Deutsches Institut für Normung (the German Institute for Standardisation)
DKK	Danish Kroner
EIA	Environmental Impact Assessment
ENTOMB	Entombment
FFF	Fuel Fabrication Facility
HCF	Hot Cell Facility
HLW	High level waste
HSE	Health, Safety and Environment
HUR	Hovedstadens Udviklingsråd (the Greater Copenhagen Council)
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP 60	Radiological Protection Regulation (Germany)
ILA	Isotope Laboratory
ILA	Isotopic Laboratory Facility
ILW	Intermediate level waste
IRS	Inner Railway System
LLW	Low level waste
MLW	Medium-level waste
MVTU	Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling (Danish Ministry of Science, Technology and Innovation)
NPP	Nuclear Power Plant
NRC	Nuclear Regulatory Commission (U.S)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ORS	Outer Railway System
PBS	Project Breakdown Structure
QM	Quality Management
RAT	Reactor Tank

RD	Risøe Decommissioning
Risøe DS	Risøe Decommissioning Study
RNL	Risøe National Laboratory
SAFSTOR	Safe Storage
SCI	Standard Cost Items
SIS	Statens Institut for Strålingshygiejne (National Institute of Radiation Hygiene)
SKB	Svensk Kärnbränsselförsöring AB/Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co.
TCD	Tank Cutting Device
TED	Tank Elevating Device
WMF	Waste Management Facility

1 Indledning

Nærværende overordnede sammenfatning er udarbejdet for Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling af COWI & Associates i forbindelse med assistance til ministeriet vedrørende dekommissionering af Risø's nukleare anlæg.

COWI & Associates er et konsortium med deltagelse af COWI A/S, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S, NIS Ingenieurgesellschaft mbH- og gennem NIS andre firmaer i RWE NUKEM-gruppen, GOLDR Associates Europe Ltd. og SYCON Energikonsult AB. Konsortiet benævnes som COWI i det følgende.

1.1 Opgave

COWI har haft følgende opgaver:

- at vurdere om dekommissionering af Risø's nukleare anlæg skal udføres med egne ressourcer (in-house) eller om nogle af opgaverne foreslås udbudt internationalt (ex-house) under hensyntagen til tid, omkostninger og sikkerhed etc. i forbindelse med processen,
- at vurdere den finansielle usikkerhed af dekommissioneringsprojektet i sin helhed såvel som vurdering af delprojekter,
- at vurderer rapporten "Teoretisk udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald", udarbejdet af Dansk Dekommissionering (DD), januar 2002. Vurderingen sigter på at skabe grundlag for beslutning om den mest hensigtsmæssige strategi for etablering af slutdepot i tilslutning til dekommissioneringsprocessen eller håndtering af andet dansk radioaktivt affald, under hensyntagen til tid, omkostninger og sikkerhed i forbindelse med processen.

Opgaven er udført i tre arbejdsgrupper, kaldet Tasks:

- Task 2, Vurdering af dekommissioneringsopgaverne.
- Task 3, Vurdering af den økonomiske usikkerhed.
- Task 4, Vurdering af slutdepot for radioaktivt affald.

Ministeren for videnskab, teknologi og udvikling, Helge Sander, har ved breve til Folketingets Finansudvalg, Folketingets Forskningsudvalg og Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg, dateret 24. april 2002, givet en orientering om den videre planlægning af afviklingen af de nukleare anlæg på Risø.

Ud over orientering om status for COWIs arbejde har ministeren oplyst, at der vil blive foretaget en konsolidering af de tre udkast til rapporter for at få skabt den fornødne afklaring og konsensus om præmisserne for dekommissioneringssopgaven.

Der skal bl.a. afklares følgende forhold:

- Antallet af alternative afviklingsscenarier der meningsfyldt bør indgå i beslutningsgrundlaget for Folketinget.
- Udgifter til dekommissioneringen år for år og eventuelle variationer i udgiftsniveauet alt efter alternativ.
- Konkrete bud på, hvilke dele af dekommissioneringen der hhv. skal udføres af DD/Risø (in house) eller skal sendes i udbud (ex house).
- Sammenhængen mellem den faktiske dekommissionering og processen frem mod etablering af et slutdepot.

Denne overordnede sammenfatning sigter således på belysning af de nævnte forhold på grundlag af COWIs undersøgelser og de foreliggende, konsoliderede rapporter:

1.2 Metode

Formålet med det foreliggende arbejde er at bidrage til grundlaget for valg af den foretrukne løsning for udførelse af dekommissioneringen, det vil sige den økonomisk mest fordelagtige løsning, ud fra en vurdering af alle relevante aspekter, herunder tekniske, økonomiske og miljømæssige, og med hensyn taget til helse og sikkerhed for mennesker.

Strategien for identifikation af denne foretrukne løsning for dekommissionering foreslås som en proces, der starter med et bredt spektrum af mulige løsninger. Dette løsningsrum indsnævres ved hjælp af overordnede vurderinger indtil omkring tre sandsynlige løsninger er identificeret. Den foretrukne løsning kan så identificeres gennem yderligere undersøgelser og økonomisk/finansielle vurderinger af de sandsynlige løsninger. Et antal undersøgelser og vurderinger i til-læg til de indtil nu udførte er nødvendige for at producere et tilstrækkeligt grundlag for en folketingsbeslutning. Disse aktiviteter foreslås udført i de kommende måneder, således at en folketingsbeslutning kan foretages i den næste samling.

Vurderingen af dekommissioneringopgaverne er blevet udført ved anvendelse af følgende generelle metodik:

- Granskning af de alternativer for dekommissioneringen, som er undersøgt af Dansk Dekommissionering (DD)/ Risø Dekommissionering (RD) og Forskningscenter Risø (RNL)
- Vurdering af hovedpunkterne i tids- og ressourceplanlægningen for dekommissioneringsprojektet, baseret på en uafhængig analyse, vedrørende for eksempel organisation, kontraheringsstrategi (herunder fordeling af opgaver til in-house/ex-house ressourcer) og tidsplaner.

- Tilføjelse af andre potentielt interessante tidsmæssige alternativer for dekommissioneringen.
- Identifikation af de mest sandsynlige alternativer med henblik på yderligere undersøgelser og økonomisk/finansiell vurdering. (Alle omkostningsoverslag er med prisniveau år 2002).
- Omkostningsoverslag for de mest sandsynlige løsninger.
- Vurdering af de økonomiske usikkerheder for de mest sandsynlige løsninger.
- Overordnet vurdering af depotprocessen og den mulige sammenhæng mellem denne og selve dekommissioneringen.

Arbejdet er dokumenteret i rapporter på tre niveauer:

- En overordnet Sammenfatning for Task 2, 3 and 4 (på dansk).
- Sammenfatningsrapporter for de tre tasks (på dansk og engelsk).
- Tekniske rapporter for de tre tasks (på engelsk).

1.3 Rapportering

Opgaverne er udført af de tre arbejdsgrupper (Task 2, 3 og 4) i tidsrummet fra 14. februar 2002 til 15. april 2002.

Efter udsendelsen af de endelige rapportudkast (internt færdiggjorte udgaver, udsendt for godkendelse af ministeriet) af COWI & Associates i april 2002, blev det besluttet at konsolidere rapporterne på grundlag af en dialog mellem DD/RD/RNL og COWI.

Derfor har rapportudkastene fra de tre arbejdsgrupper været til udtalelse hos DD/RD og RNL. DD/RD/RNL og COWI har efterfølgende afholdt workshop d. 23.-24. maj med efterfølgende supplerende arbejds møder, hvor rapporterne og DD/RD/RNL's kommentarer til disse er blevet drøftet, og hvor der er opnået forståelse for/enighed om de endelige revisioner af rapporterne.

Opmærksomheden henledes på, at referencer ikke er vist i teksten i denne overordnede rapport, men at disse og ordlister kan findes i de respektive øvrige rapporter.

2 Dekommissioneringsprojektet

2.1 Beskrivelse af projektet

Dekommissioneringsprojektet er beskrevet i rapporten "Decommissioning of the Nuclear Facilities at Risø National Laboratory, Description and Cost Assessment", redigeret af Kurt Lauridsen, Risø, februar 2001. Desuden er der udarbejdet en række rapporter om forhold, der vedrører dekommissioneringsprojektet.

Projektet omfatter dekommissionering og rydning af følgende bygninger og anlæg:

- DR 1
- DR 2
- DR 3
- Brændselsfremstilling
- Isotoplaboratorium
- Hot Cell konstruktion
- Behandlingsstation for radioaktivt affald (drift)
- Behandlingsstation for radioaktivt affald (dekommissionering)

Projektet omfatter ikke etablering af permanent slutdepot for radioaktivt affald. Det forudsættes, at radioaktivt affald deponeres i midlertidigt depot på Risø's arealer.

Mængderne af affald er opgjort til ca. 28.000 t, heraf ca. 2.300 t radioaktivt affald plus ca. 6.000 t uranmalm og tailings (restprodukt fra forsøgsfremstilling af uran). Det forudsættes, at de brugte brændselelementer fra DR 3 transporteres til USA i løbet af indeværende år i henhold til særlig aftale. Alle anlæg er beskrevet i Risø rapporten.

2.2 Grundlag og forudsætninger

Forskningscenter Risø har været den eneste ejer af nukleare installationer i Danmark. Beslutningen om at lukke DR 3, en lavydelses materialeprøvnings reaktor, i september 2000, betød at der fremover ikke vil være kontinuerede nukleare aktiviteter i Danmark, bortset fra brugen af radioaktive kilder i industrien og til medicinske og forskningsmæssige formål. Fokus for Risø's nukleare organisation er derfor svinget over til dekommissionering og affaldsbehandling fremfor drift.

Da Danmark aldrig har udviklet nogen kommercielle anvendelser af atomteknologi, er mængderne af radioaktivt affald indtil nu af størrelsesorden nogle få tusind kubikmeter, ganske små i forhold andre lande med kommercielle atomkraftværker og måske også militære anvendelser. Den nuværende politik med hensyn til langtids opbevaring af radioaktivt affald har derfor været at udskyde problemstillingen til de nukleare faciliteter ved Risø var dekommissioneret, fordi dette vurderedes at ville producere en affaldsmængde af samme størrelse som den, der opbevares på Risø i dag.

Den overordnede dekommissioneringsstrategi er defineret som dekontaminering af alle installationer og bygningsanlæg med henblik på ubegrænset brug af området ("unrestricted release", eller "green field").

Dekommissioneringsprojektet rummer således en række særlige udfordringer:

- For det første er der tale om et unikt projekt med hensyn til sikkerhed og miljø i forbindelse med behandling af radioaktive materialer. Projekter af denne type er aldrig før udført i Danmark, og det vil næppe blive gentaget inden for de næste mange årtier. Med henvisning til de mange udenlandske dekommissioneringsprojekter, som allerede er blevet fuldført, er der behov for international bistand. Spørgsmålet er herefter om hvor meget vi selv kan klare og hvilken nytte kan vi drage af de indhøstede erfaringer?
- For det andet er der behov for en særlig kapacitet og kombination af resourcer. Der sættes store krav til teknisk/videnskabelig kompetence hos de personer, som engageres i projektet. Samtidig er der behov for kompetence vedrørende projektstyring og praktisk byggepladserfaring.
- For det tredje kræver projektet betydelige omkostninger, og det har en meget lang varighed, hvilket indebærer en række betydelige usikkerheder, især vedrørende omkostningerne. Med henvisning til Statsbyggeloven skal dekommissioneringsprojektet udføres på den mest økonomisk fordelagtige måde. Da projektet forventes at tage mere end 10 år, er der mange aspekter, som må overvejes grundigt. Et særlig problem er en kontinueret fastholdelse,

rekruttering og udvikling af den nødvendige kompetence i projektorganisationen.

- Endelig er der spørgsmålet om håndtering af det radioaktive affald og den politiske beslutning om etablering af permanent slutdepot for "intermediate level" og "low level" radioaktivt affald, som kræver en særlig opmærksomhed i forbindelse med den strategiske planlægning af dekommissioneringsprojektet.

Dekommissioneringen af Risø's nukleare anlæg kræver derfor:

- Ressourcer som indeholder en blanding af højt kvalificerede, erfarne nedbrydningsingeniører og atomfysikere.
- Strategisk (langsigtet og robust) planlægning.
- cost-benefit optimering ("optioneering")
- Tæt samarbejde mellem de mange hovedinteressenter.
- Politisk støtte og forståelse fra offentligheden, for processerne og for nødvendigheden af at håndtere og bortskaffe det radioaktive affald.

3 Tidsmæssige alternativer for dekommissioneringen

3.1 Undersøgte alternativer

Strategien for identificering af det foretrukne alternativ for dekommissionering er, som beskrevet tidligere, at gennemføre en proces, der ud fra mere overordnet vurdering af et bredt spekter af mulige alternativer, over økonomisk vurdering af et færre antal sandsynlige løsninger sigter mod at nå frem til en enkelt, foretrukken løsning.

De undersøgte løsninger for dekommissionering er varianter af øjeblikkelig eller udsat nedrivning. Ved udsat nedrivning er indlagt en såkaldt køletid for DR 3, hvorved radioaktiviteten aftager som følge af naturligt henfald. Det er for alle alternativer kun nedrivningen af DR 3 og de dertil nødvendige faciliteter, for eksempel affaldsbehandlingsanlægget, der udsættes.

Følgende alternativer er alt i alt vurderet af Forskningscenter Risø (RNL), Dansk Dekommissionering (DD) og COWI:

- Dekommissioneringen fuldført hurtigst muligt, ca. 11 års varighed og 5 års køletid for DR 3.
- Dekommissioneringen fuldført på ca. 20 år, ca. 10 års køletid for DR 3.
- Dekommissioneringen fuldført på ca. 35 år, ca. 20 års køletid for DR 3.
- Dekommissioneringen fuldført på ca. 50 år, ca. 40 års køletid for DR 3.
- Dekommissioneringen fuldført på ca. 85 år, ca. 80 års køletid for DR 3, det såkaldte "100 års alternativ".

3.2 Diskussion og valg af sandsynlige alternativer

Ved de første fire alternativer vil det biologiske skjold og de indre dele af reaktorkernen på DR 3 skulle fjernes med hel eller delvis brug af fjernstyrede metoder. Sidstnævnte alternativ forudsætter så lang køletid for DR 3, at disse dele stort set kan fjernes uden anvendelse af kostbare fjernstyrede metoder.

Alternativerne med 20, 35 og 50 års varighed er behandlet i rapporter fra DD/RD og/eller Risø. Vedrørende 20 års alternativet skrives, at dette er anset at repræsentere det hurtigst mulige forløb, men at en mere detaljeret vurdering vil kunne påvise, at en kortere varighed er mulig. Det undersøgte 11 års alternativ kan således ases for en dokumentation af dette.

Den overordnede økonomiske vurdering af de første fire alternativer har vist, at omkostningerne i år 2002 prisniveau er stigende med stigende køletid for DR 3. Det er vurderet, at en nøjere vurdering af det korteste og længste alternativ vil være tilstrækkeligt som grundlag for et eventuelt valg mellem disse fire alternativer.

Derfor er en nøjere vurdering foretaget af følgende alternativer

1. Dekommissioneringen fuldført hurtigst muligt, ca. 11 års varighed og 5 års køletid for DR 3.
2. Dekommissioneringen fuldført på ca. 50 år, ca. 40 års køletid for DR 3.
3. Dekommissioneringen fuldført på ca. 85 år, ca. 80 års køletid for DR 3.

I tillæg vil et såkaldt "drej nøglen om" alternativ blive vurderet over sommeren. Dette har som forudsætning en udsat påbegyndelse af hele dekommissioneringen.

No.	Facility	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
01	RISO											
02	DR1											
03	DR2											
04	DR3											
05	FFF											
06	ILA											
07	HCF											
08	WMF OPERATION											
09	WMF DECOMMISSIONING											

Figur 1: Tidsplan for dekommissionering af Risø Dekommissioning, tidsforløb – 11 år.

4 Omkostningsoverslag

4.1 Metode

Sigtet med denne opgave er at angive centrale omkostningsestimater inklusive de sandsynlighedsvægtede meromkostninger for dekommissionering af Risø's nukleare anlæg samt tilhørende fraktilværdier for omkostningsestimaterne. Estimaterne omfatter de totale omkostninger samt omkostningerne pr. år opdelt i forskellige hovedposter.

Den deterministiske basis for omkostningsanalysen udarbejdes som et centralt netto-omkostningsestimat ved hjælp af europæisk erfaring fra en lang række nukleare dekommissioneringer, som er samlet i database- og omkostningsestimeringssystemet CORA/CALCOM. Basis for input kommer fra rapporteringen af Risø DS (dekommissioneringsstudiet), fra information på møder med DD/RD (Risø Dekommissionering/Dansk Dekommissionering) samt fra tegninger. Generiske forudsætninger for det centrale netto-omkostningsestimat, antagelser vedrørende nedtagningsmetoder mv. er i overensstemmelse med den samlede erfaring hos samarbejdspartnerne. Netto-omkostningsestimaterne afstemmes med DD/RD i konsolideringsfasen.

En traditionel analyse af usikkerheden på posterne i det centrale netto-omkostningsestimat er gennemført ved brug af erfaring hos NIS. Resultatet er et usikkerhedsinterval for kostestimatet.

Ovenpå netto-omkostningsestimaterne modelleres de usikre aspekter med stor indflydelse på dekommissioneringsomkostningerne ved hjælp af Bayesiske probabilistiske netværk, BPN. Bayesiske netværk opbygges ved hjælp af årsagsrelaterede sammenhænge imellem usikre variable.

Den logiske sammenhæng mellem usikre aspekter, de mulige udfald og de tildelte sandsynligheder i netværkene drøftes og fastlægges i workshops med deltagelse af de relevante eksperter fra samarbejdspartnerne, DD/RD og MVTU således, at deres kombinerede erfaring bygges ind i modellen.

Endelig udføres der en følsomhedsanalyse på tillægsomkostningerne ved hjælp af de interaktive faciliteter i modellen.

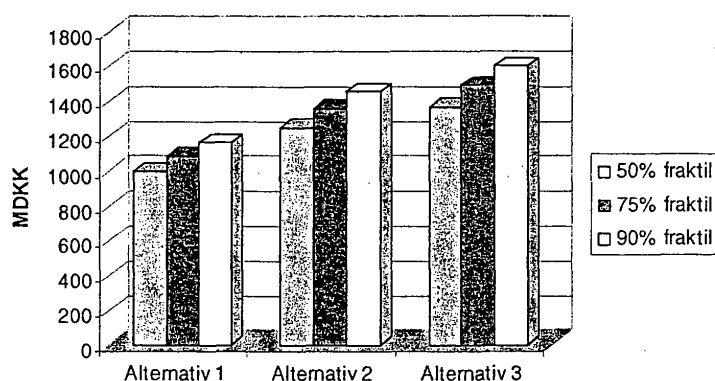
4.2 Omkostningsoverslag for de valgte sandsynlige alternativer

De centrale omkostningsoverslag består af summen af de bedste netto-estimer og de forventede totale tillægsomkostninger, det vil sige de forventede totale omkostninger i forbindelse med dekommissioneringen inklusiv de sandsynlighedsvægtede tillægsomkostninger. Ud over usikkerhederne i de fælles forudsætninger er omkostningsestimerne ydermere behæftet med de direkte usikkerheder i omkostningsestimeringen. På basis af denne usikkerhed beregnes øvre fraktilværdier svarende til 75% og 90% for kostestimatet.

For de 3 valgte alternativer opnås resultater som vist i Tabel 1 og Figur 2.

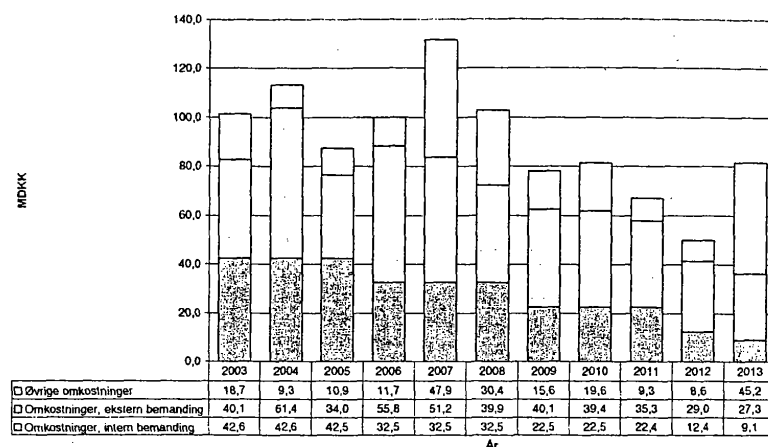
Tabel 1 Omkostningsoverslag for de 3 valgte alternativer i millioner DKK

	Centralt omkostningsoverslag (50% fraktil)	75% fraktilværdi	90% fraktilværdi
Alternativ 1 (hurtigst muligt)	994,6	1083,2	1163,0
Alternativ 2 (40 års køletid)	1247,6	1357,2	1455,9
Alternativ 3 (80 års køletid)	1366,6	1490,1	1601,2

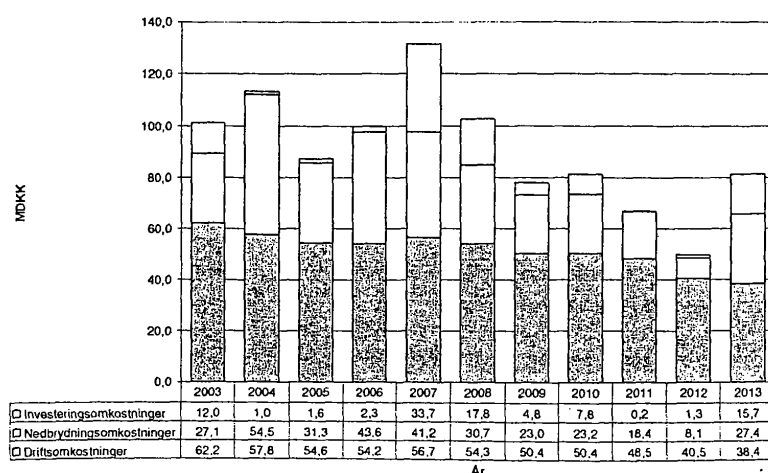


Figur 2 Omkostningsoverslag for alternativ 1-3 med angivelse af det centrale estimat (50%) samt 75 og 90 % fraktilværdier

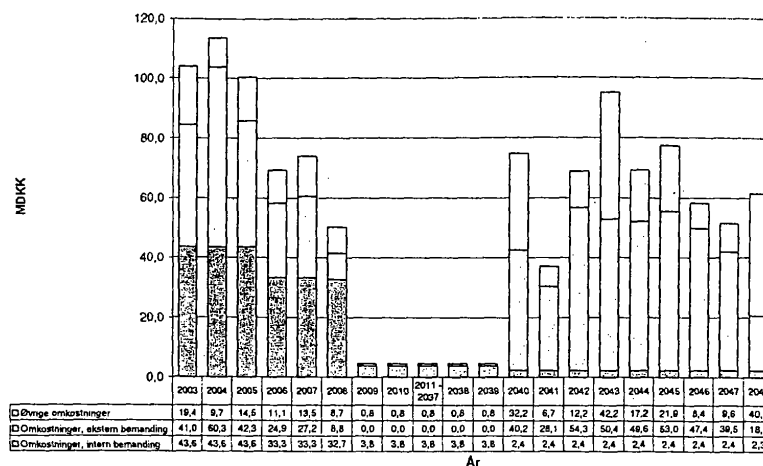
Den årlige fordeling af de beregnede centrale omkostninger (incl. de sandsynlighedsvægtede tillægsomkostninger) er for de 3 alternativer angivet i Figur 3-8. Figureerne illustrerer henholdsvis fordelingen af omkostninger til intern, ekstern bemanding samt øvrige ikke bemandingsrelaterede omkostninger og fordelingen af omkostningerne til investeringer, nedbrydning og drift.



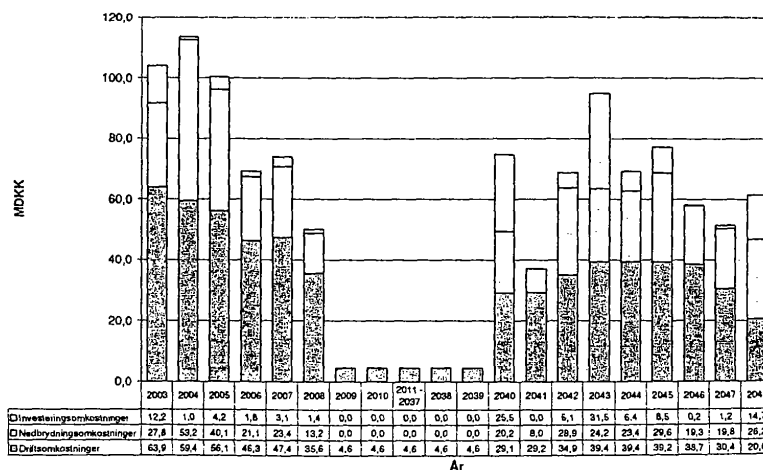
Figur 3 Fordelingen af det centrale omkostningsestimat på år for alternativ 1 - fordelt på omkostninger til intern og ekstern bemanding samt øvrige ikke bemandingsrelaterede omkostninger



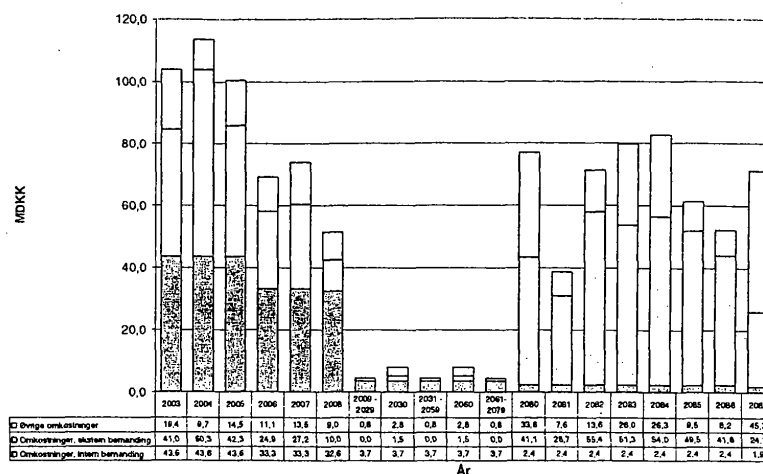
Figur 4 Fordelingen af det centrale omkostningsestimat på år for alternativ 1 - fordelt på omkostninger til investeringer, nedbrydning og drift



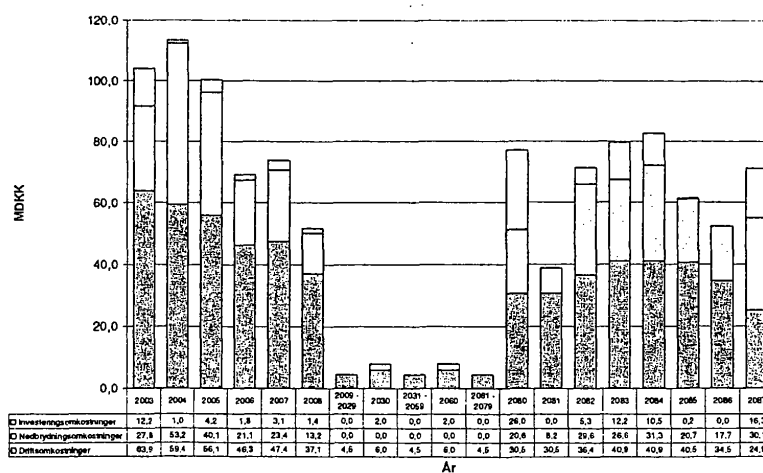
Figur 5 Fordelingen af det centrale omkostningsestimat på år for alternativ 2 - fordelt på omkostninger til intern og ekstern bemanning samt øvrige ikke bemandingsrelaterede omkostninger



Figur 6 Fordelingen af det centrale omkostningsestimat på år for alternativ 2 - fordelt på omkostninger til investeringer, nedbrydning og drift



Figur 7 Fordelingen af det centrale omkostningsestimat på år for alternativ 3 - fordelt på omkostninger til intern og ekstern bemanded samt øvrige ikke bemandedsrelaterede omkostninger



Figur 8 Fordelingen af det centrale omkostningsestimat på år for alternativ 3 - fordelt på omkostninger til investeringer, nedbrydning og drift

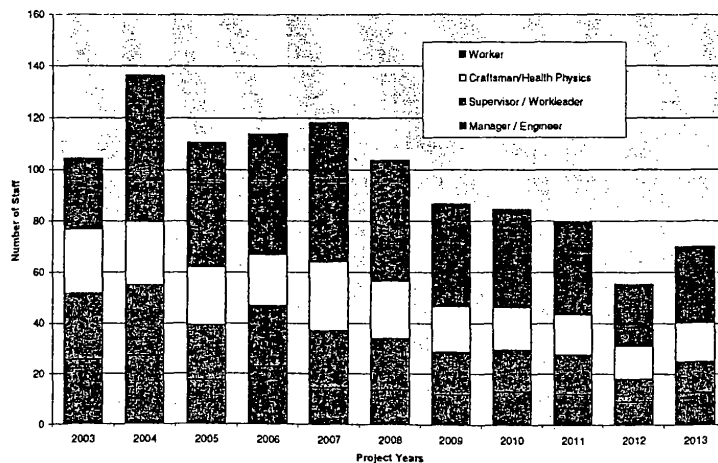
5 Ressourcer

5.1 Vurdering af nødvendige ressourcer

Af Risø rapporten fremgår det, at der til gennemførelse af projektet over 20 år er behov for en stab på gennemsnitlig 70 mand om året i 15 år. I de sidste 5 år er der et gennemsnitligt behov for 35 mand. Dette medfører et samlet behov på 1225 mandår. Idet der regnes med 1475 mandtimer pr. år giver dette et samlet timetal på $1475 \times 1225 = 1.806.875$ timer, ca. 1,8 mill. timer.

Det samlede mandtimebehov er i følge COWIs beregninger opgjort til i alt 1.815.378 timer, hvilket er bemærkelsesværdigt tæt på det af Risø anslåede tal. Det forudsættes dog i dette tilfælde, at projektet gennemføres i løbet af 11 år.

Det kan således konstateres, at der er konsensus med hensyn til vurdering af det kvantitative behov for arbejdskraft til dekommissioneringen på ca. 1,8mio. arbejdstimer over den af DD/RD foreslåede 20 års, og den af Task 2 vurderede ca. 11 års varighed af Projektet.



Figur 9: Arbejdskraftsbehov i forhold til kvalifikationer

Det er anslået, at det årlige personalebehov i løbet af 2004 vil stige til ca. 140 og derefter aftage til ca. 60 personer ved slutningen af projektet.

Der i dag er ca. 70 personer til rådighed i DDs organisation inklusiv, de personer der er beskæftiget med andre opgaver end dekommissionering. Der må således regnes med, at DD kun kan dække omkring halvdelen af mandskabsbehovet med eget organisatorisk mandskab ved et dekommissioneringsforløb på 11 år.

5.2 Kontraheringsstrategi

COWI har udført en vurdering af den overordnede strategi og plan for gennemførelse af Projektet, incl. en diskussion af elementerne i en strategi for implementering af projektet. Der er også udført en diskussion af kontraheringsstrategi, og der foreslås et værktøj til vurdering af hvilke aktiviteter, der bedst udføres in-house eller ex-house. Den overordnede strategi og plan for gennemførelse af Projektet er vurderet mod den i Bygherrevejledningen foreslåede metode til udarbejdelse af byggeprogram.

Kontrahering omfatter anskaffelse af alle de ressourcer, der er nødvendig for Projektets gennemførelse. Dette omfatter rådgivere, entreprenører, leverandører, osv., og i tilfælde af at DDs rolle kræver det, også tilvejebringelse af ressourcer til supplement af de nuværende ansatte.

En kontraheringsstrategi bør besluttes tidligt i projektforsløbet, og antal og indhold af de enkelte "pakker" defineres. For mange af de aktuelle arbejder er der så integreret sammenhæng mellem projektering og udførelse, at en form for totalentreprise bør vælges. Da der er tale om et langstrakt tidsforløb er det naturligvis nødvendigt, at DD/RD løbende evaluerer og revurderer sin udbudsstrategi, således at man til stadighed sikrer sig den mest økonomiske og hensigtsmæssige gennemførelse af de enkelte opgaver.

Valget af strategi afhænger af aktivitetstyper, den tilrådighed værende relevante kompetence samt andre faktorer (fx. beslutning om at fastholde dansk kompetence på området), som er vigtige set i forhold til den samlede plan for dekommissionering og strategi for implementering.

Det anbefales generelt at udarbejde en turnkey strategi for kontrahering ved projekter, hvor projekteringen er omfattende og stærkt påvirker den tekniske udførelse. Dette forudsætter en nøje overvejelse af spørgsmål om delegering af planlægning og ansvar til entreprenøren, idet det under alle omstændigheder er DD/RD der har ansvaret for den nukleare sikkerhed og den korrekte håndtering af radioaktive materiale.

Et spekter af strategier for kontrahering er mulige:

- Planlægning, projektering og udførelse, håndtering af affald samt helsefysik udføres af DD, evt. suppleret med ressourcer udefra, hvis det vurderes nødvendigt.
- Som nævnt ovenfor, med undtagelse af kontrahering af entreprenører, specialiseret i fjernstyrede aktiviteter, samt deres udstyr.
- Planlægning, projektering og tilsyn af arbejdet, håndtering af affald samt helsefysik udføres af DD, evt. suppleret med ressourcer udefra, hvis det vurderes nødvendigt. Rådgivere/entreprenører er kontraheret for demontering og nedrivning.
- DD som projektleder, dvs. de udfører planlægning af og tilsyn med alle aktiviteter. Projektering og udførelse af arbejdet, affaldshåndtering samt helsefysik udføres af rådgivere/entreprenører.

Den næste overvejelse går på om arbejdet skal udføres af få store eller mange små entreprenører. Den første strategi vil kræve internationale erfarne entreprenører, som er specialiseret i dekommissioneringsarbejde; den sidstnævnte giver plads til mindre firmaer, men kan imidlertid medføre komplicerede grænseflader, og dermed kræve flere ressourcer fra klienten i forbindelse med planlægning og tilsyn.

Det anbefales, at DD udvikler en strategi for kontrahering så hurtigt, som muligt. Strategien for kontrahering skal være en del af strategi for implementering, samt danne baggrund for en investeringsplan og et finansielt budget.

5.3 Vurdering af in-house / ex-house ressourcer

På grundlag af resultaterne af de vurderinger og analyser, som er udført af Task 2, vurderer COWI & Associates, at den økonomisk mest fordelagtige gennemførelse af dekommissioneringsprojektet opnås, når dette udføres under DD's ansvar og ledelse med en kombination af egne og eksterne ressourcer.

Det vurderes, at DD/RD med den nuværende organisation næppe vil råde over den fornødne kapacitet og kompetence til gennemførelse af projektet. Under forudsætning af etablering af en projektorienteret organisation og suppleret med kompetence inden for byggeteknisk projektstyring, finder COWI & Associates at DD/RD kan løse opgaven på betryggende vis.

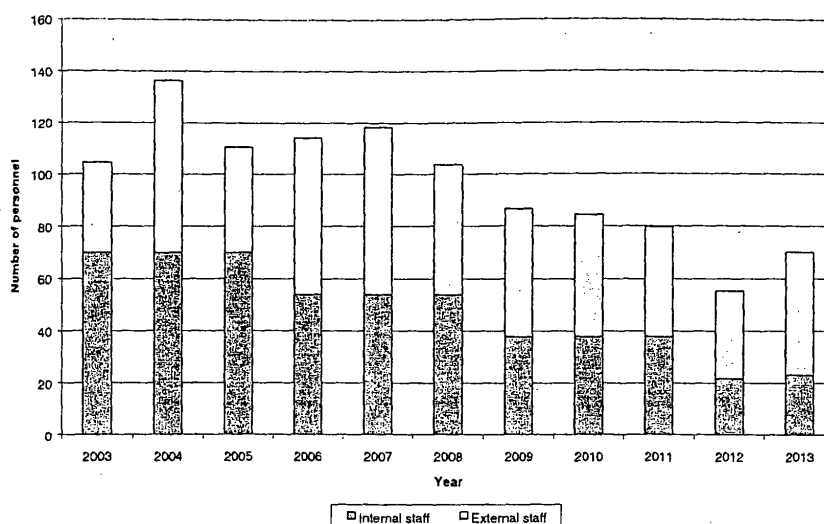
Undersøgelserne af omkostninger og ressourcebehov er baseret en skønsmæssig fastsættelse af en projektorienteret organisation på 70 personer. Projektorganisationens endelige udformning og størrelse bør fastlægges i forbindelse med den strategiske planlægning.

Følgende typer opgaver vurderes at kunne udføres mest hensigtsmæssigt som interne opgaver (in-house):

- Forberedelser til dekommissionering, herunder planlægningsarbejde, arbejde med myndighedsgodkendelser og licenser m.v.
- Anskaffelse af udstyr, modificering af bygninger til dekommissionering m.v. m.v.
- Udførelse af tilsyn og overvågning af sikkerhed og miljøhensyn.
- Projektering og ledelse af processer, hvori der indgår håndtering af radioaktive materialer.
- Ansvar for arbejde vedr. radiologisk sikkerhed.
- Projektering og ledelse af opgaver vedr. håndtering af radioaktivt affald.

Følgende typer opgaver vurderes at kunne udføres mest hensigtsmæssigt med eksterne rådgivere og entreprenører (ex-house):

- Projektering og udførelse af arbejder til forbedring af infrastrukturen.
- Projektering og udførelse af typiske installationsarbejder, VVS og el m.v.
- Fremstilling af større installationer til demontering af komponenter i reaktorer.
- Større arbejder i forbindelse med demontering af reaktorer.
- Nedbrydning af bygninger og installationer.
- Eventuel oprensning af forurenet jord og reetablering af pladsen efter afslutning af de enkelte arbejder.



Figur 9: Intern og eksternt bemandingsbehov ved kort-tids alternativet

På det foreløbige grundlag vurderes meget groft, at den hensigtsmæssige fordeling mellem ex-house og in-house arbejde ligger omkring 50%/50%. Det forventes, at demontering af reaktorer og alle større arbejder med radioaktivt materiale udbydes i international licitation.

Det anbefales, at den principielle fordeling af opgaverne på egne og eksterne ressourcer samt fremskaffelse af eksterne ressourcer fastlægges under det videre arbejde med strategisk planlægning og plan for gennemførelse af Projektet.

6 Håndtering af radioaktivt affald

6.1 Principper for håndtering af radioaktivt affald

Håndteringen af radioaktivt affald skal ske på en måde, som sikrer et acceptabelt niveau af beskyttelse af helbredet på både kort og langt sigt. Dette er tilfældet for både dem, der arbejder direkte med det radioaktive affald inden for rammerne af et system for beskyttelse mod stråling, og for den del af befolkningen, som kunne blive påvirket af potentielle udslip til omgivelserne, enten nu eller i fremtiden.

Et af de primære formål med affaldshåndtering er derfor at minimere mængderne af radioaktivt affald og at behandle affaldet på en måde, så det er "passivt sikkert", det vil sige ikke kræver aktive systemer for opretholdelse af sikkerheden

Skønt mindre mængder af radioaktivt affald kan udslippes -naturligvis med tilfælde- til omgivende luft eller vand, vil størstedelen af affaldet blive dannet i fast form. Der er et bredt spekter af teknologier for behandling af radioaktivt affald som kan anvendes til at processere og konditionere affaldet til en form, som minimerer rumfanget og som er velegnet for enten langtidsoplagring og/eller bortskaffelse. Valget af den mest egnede teknologi afhænger af mængder og typer af radioaktivt affald, og af hastighed og tidsperiode for produktion af affaldet. På tilsvarende måde vil valg af den mest hensigtsmæssige form og pakning af affaldet afhænge af strategien for den langsigtede håndtering af affaldet., hvad enten denne er deponering eller bortskaffelse, eller en kombination af begge.

Den geografiske placering af anlægget for deponering og/eller bortskaffelse er også en væsentlig faktor, fordi dette vil bestemme hvorvidt det pakkede affald skal transporteres på offentlige trafikårer.

6.1.1 Akseptkriterier for affald (WAC)

Det er tidssvarende international praksis at etablere en serie af akseptkriterier for radioaktivt affald (Waste Acceptance Criteria, WAC) der detaljeret beskriver hvilken form affaldet skal have for at kunne tillades deponering, transport og/eller bortskaffelse i et slutdepot. Det anbefales kraftigt at udvikle sådanne akseptkriterier for det danske radioaktive affald. Det anbefales ikke at disse ud-

vikles i detaljer fra begyndelsen, men at generiske acceptkriterier udarbejdes og udvikles i en passende grad.

Akceptkriterierne skaber det acceptable niveau for pakning af det radioaktive affald gennem processering, transport, oplagring og bortskaffelse i slutdepot. De udvikles ud fra de relevante nationale og internationale bestemmelser og vejledninger således at de dækker den sikre håndtering af radioaktivt affald i alle faserne igennem affaldshåndteringen, ud fra en sikkerhedsvurdering af det totale affaldshåndteringssystem, fra generering til slutdepot og forsegling af dette. Forskrifts- og sikkerhedsmæssige krav giver bindinger både til affaldsbeholderne og til affaldskomponenterne i disse, herunder til affaldsindholdet og til selve formen på affaldet. Ud fra disse er det muligt at udarbejde specifikationer for acceptable affaldspakker, og følgelig de acceptkriterier for affald, der tilfredsstiller disse bindinger.

Idet det antages at denne fremgangsmåde følges er det vigtigt at man forstår forløb og principper for hele affaldshåndteringssystemet, i det mindste på konceptniveau, således at udførelseskravene kan defineres.

6.1.2 Klassificeringssystem for og fortegnelse over radioaktivt affald

Der synes ikke at være et etableret affaldsklassificeringssystem i brug i Danmark. Det ville være nyttigt at definere klassificeringerne af radioaktivt affald, for eksempel ud fra principperne i IAEA's system. Blandt fordelene ved at etablere et klassificeringssystem for radioaktivt affald er at systemet klargør sondringen mellem aktivt, "ikke-aktivt" og "fritaget" affald. Det vil sige at systemet blandt andet ville definere "friklassificeringsniveauer" under hvilke affaldet ikke vil blive klassificeret som radioaktivt materiale. Klassificeringssystemet ville også definere de vigtige "kortlivede" og "langlivede" kategorier for mellemaktivt affald (ILW-SL og ILW-LL) så vel som kategorier for de mere usædvanlige affaldsformer som f. eks. uranmalmen og restprodukterne fra søgsfremstilling af uran ("tailings").

En nøjagtig estimering af masser, rumfang og kategorier af nuværende og fremtidige affaldsprodukter er nødvendig for at understøtte udviklingen af en strategi for affaldshåndtering. En national fortegnelse over radioaktivt affald burde etableres. Denne ville detaljeret registrere den fysiske og kemiske form af affaldsprodukter, deres geografiske placering og nuværende konditionering eller pakning, samt tilstedeværelsen af andre potentielt sundhedsskadelige materialer såsom beryllium, bly, cadmium, kviksølv, mm. Den nationale fortegnelse ville også skabe en basis for estimering af potentielle fremtidige forekomster fra alle kilder.

6.1.3 Strategi for affaldshåndtering

Det fremstår klart, at der er et behov for at udvikle en fundamental politik for håndtering af radioaktivt affald og en strategi som vil gøre det muligt at opnå fremdrift i affaldshåndteringsspørgsmålet. Skønt de er relativt små i mængde og indhold af spaltelige stoffer, er de danske radioaktive affaldsstrømme ganske varierede. De spænder fra højaktive rester af brugte brændselelementer og forseglede kilder, og over tungt vand, uranmalm og -tailings til mere rutinemæssige lavaktive og mellemaktive, kortlivede affaldstyper.

Blandt de vigtigste beslutninger, der skal træffes, er hvorvidt alle affaldstyper skal behandles på samme måde, og med samme tidsforløb, eller om forskellige løsninger skal vurderes for de forskellige affaldsstrømme. Hvis for eksempel den politiske beslutning er at det nu er tiden til at finde en endelig løsning for alt radioaktivt affald i Danmark, så ville dette indsnævre løsningsmulighederne til et dybt geologisk depot, og dette koncept kunne udvikles. Alternativt, hvis politikken er at finde en løsning for langsigtet håndtering af den store mængde rutinepræget lavaktivt og kortlivet mellemaktivt affald fra drifts- og dekommissioneringsaktiviteterne, så ville fokus være på overfladenære koncepter eller andre alternativer. Potentielt kunne strategien omfatte både langtiddeponering og bortskaffelse i slutdepot for forskellige affaldsstrømme.

6.2 Slutdepot

Til dato er kun slutdepot-konceptet blevet betragtet som muligt for den langsigtede håndtering af radioaktivt affald. Generelt set er slutdepot-konceptet for radioaktivt affald internationalt blevet mødt med en betragtelig -og til tider succesfuld- modstand.

Skønt bortskaffelse i slutdepot har været det foretrukne alternativ for det videnskabelige og tekniske samfund for den langsigtede håndtering af radioaktivt affald af alle kategorier, er denne løsning generelt ikke blevet accepteret af opponenterne (for eksempel NGO organisationer som Friends of the Earth, Greenpeace etc.)

Der er imidlertid mange slutdepoter i drift rundt om i Verden, og mange er under planlægning. Størstedelen af disse er for lavaktivt og kortlivet radioaktivt affald og mange blev etableret i tidligere årtier, hvor det socio-politiske klima var anderledes. Etableringen af et slutdepot for noget, om ikke alt dansk radioaktivt affald er derfor principielt muligt. I Danmark har man fordelen af at kunne "afslutte hele den danske nukleare oplevelse", bortset fra den minimale brug af radioaktive kilder indenfor medicin, industri og forskning. Affaldsmængderne og indholdet af spaltelige stoffer er relativt beskedent. Imidlertid har erfaringerne fra nyligt fejlslagte slutdepotprojekter (i Storbritannien, Canada, Schweiz og Belgien) understreget betydningen af den socio-politiske opinion.

Ultimativt tages enhver beslutning om placering, bygning, drift og myndighedsgodkendelse af enten en lokal eller central regering, og med konsensus fra befolkningen. I Canada og Storbritannien var meget af modstanden baseret på mangelen (eller utilstrækkeligheden) af retfærdiggørelse af bortskaffelse som

den "bedste" mulighed. Typisk lægges vægten på at påvise at bortskaffelseskonceptet kan opfylde sikkerheds- og risikokriterier opstillet af myndighederne. Der har været ringe fokus på at påvise, at bortskaffelseskonceptet er den bedste løsning, eller at de rigtige kriterier for vurdering af udførelsen er blevet valgt.

Det anbefales stærkt at et antal optioner vurderes for langsigtet affaldshåndtering i Danmark, og at disse evalueres på en systematisk og transparent måde for alle de ovenfor nævnte typer affald. Håndteringen af radioaktivt affald kræver at en langsigtet løsning identificeres, som sikkert isolerer affaldet fra befolkningen. Dette kan involvere bortskaffelse af affaldet i et slutdepot af en eller anden slags. For at kunne komme til den beslutning, som udgør den nationale politik, er det vigtigt at påvise at den "bedste mulighed" for håndtering af radioaktivt affald er valgt og at denne kan forsvares over for andre "acceptable" muligheder.

De potentielle løsninger kan så vurderes mod kriterierne af en gruppe interessenter på en struktureret og systematisk måde, som vil dokumentere begrundelserne bag enhver vurdering og overveje usikkerheden ved processen (for eksempel: ville resultatet forandres, hvis kriterierne blev vægtet anderledes?). Interessenterne skulle tænke på alle, der har en mening om problemet og vil normalt repræsentere affaldsejeren (DD/Risø), de ansvarlige myndigheder, regeringen, lokalsamfundene, miljøgrupper, osv.

6.3 Sammenhængen mellem dekommissioneringen og processen frem mod etablering af et depot

Dekommissionering af Risø's nukleare anlæg er en nødvendig del af den sikre styring af radioaktive materialer. Den valgte metode for dekommissionering skal identificeres gennem en proces som vurderer alle optioner for at nå frem til en enkelt, foretrukket løsning. Den foretrukne løsning for dekommissionering er sandsynligvis enten en variant af øjeblikkelig nedrivning, eller udsat nedrivning (i henhold til retningslinierne fra IAEA). Tidsforløbet for udsat nedrivning kan strække sig fra nogle få år op til adskillige årtier, måske til over 100 år, afhængigt af de særlige forhold ved det enkelte anlæg og den overordnede nationale strategi.

Uanset hvilken løsning der vælges, kræves der adskillige år for at udføre den, og udførelsen vil omfatte detaljeret planlægning, forberedende dekommissioneringsarbejder (som forbereder anlæggene til nedrivning) og selve dekommissioneringen af de nukleare anlæg.

Det er vigtigt at have en strategi for affaldshåndtering på plads inden påbegyndelse af dekommissioneringsarbejdet for at muliggøre en behandling af det affald, der fremkommer, på en måde så det sandsynligvis vil kunne accepteres til bortskaffelse. Selv om det er at foretrække at have depotfaciliteten klar til at modtage affald efterhånden som det fremkommer, er det ikke et absolut krav. Det er helt acceptabelt at affaldet placeres i midlertidigt lager indtil bortskaffelse. Dette gøres i mange lande (inklusive Storbritannien, hvor et slutdepot for mellemaktivt affald først vil være tilgængeligt om adskillige årtier).

Udarbejdelsen af et koncept for bortskaffelse vil sandsynligvis tage adskillige år, men det er, som diskuteret ovenfor, ikke nødvendigt at udsætte dekommissioneringen indtil en depotfacilitet er tilgængelig. Det er imidlertid vigtigt for dekommissioneringen at tage hensyn til den nationale strategi for affaldshåndtering og, for at kunne opfylde akseptkriterier for affald, er det nødvendigt at udarbejde disse, i starten i en foreløbig eller generisk form, hurtigst muligt.

Det anbefales stærkt, at der ikke opstår forsinkelser i formuleringen af en national strategi for affaldshåndtering for Danmark, og ej heller i udarbejdelsen af planer for dekommissionering af Risø's nukleare anlæg. Der ville være fordele ved at udvikle begge disse i kombination med hinanden, men det er ikke nødvendigt for udarbejdelsen af et koncept for bortskaffelse at blive direkte koblet til en dekommissionering af Risø, specielt hvis dette kunne medføre en forsinkelse af dekommissioneringsprogrammet.

Tidsrammen for udvikling og implementering af et koncept for slutdepot kan være meget lang. Dette er i nogle tilfælde fordi der er en lang række tekniske problemer, der skal løses, for eksempel tog det ni år at udvælge en placering i Australien. Offentlig medvirken og beslutningsprocessen kan også være meget tidskrævende.

Derfor vil det være klogt – selv om det som forklaret tidligere ikke er nogen hindring for dekommissioneringsprocessen, at der ikke findes et slutdepot eller en langsigtet deponeringsmulighed – at starte processen, jo før jo bedre. Findes der ikke en langsigtet strategi for affaldshåndtering, vil der være et behov for ompakning af affald og af renovering og udvidelse af de nuværende lagerfaciliteter, hvilket vil være en ekstra omkostning.

Det foreslås, at der i nær fremtid foretages indledende undersøgelser af mulighederne for deponering af radioaktivt affald samt udarbejdelse af forslag til et program for udvikling af den langsigtede strategi for håndtering af radioaktivt affald.

Det foreslås at udarbejde følgende som grundlag for en folketingsbeslutning om gennemførelse af dekommissioneringen af Risø's nukleare anlæg:

- Forslag til strategi for dekommissioneringen.
- Et overordnet projektgrundlag.
- Et forslag til program for udvikling af en langsigtet strategi for håndtering af radioaktivt affald.

De enkelte punkter er behandlet i det følgende

Dekommissioneringsstrategien er en overordnet beskrivelse af den anbefalede foretrukne løsning og en redegørelse for grundlaget for anbefalingen af denne. Strategien dokumenteres i en rapport med et samlet løsningsforslag. Rapporten forudsættes at adressere følgende hovedområder:

- Undersøgte alternativer.
- Dekommissioneringsarbejdets aktiviteter.
- Bortskaffelse af dekommissioneringsudstyr.
- Overvågning og vedligehold af de nukleare anlæg under dekommissioneringen.
- Håndtering af radioaktivt affald.
- De(n) foretrukne løsning(er), herunder foreslået organisation, tidsplan, kontraheringsstrategi (herunder konkret forslag til fordeling In-house/ex-house) og andre væsentlige karakteristika.
- Omkostningsoverslag og vurdering af økonomisk usikkerhed.
- Umrkering af strålingsdoser under dekommissioneringen.
- Kvalitets-, sikkerheds-, helse- og miljøledelse.

7.3 Udarbejdelse af projektgrundlag

Det anbefales at udarbejde et projektgrundlag som basis for projektsimplementeringen. Projektgrundlaget skal udgøre et konsistent sæt regler og krav til sikring af at relevante nationale og internationale love, forordninger og regler overholdes. Projektgrundlaget skal for eksempel baseres på Statsbyggeloven (hvis principper normalt kræves fulgt i projekter for hvilke der vedtages en særlig anlægslov) og Atomloven kombineret med internationale regler for arbejder med nukleare faciliteter, med udgangspunkt i IAEA's anbefalinger.

De overordnede principper for udarbejdelse af dette Projektgrundlag bør foreligge som en del af Folketingets beslutningsgrundlag.

7.4 Program for udvikling af en langsigtet strategi for håndtering af radioaktivt affald.

Selvom det ikke er nødvendigt at koble udarbejdelsen af et koncept for endelig bortskaffelse af det radioaktive affald direkte til en dekommissionering af Risø, er fordelene ved at udvikle begge disse i kombination med hinanden så store, at det anbefales at starte processen vedrørende beslutning om endelig bortskaffelse af det radioaktive affald snarest muligt.

Det foreslås derfor at der parallelt med udarbejdelsen af beslutningsgrundlaget for dekommissioneringen påbegyndes indledende undersøgelser af mulighederne for deponering af radioaktivt affald, samt at der udarbejdes en rapport med forslag til et program for udvikling af den langsigtede strategi for håndtering af radioaktivt affald.

7.5 Andre undersøgelser

Ud over de ovenfor nævnte aktiviteter vil følgende supplerende tekniske undersøgelser blive foretaget til komplettering af grundlaget for en folketingsbeslutning:

- Et såkaldt "drej nøglen om" alternativ. Dette har som forudsætning en udsat påbegyndelse af hele dekommissioneringen.
- En sammenligning af omkostningsoverslag udarbejdet af henholdsvis DD/RD/RNL og COWI for at identificere og vurdere enkeltposter, hvor der er stor forskel på disse.



Ministeriet for Videnskab, Teknologi og
Udvikling

Dekommissionering af Risø's nukleare anlæg

Task 2 - Vurdering af mulighederne for
udførelse af dekommissioneringsarbejdet

Sammenfatning

Juni 2002



Ministeriet for Videnskab, Teknologi og
Udvikling

Dekommissionering af Risøs nukleare anlæg

Task 2 - Vurdering af mulighederne for
udførelse af dekommissioneringsarbejdet

Sammenfatning

Juni 2002

Rapport nr. T2 10 001 D
Revision nr. 1
Udgivelsesdato 21 Juni 2002

Udarbejdet EKLX
Kontrolleret PBF
Godkendt PBF



Indholdsfortegnelse

1	Indledning	2
2	Dekommissioneringsprojektet	4
3	Alternativer muligheder for dekommissionering	5
4	Ressourcer	7
4.1	Behov for arbejdskraft	7
4.2	Kapacitet af eksisterende organisation	8
4.3	Materielbehov	10
4.4	Immaterielle Ressourcer	11
5	Strategi for implementering af Projektet	12
5.1	Strategi for kontrahering	15
5.2	Opgavestrategi	16
6	Omkostninger og tid	20
6.1	Indledning	20
6.2	Omkostninger, 11 års - optionen	20
6.3	Tidsplan, varighed	21
7	Hovedkonklusion	23



1 Indledning

Nærværende sammenfatning af Task 2 er udarbejdet for Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling (MTVU) af COWI & Associates, som en del af disse ydelser i forbindelse med assistance til ministeriet vedrørende dekommissionering af Risøs nukleare anlæg.

COWI & Associates er et konsortium med deltagelse af COWI A/S, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S, NIS Ingenieurgesellschaft mbH- og gennem NIS andre firmaer i RWE NUKEM-gruppen, GOLDER Associates Europe Ltd. og SYCON Energikonsult AB.

Task 2 har haft til opgave at vurdere om dekommissionering af Risøs nukleare anlæg skal udføres med egne ressourcer (in-house) eller om nogle af opgaverne foreslås udbudt internationalt (ex-house), idet den under hensyntagen til tid, omkostninger og sikkerhed etc. i forbindelse med processerne optimale fordeling in-house/ex-house søges identificeret.

Task 2 har haft følgende opgaver:

- Detaljeret gennemgang af dekommissioneringsaktiviteter og processer.
- Vurdering af nødvendige ressourcer, som udstyr, mandskab og øvrige omkostningskrævende ydelser vedrørende arbejdet, herunder strålingsrisici, miljøkrav, samt myndighedsgodkendelser m.v.
- Vurdering af den eksisterende organisation, kapacitet og ressourcer hos Dansk Dekommissionering (DD) / Risø Dekommissionering (DR), der i nær fremtid planlægges samlet hos DD.
- Vurdering af planen for dekommissionering, kontraheringsstrategi samt anvendelsen af DD/RD's personale eller eksterne entreprenører.
- Analyse og diskussion af de foreliggende muligheder, inklusiv identifikation af fordele/ulempes samt hindringer/barrierer for hver udførelsesmulighed i forbindelse med kontraheringsscenarierne.



- Præsentation af resultater som grundlag for beslutninger i form af anbefalinger og hovedkonklusioner, med henblik på at give klienten og Folketinget grundlag for beslutning om igangsættelse af dekommissionering af Risø's nukleare anlæg.

Opgaverne er udført i tidsrummet fra d.14 februar 2002 til d.15 april 2002. Udkast til delrapporter har været sendt til høring hos DD/RD og Forskningscenter Risø (Risø National Laboratory) (RNL). På workshop hos DD/RD d. 23-24 maj 2002 er rapportene og bemærkningerne blevet præsenteret og drøftet. På dette grundlag der opnået gensidig forståelse/enighed om de endelige rettelselser til delrapporterne, som er udarbejdet på engelsk:

- Sub-task 1 rapport: Review of decommissioning processes and activities
- Sub-task 2 rapport: Assessment of the necessary resources
- Sub-task 3 rapport: Assessment of the existing capacity and resources of DD/RD
- Sub-task 4 rapport: Assessment of decommissioning plan and procurement strategy
- Sub-task 5: Analysis and discussion of the assignment strategies

Referenceliste, forkortelser og ordliste fremgår af Sub-task reports. Alle er på engelsk.

Denne rapport er en sammenfatning af ovenstående rapporter og danner yderligere baggrund for den overordnede sammenfatning.



2 Dekommissioneringsprojektet

Dekommissioneringsprojektet er beskrevet i rapporten "Decommissioning of the Nuclear Facilities at Risø National Laboratory, Description and Cost Assessment", redigeret af Kurt Lauridsen, Risø, februar 2001, herefter kaldet Risø rapporten. Foruden Risø rapporten er der udarbejdet en række rapporter om forhold, der vedrører dekommissioneringsprojektet, herefter benævnt Projektet.

Projektet omfatter ikke etablering af permanent slutdepot for radioaktivt affald. Det forudsættes at radioaktivt affald deponeres i midlertidigt depot på Risøs arealer.

Mængderne af affald er opgjort til ca. 28.120 t, heraf ca. 8.200 t radioaktivt affald inklusiv uranmalm og tailings (restprodukt fra forsøgsfremstilling af uran). Det forudsættes, at de brugte brændselselementer fra DR 3 transporteres til USA i løbet af året i henhold til særlig aftale. Alle anlæg er beskrevet i Risø rapporten.

Baseret på vurderingen af projektindholdet og dekommissioneringsaktiviteterne, er det generelle indtryk at formålet med projektet er beskrevet klart og tilfredsstillende i DD/Risøs rapporter. DD/RD har gjort en stor indsats med forskning inden for affaldshåndtering. Detaljeringen af projekttaktiviteterne i forbindelse med demontering og adskillelse af de tre reaktorer bør yderligere belyses ved udarbejdelse af en samlet strategisk plan for dekommissioneringen.

Det forhold, at slutdepotet ikke er inkluderet i Projektet, kan resultere i begrænsninger og usikkerheder vedrørende håndtering af det radioaktive affald, og ekstra omkostninger



3 Alternativer muligheder for dekommissionering

Den overordnede dekommissioneringsstrategi er defineret som dekontaminering af alle installationer og bygningsanlæg med henblik på ubegrænset brug af området ("unrestricted release", eller "green field"). Det radioaktive affald, som er klassificeret lavt radioaktivt eller mellem radioaktivt med kort levetid deponeres på midlertidigt depot på området.

Alternative muligheder for dekommissionering er undersøgt af Risø [Hedeman Jensen, 2001] baseret på forskellige køletider:

- Scenario 1: 20 år med køletid på 10 år
- Scenario 2: 35 år med køletid på 25 år
- Scenario 3: 50 år med køletid på 40 år

Det fremgår af konklusionerne bl.a., at der ikke foreligger noget egnet alternativ til umiddelbar nedbrydning af Risøs nukleare anlæg. Udskudt nedbrydning vil blive dyrere, dels fordi der i venteperioderne er behov for overvågning og vedligeholdelse af installationerne, og dels fordi selve nedbrydningen ikke vil blive meget billigere, eller give anledning til væsentlig lavere strålingsdoser på de mennesker, som er involveret i dekommissioneringen.

Under hensyntagen til mulighederne for størst mulig udnyttelse af den eksisterende viden og erfaringer blandt personalet, foretrækkes det korteste scenario.

Det er endvidere nævnt i DD's indstilling til Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling (MVTU) af d. 20. december 2001, at "Den internationale tendens går mod at koncentrere forløbet, således at et dekommissioneringsprojekt iværksættes tidligst muligt efter en reaktorlukning og herefter gennemføres som et sammenhængende projekt"

Med henvisning til konklusioner om alternative dekommissioneringsstrategier er det anbefalet [Hedemann Jensen, 2001], at gennemføre Projektet over 10-15 år.



I Risø rapporten nævnes: "*A more detailed planning may show that the whole process can be carried through in a shorter time than 20 years foreseen here*"¹

COWI & Associates bemærker, at der ikke er dokumenteret undersøgelser af andre scenarier end de tre fremlagte på hhv. 20, 35 og 50 års varighed. Samtidig bemærkes, at det kunne være relevant at undersøge alternative scenarier, fx et "85 – års" alternativ. Vi er imidlertid enige i, at det korteste scenario synes at være det mest attraktive, ud fra flere forskellige kriterier. Dertil kommer, at der i forbindelse med den seneste revision af rapporteringen er opstået behov for en nærmere vurdering af muligheden for en udskydelse af beslutningen om dekommissionering og dermed alternativet "udskudt nedrivning" – en såkaldt "Drej nøglen om – løsning".

COWI & Associates anbefaler, at endelig fastlæggelse af den foretrukne løsning og overordnet tidsplan koordineres med fastlæggelse af strategi for håndtering af radioaktivt affald og etablering af permanent slutdepot for radioaktivt affald.² Det præciseres, at etablering af sidstnævnte ikke er en forudsætning for at kunne gennemføre dekommissioneringen.

Det skal endelig bemærkes, at at DD/RD I foråret 2002 har påbegyndt strategisk planlægning med henblik på at tilvejebringe fornødent grundlag for Folketingets beslutning om dekommissionering.

Det skal endelig bemærkes, at at DD/RD I foråret 2002 har påbegyndt strategisk planlægning med henblik på at tilvejebringe fornødent grundlag for Folketingets beslutning om dekommissionering.

¹ Kurt Lauridsen "Decommissioning of the Nuclear Facilities at Risø National Laboratory", februar 2001, p. 65, 5-6 line fra neden.

² Se Task 4 rapport: Vurdering af rapporten "Teoretisk udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald", April 2002



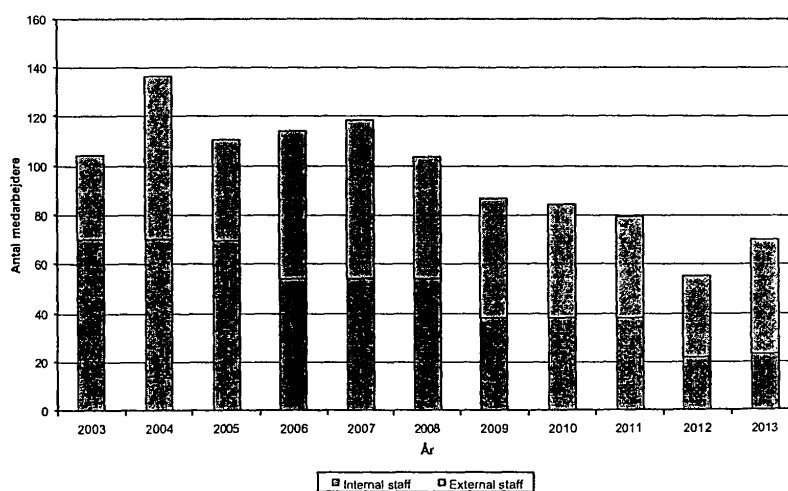
4 Ressourcer

4.1 Behov for arbejdskraft

Af Risø rapporten fremgår det, at der til gennemførelse af Projektet over 20 år er behov for en stab på gennemsnitlig 70 mand om året i 15 år. I de sidste 5 år er der et gennemsnitligt behov for 35 mand. Dette medfører et samlet behov på 1225 mandår. Idet der regnes med 1475 mandtimer pr. år giver dette et samlet timetal på $1475 \times 1225 = 1.806.875$ timer, ca. 1,8 mill. timer.

Task 2 har vurderet det samlede mandtimebehov til i alt 1.815.378 timer, hvilket er bemærkebesværgende tæt på det af Risø anslåede tal, idet det forudsættes, at projektet gennemføres i løbet af 11 år.

Det kan således konstateres, at der er konsensus med hensyn til vurdering af det kvantitative behov for arbejdskraft til dekommissioneringen på ca. 1,8 mio. arbejdstimer over den af DD/RD foreslåede 20 års, og den af Task 2 vurderede ca. 11 års varighed af Projektet.



Figur 1: Nødvendigt antal intern og ekstern stab for 11 års alternativet



Det er anslået, at det årlige personalebehov i løbet af 2004 vil stige til ca. 140 og derefter aftage til ca. 60 personer ved slutningen af projektet.

Der i dag er ca. 70 personer til rådighed i DDs organisation inklusiv, de personer der er beskæftiget med andre opgaver end dekommissionering. Der må således regnes med, at DD kun kan dække halvdelen af mandskabs-behovet med eget organisatorisk mandskab ved et dekommissioneringsforløb på 11 år.

Spørgsmålet om fremskaffelse og uddannelse af denne betydelige forøgelse af arbejdsstyrken bør afklares i forbindelse med den strategiske planlægning og politik for personalepolitik.

Dertil skal regnes med det mandskab, der er nødvendigt for opretholdelsen af drift og løsning af andre opgaver ud over dekommissionering. Behovet for ressourcer til DD's andre opgaver er af DD opgjort til ca. 20 personer pr. år.

4.2 Kapacitet af eksisterende organisation

Task 2 har gennemført en evaluering af DD/RD med det formål at dokumentere organisationens ledelses- og forandringsledelsesfærdigheder.

De konkrete mål med evalueringen var at beskrive og vurdere de individuelle, fælles og strukturelle færdigheder i DD/RD med særligt fokus på ledelse af organisatoriske forandringer, og på basis heraf anbefale nødvendige eller ønskværdige ændringer af organisationens ledelses- og forandringsledelsesfærdigheder.

På basis af demografiske data samt semi-strukturerede kvalitative interviews med et repræsentativt udsnit af DD/RD's ansatte, der blev gennemført i løbet af april 2002, fremhæves følgende fund, slutninger og anbefalinger. Disse relaterer sig til DD/RD's nuværende og fremtidige funktioner i forbindelse med dekommissioneringen af Risøs nukleare anlæg, og har ikke haft til hensigt at behandle DD/RD's øvrige opgaver, som skal varetages parallelt hermed:

- DD/RD ledere og medarbejdere har en høj gennemsnitsalder. Selvom alle vælger at forblive i organisationen til den tvungne pensionsalder på 67 år, så vil et betydende antal forlade organisationen på grund af alder allerede i løbet af de næste få år, inden dekommissioneringen er gennemført. Denne udtynding vil være mere udtalt for akademikerne end for ikke-akademikerne.
- Fordi de kompetencer, som de akademiske medarbejdere i DD/RD besidder, er unikke, i det mindste i Danmark, og fordi det vil tage måneder til år at uddanne nye medarbejdere til samme niveau, er det essentielt, at en kompetence-baseret Human Resources strategi og handlingsplan bliver udarbejdet og iværksat snarest muligt.



Dette er særligt vigtigt nu, på grund af tre faktorer. For det første er personaleomsætningen meget langsom, og der er derfor udelukket at udvikle de særlige kompetencer ved almindelig rekruttering og oplæring. For det andet er der en generel og ganske udtalt mangel på relevante akademikere, og konkurrencen om de få, tilgængelige kandidater er intens. For det tredje har manglen på overordnede beslutninger om dekommissioneringsprojektets iværksættelse haft negativ indflydelse på arbejdspladsen og formodentlig reduceret DD/RD's tiltrækningskraft som arbejdsgiver overfor potentielle ansøgere.

- Selvom DD/RD er nydannet, så har den medbragt virksomhedskulturen fra de tidligere funktioner, der nu indgår i organisationen. Denne kultur kan bedst beskrives som en moden 'produktionsvirksomhed', og den er næppe hensigtsmæssig for de af DD's funktioner, som fremover vil adskille sig fra de nuværende og fremtidige driftsopgaver, nemlig forberedelse og gennemførelse af den egentlige dekommissionering.
- Ledelsessystemet, d.v.s. de individuelle ledere og deres arbejdsgange og samspil, synes i høj grad præget af de teknisk/faglige krav i deres tidligere enheder og funktioner. De fleste ledere har lang anciennitet i organisationen, og er forfremmet internt. Ved sammenligning med andre, tilsvarende organisationer, er der kun foregået beskedent systematisk, formel ledelsesudvikling.
- Der findes et udtalt behov for udvikling af ledelsesfærdigheder, mest udtalt omkring planlægning og opfølgning, kommunikationsfærdigheder, og ledelse af store, multi-interessent projekter.

DD/RD har lang erfaring med projektarbejde, og afdelingerne organiserer mange fælles opgaver som projekter. Disse projekter er ofte mindre, involverer færre mennesker, og har sjældent eksterne projektmedarbejdere. Organisationen har betragtelig erfaring med internationale videnskabelige samarbejder.

Udover én leder, der har betydelig erfaring og kompetence med store anlægsarbejder uden for Risø, så synes de interviewede ledere og medarbejdere ikke at besidde særlig erfaring med projektledelse eller kompetence fra store, multi-interessent anlægs- eller nedbrydningsarbejder.

Med undtagelse af oprettelsen af sin egen organisation, så synes DD/RD ikke at besidde særlig erfaring med dynamisk tilpasning af organisationer til markante ændringer i kompetence- eller kapacitetsbehov, organisatorisk forandringsprojekter, eller business proces re-engineering. DD/RD har oplyst, at den nuværende organisation skal betragtes som en overgangsorganisation, og at det er hensigten at der skal etableres en organisation, der indeholder såvel en projekstyringsfunktion med dekommissionering som hovedformål, som en driftsfunktion, der skal varetage løsning af andre opgaver.



Administrationen af DD/RD's personale varetages fortsat af Risøs personalefunktion mens personaleudviklingen varetages af DD/RD. Der foreligger ingen systematisk kortlægning af kompetencer. Dialogen omkring den langsigtede udvikling af personlige og faglige kompetencer synes væsentligst at have foregået på en individuel basis i medarbejdersamtale-regi.

Det er påvist, at organisationen står foran betydende udfordringer med at dække Projektets behov dels på grund af personalets aldersfordeling samt problemer med at rekruttere nye medarbejdere med relevant baggrund.

Det konkluderes, at udfordringen, ikke mindst for ledelsen, består i at forandre organisationen, dens struktur og processer til en mere dynamisk og fleksibel 'projektorganisation' uden at kompromittere dens evne til at opfylde de kodificerede krav til sikkerhed etc. Denne 'projektorganisation' vil være forskellig fra den nuværende organisation og kræve et andet perspektiv samt nye kompetencer vedrørende forandringsberedskab og -ledelse, ledelse af store projekter, planlægning og logistik, samt kontrahering.

Det anbefales, at der snarest træffes et strategisk valg med hensyn til at dække yderligere kompetence- og kapacitetsbehov gennem rekruttering, ved at købe ydelser fra underleverandører, eller en kombination.

DD/RD's personalesammensætning nødvendiggør, at man ved udarbejdelse af den strategiske plan for dekommissionering eksplicit formulerer en Human Ressource strategi og handlingsplan så snart som muligt.

4.3 Materielbehov

Af Risø rapporten fremgår en liste over forskelligt materiel og leverancer, som vurderes at være nødvendigt for projektets gennemførelse. Ligeledes har DD i indstillingsskrivelse til MVTU af 21. december 2001 vedlagt en opgørelse over nødvendige investeringer af hastende karakter. Endelig har Task 2 i forbindelse med omkostningsvurdering givet et bud på behovet for nødvendige anskaffelser.

Der er enighed om behovet for diverse anskaffelser, især faciliteter og containere til håndtering og midlertidig deponering af radioaktivt affald. Der er imidlertid ikke enighed om anskaffelsernes art og omkostninger, og der er ikke givet nærmere dokumentation for behovet og tidspunktet for de påtænkte anskaffelser.

Det anbefales generelt, at større anskaffelser sker på grundlag af en langsigtet anskaffelsesplan, der har sin rod i implementeringsstrategien og en samlet plan for håndtering af alt affald, som måtte fremkomme i løbet af projektet.



4.4 Immaterielle Ressourcer

Ifølge Risø rapporten er det nødvendigt at gennemføre forskning inden for hel-sefysik og dekommissionering for at vedligeholde og forbedre organisationens kompetence.

COWI & Associates anbefaler i forbindelse hermed, at DD/RD i videst muligt omfang nyttiggør den eksisterende internationale kompetence og teknologi, der er erhvervet i forbindelse med planlægning og gennemførelse af dekommissioneringsprojekter i andre lande.



5 Strategi for implementering af Projektet

Task 2 har udført en vurdering af den overordnede strategi og plan for gennemførelse af Projektet, incl. en diskussion af elementerne i en strategi for implementering af projektet. Der er også udført en diskussion af kontraheringsstrategi, og der foreslås et værktøj til vurdering af hvilke aktiviteter, der bedst udføres in-house eller ex-house. Den overordnede strategi og plan for gennemførelse af Projektet er vurderet mod den i Bygherrevejledningen foreslåede metode til udarbejdelse af byggeprogram.

Et koncept for integreret udarbejdelse af strategi og programlægning diskuteres på grundlag af det ovenfor nævnte.

Et typisk anlægsprojekt indeholder ifølge Bygherrevejledningen følgende faser, der beskrives i detaljer:

- Byggeprogram
- Forslag og Projekt
- Udbudsgrundlag
- Økonomisk styring
- Entrepriseform, udbudsform og prisform
- Udbud
- Antagelse af tilbud
- Entrepriseaftalen. Gennemførelse af byggeriet
- Byggeriets afslutning

Godkendelser og betingelser fra de nukleare myndigheder skal tilvejebringes i henhold til gældende love og bestemmelser igennem hele projektperioden.

Med henvisning til retningslinierne udarbejdet af UKAEA i Storbritannien som et eksempel, foreslås planlægningen af Projektet foretaget i mere og mere detaljerede niveauer:

Niveau 1: Historik og fortegnelse over radioaktive/kontaminerede materialer.



Niveau 2: Strategi for dekommissioneringen:

Fase 1: Målet for dekommissioneringen

Fase 2: Oplisting af alle tænkelige scenarier, og en semi-kvantitativ analyse for identifikation af de 3 mest sandsynlige, "Optionering"

Fase 3: Detaljeret vurdering af de 3 mest sandsynlige scenarier og en økonomisk vurdering

Fase 4: Den foretrukne løsning identificeret gennem processen og beskrives i en rapport med samlet løsningsforslag

Niveau 3: Når ejeren har godkendt den foretrukne løsning, kan udarbejdelsen af Dekommissioneringsplanen foretages.

Niveau 4: Når ejeren har godkendt Dekommissioneringsplanen er der grundlag for udarbejdelse af dekommissioneringsprogrammet. Dette følger principperne for et typisk anlægsprojekt, som beskrevet ovenfor, blot suppleret med aktiviteter relateret til håndtering af radioaktive stoffer.

Det anbefales, at projektimplementeringen foretages i henhold til Atomloven og danske regler inden for det nukleare område samt Bygherrevejledningen, kombineret med internationale regler med udgangspunkt i IAEA's anbefalinger. Med henblik på en nærmere fastlæggelse af regelsættet foreslås etablering af et "Projekt Grundlag" med en detaljeret beskrivelse af regelsættet, procedurer og forudsætninger, som kan skabe baggrund for den videre planlægning og gennemførelse af projektet.

Den overordnede strategi for dekommissioneringen er beskrevet i Risørapporens kapitel 4. Det vurderes, at denne strategi kun dækker en del af den nødvendige strategiske planlægning, jfr. ovenfor.

Når det er besluttet at gå videre med dekommissioneringen, skal ejeren beslutte hvordan han bedst muligt implementerer denne beslutning. I de fleste tilfælde er målet at gennemføre projektet på den økonomisk mest fordelagtige måde, og når denne er defineret, at gennemføre projektet indenfor budgettet, til tiden og til den forudsatte kvalitet.

Dette er også relevant for Projektet, skønt der skal tages hensyn til specielle forhold når strategien for projektimplementering besluttet.

Projektet kan karakteriseres ved følgende unikke karakteristika:

- Prototype-projekt, der kun findes eet af
- Omfanget af arbejde er ret begrænset, men en del er teknisk kompliceret
- Fokusering og prioritering af miljøforhold
- Politisk fokus
- Forhold omkring ansattes forhold



En mulig handlingsplan, der tager hensyn til disse emner, er foreslået i den tekniske rapport for Task 2, Sub-task 4.

Det forudsættes, at der oprettes en organisation med det ene formål at være ansvarlig for Projektets gennemførelse. Det forudsættes desuden at organisationen ledes af en Projektleder med relevant erfaring fra sammenlignelige projekter.

Såfremt det besluttet at gennemføre Projektet med en stor andel af ex-house ressourcer, foreslås det at overveje "Programme Manager" konceptet (en relativ lille organisation til projektimplementeringen, ansvarlig for den overordnede planlægning og gennemførelse af projektet, og bemannet med ressourcer med erfaring fra lignende opgaver). DD kunne i givet fald tildeles denne rolle.

Det anbefales, at DD/RD udvikler sin organisation fra den nuværende indrettet mod drift af nukleare anlæg under nedlæggelse til en organisation struktureret, så den er rettet mod aktiviteter i forbindelse med og ansvar for dekommissioneringsprojektet.

En omhyggelig planlægning af hele dekommissioneringsprocessen er en nødvendig forudsætning for en succesfuld gennemførelse. Den fortsatte planlægning kan føre til justeringer af strategien for implementering, og medføre behov for godkendelser fra ejer eller myndigheder, hvis og når projektlederen vurderer at dette er nødvendigt. Myndighedskrav og -godkendelser er vigtige parametre i planlægningen.

Med henvisning til Aktstykke 160 anbefales, at den hidtil foretagne strategiske planlægning fuldstændiggøres og gøres operationel før implementeringen af Projektet startes.

Det bemærkes, at en række forberedende arbejder er igangsat efter aftale med Hovedstadens Udviklingsråd. Udførelsen af disse arbejder vil bidrage til at de eksisterende ressourcer kan blive udnyttet bedst muligt.

Projekteringen af dekommissioneringsarbejderne vil ud over de aktiviteter, som er relateret til radioaktive eller kontaminerende stoffer eller materialer være forholdsvis enkel.

Kontrahering omfatter anskaffelse af alle de ressourcer, der er nødvendig for Projektets gennemførelse. Dette omfatter rådgivere, entreprenører, leverandører, osv., og i tilfælde af at DDs rolle kræver det, også tilvejebringelse af ressourcer til supplement af de nuværende ansatte.

En kontraheringsstrategi bør besluttet tidligt i projektforløbet, og antal og indhold af de enkelte "pakker" defineres. For mange af de aktuelle arbejder er der så integreret sammenhæng mellem projektering og udførelse, at en form for totalentreprise bør vælges. Da der er tale om et langstrakt tidsforløb er det naturligvis nødvendigt, at DD/RD løbende evaluerer og revurderer sin udbudsstrategi, således at man til stadighed sikrer sig den mest økonomiske og hensigtsmæssige gennemførelse af de enkelte opgaver.



Hvis EUs tærskelværdier overskrides, skal kontraheringen følge de relevante EU direktiver.

På nuværende tidspunkt forudses maksimalt tre kontrakter, hvis "Programme Manager" konceptet besluttet:

- Affaldsdepot, midlertidigt eller permanent.
- De-kontaminering, demontering af kontaminerede dele og affaldsbehandling og håndtering.
- Forberedende arbejder, nedrivning af bygninger og konstruktioner samt genopretning efter færdiggørelse af dekommissioneringen.

Indførelse af incentives foreslås overvejet. Dette kan gøres ved at yde entreprenøren belønning/bonus hvor han med ændrede arbejdsmetoder og/eller arbejdsprocesser bidrager til reduktion af de samlede omkostninger, som kan give begge parter økonomiske fordele, fx ved effektivisering af affaldsbehandling, reduktion af affaldsmængder til deponering etc. . Tilsvarende kunne Partnering eller andre motivationsfremmende foranstaltninger overvejes indført.

5.1 Strategi for kontrahering

På grundlag af strategien for dekommissionering udvikles en Project Breakdown Structure (PBS). Den danner igen grundlag for strategi for implementering, herunder strategi for kontrahering.

Den danske Bygherrevejledning omfatter både kontrahering af teknisk rådgivning (Kapitel 6, Teknisk rådgivning) samt den teknisk udførelse (Kapitel 11, Entrepriseform, udbudsform og prisform).

Valget af strategi afhænger af aktivitetstyper, den tilrådighed værende relevante kompetence samt andre faktorer (f.eks beslutning om at fastholde dansk kompetence på området), som er vigtige set i forhold til den samlede plan for dekommissionering og strategi for implementering.

Det anbefales generelt at udarbejde en turnkey strategi for kontrahering ved projekter, hvor projekteringen er omfattende og stærkt påvirker den tekniske udførelse. Dette forudsætter en nøje overvejelse af spørgsmål om delegering af planlægning og ansvar til entreprenøren, idet det under alle omstændigheder er DD/RD der har ansvaret for den nukleare sikkerhed og den korrekte håndtering af radiaktive materiale.

Et spekter af strategier for kontrahering er mulige:

- Planlægning, projektering og udførelse, håndtering af affald samt helsefysik udføres af DD, evt. suppleret med ressourcer udefra, hvis det vurderes nødvendigt.



- Som nævnt ovenfor, med undtagelse af kontrahering af entreprenører, specialiseret i fjernstyrede aktiviteter, samt deres udstyr.
- Planlægning, projektering og tilsyn af arbejdet, håndtering af affald samt helsefysik udføres af DD, evt. suppleret med ressourcer udefra, hvis det er vurderet nødvendigt. Rådgivere/entreprenører er kontraheret for demontering og nedrivning.
- DD som projektleder, dvs. de udfører planlægning af og tilsyn med alle aktiviteter. Projektering og udførelse af arbejdet, affaldshåndtering samt helsefysik udføres af rådgivere/entreprenører.

Den næste overvejelse går på om arbejdet skal udføres af få store eller mange små entreprenører. Den første strategi vil kræve internationale erfarne entreprenører, som er specialiseret i dekommissioneringsarbejde; den sidstnævnte giver plads til mindre firmaer, men kan imidlertid medføre komplicerede grænsefælder, og dermed kræve flere ressourcer fra klienten i forbindelse med planlægning og tilsyn.

Det anbefales, at DD udvikler en strategi for kontrahering så hurtigt, som muligt. Strategien for kontrahering skal være en del af strategi for implementering, samt danne baggrund for en investeringsplan og et finansielt budget.

5.2 Opgavestrategi

Opgavestrategien skal baseres på en økonomisk og optimal brug af de til rådighed værende ressourcer samt kontraherede eksterne ressourcer. Formålet med opgavestrategien er at danne grundlag for beslutningen om opgavefordelingen mellem DD og eksterne entreprenører.

Nærværende vurdering indeholder en beskrivelse af, om de betragtede enheder har tilstrækkelig kompetence til at udføre aktiviteterne. Den omfatter ikke en vurdering af det nødvendige antal personer/ressourcer til faktisk at gennemføre aktiviteterne.

5.2.1 Opdeling i aktiviteter

Dekommissioneringsprojektet er opdelt i aktiviteter, jf. rapport fra Task 2, Subtask 1, sektion 5.

Hver aktivitet er vurderet med hensyn til kompetencebehovet i forhold til følgende type materiale (se Tabel 1):

- 0 Ikke forurenset/ikke radioaktivt
- X Radioaktivt, lavt niveau



- **XX** Radioaktivt, mellem niveau, kortlivet, hvor direkte håndtering mulig
- **XXX** Radioaktivt, mellem niveau, langlivet og højt niveau, hvor kun fjernstyret håndtering mulig

5.2.2 Vurdering af kompetencer

Kompetencer er defineret som en opdateret omfattende praktiske erfaring indenfor discipliner, teknikker og metoder, som er relevante for den optimale udførelse af den betragtede type og art aktivitet (art dækker over planlægning, projektering, udførelse og tilsyn).

De følgende niveauer af kompetence er anvendt:

- **2** Relevant kompetence: Kompetence, som defineret ovenfor, er tilrådighed indenfor den betragtede organisation/type virksomhed.
- **1** Delvis relevant kompetence: En del af den nødvendige kompetence er tilrådighed indenfor den betragtede organisation/type virksomhed, men kræver yderligere ressourcer til opnåelse af den fulde kompetence. Dette kan gøres ved at ansætte nyt personale eller indleje personale med den manglende kompetence. Alternativt kan organisationen sammensættes med en anden organisation, som har den nødvendige kompetence. Denne klassifikation indikerer at det kan blive muligt for enheden at udføre den betragtede type aktivitet.
- **0** Ingen kompetence: Den betragtede organisation/type virksomhed har ikke kompetence til at udføre den betragtede type aktivitet.

Et eksempel på en delvis relevant kompetence er DDs kompetence til at planlægge og projektere affaldshåndtering, -behandling og -deponering. DD har ikke en omfattende, opdateret praktisk erfaring indenfor de fagområder, som er nødvendige for optimalt at planlægge og projektere denne aktivitet, uden først at skulle opdatere den til rådighed værende kompetence eller udbygge kompetencen med eksternt personale.

5.2.3 Vurdering af Dansk Dekommissionerings kompetence

Med henvisning til udkast til aftale mellem DD og Risø om overdragelse af Risø's nukleare anlæg fra Risø til DD³, overtager DD ansvaret for en række aktiviteter foruden dekommissionering af de nukleare anlæg. Nærværende vurdering omfatter kun DD/RD's kompetencer, relevante for dekommissioneringsprojektet.

Med hensyn til løsning af de enkelte opgaver i Projektet er DDs kompetence vurderet i forhold til de opdeltte aktiviteter i dekommissioneringsperioden. Her

³ jf. bilag 2 til DD skr. af 8. Marts 2002 til Overingenør Bjørn Thorlaksen, Beredsskabsstyrelsen, og Institutchef Kaare Ulbak, Statens Institut for Strålehygiejne, DEM



er vurderingen illustreret ved underaktiviteterne på "DR 3 – generelt", idet disse er repræsentative for principperne for hele dekommissioneringen.

Som det fremgår af eksemplet, er DD fundet at have kompetence svarende til alle tre niveauer for projektering og udførelse af forskellige aktiviteter. Konklusionen er, som det også fremgår ovenfor, at DD, såfremt den foreslåede strategi med DD som eneansvarlig for Projektets planlægning og udførelse skal følges, må forstærkes med en række nødvendige kompetencer.

Kode	Aktivitet	Materiale Type					Kompetence					
							Projektering og tilsyn			Udførelse		
							DD/RD	Rådgiver	Leverandør	DD/RD	Almindelig Entreprenør	Specialist Entreprenør
4004	DR3 - GENEREL	0	X	XX	XXX	Verkt						
400401	PRE-DEKOMMISSIONERING AKTIVITETER											
40040101	Udpeg ekstern entreprenør	0					1	2				
40040102	Aktiviteter i forb. med forberedelse af tilladelser	0					2	1				
40040103	Udarbejdelse af dokumenter for tilladelser	0					2	1				
40040104	Formaliteter i forb. Med tilladelser	0					2	1				
400402	NEDLØKNING AF FACILITETER											
400403	KONTRAHERING											
40040301	Modification of controlled area installations	0					2	2		1	2	2
40040302	Forbedring af adgangskontrol	0					2	2		2	2	
40040303	Lokalt radiologisk overvågningsudstyr	0	X	XX	XXX		2	2		2		2
40040304	Forbedring af forsyningsinfrastruktur for arbejdspladsen	0					0	2		0	2	
40040305	Modificering af sanitært udstyr	0					0	2		0	2	
40040306	Forøgelse af brandsikkerhed	0	X	XX			2	2		1	2	
400406	OVERVÅGNING AF ARBEJDSPLADSEN											
40040601	Drift af pladsen	0					2	2		2		2
40040602	Sikkerhedsvagter	0					2	2		1		2
40040603	Vedligehold	0					2	2		2	2	
400407	RE-ETABLERING AF ARBEJDSPLADSEN											
40040701	Målinger for friklassing af områderne	0					2	2		2		2
40040702	Oplydninger af huller	0					0	2		0	2	
40040703	Landskabsmodellering	0					0	2		0	2	
400408	PROJEKTEDELSE OG PROJEKTERING											
400408011	Projektledeelse	0					2	2				
400408012	Projektering, nukleart relateret	0	X	XX	XXX		2	2				
400408013	Projektering, alm. Bygnings-, El- og Mekaniske arbejder	0					1	2				
40040802	Administration af radiologisk beskyttelse	0	X	XX	XXX		2	2				
400410	ATOMBRÆNDSEL OG RADIOAKTIVE MATERIALER											
400410011	Brugt brændsel og andre radioaktive materialer				XXX		2	2		2		2
	TILSYN						1	2				



Tabel 1: DR 3 Generelt, Eksempel på vurdering af kompetencer

Kode	Aktivitet	Materiale Type					Kompetence					
							Projektering og tilsyn			Udførelse		
							DD/RD	Rådgiver	Leverandør	DD/RD	Almindelig Entreprenør	Specialist Entreprenør
4004	DR3 - REAKTORBYGNING	0	X	XX	XXX	Vent						
421301	FØR-DEKOMMISSIONERING											
42130101	Forberedelse af arbejdsplads	0					2	2		2	2	
42130102	Demontering af kontamineret		X	XX	XXX	?	1	2		1	1	2
42130103	Demontering af aktiveret		X	XX	XXX	?	1	2		1	1	2
42130104	Demontering af biologisk skjold		X	XX	XXX	?	0	2		0	1	2
421302	NEDLUKNING AF FACILITETER											
421303	FORBEREDENDE ARBEJDER											
42130301	Ventilations filter system	0	X				2	2	2	2	1	2
42130302	Redskaber til løft	0					1	2	2	1	2	2
42130303	Elektrisk udstyr	0					2	2	2	2	2	2
42130304	Udstyr til demontage	0					1	2	2	1	2	2
421304	D Demontering											
42130401	Fjernelse af varmeisoler og asbest	0					1	2		1	1	2
42130402	Ikke-radioaktive komponenter	0					1	2		1	2	
42130403	Kontaminerede komponenter		X	XX	XXX	?	1	2		1		2
42130404	Hovedkomponenter	0	?	?	?	?	1	2		1	2	2
42130405	Aktiverede komponenter		X	XX	XXX	?	1	2		1		2
42130406	Biologisk skjold	0	X	XX	XXX	?	1	2		0	1	2
42130407	Udstyr endnu ej demonteret	0	X				1	2		1	2	2
42130408	Dekommissioneringsudstyr	0	X	XX	XXX		1	2		0	1	2
42130409	Dekontaminering af bygningsoverflader		X	XX	?		1	2		1		2
42130410	Frigivelsesmålinger af bygningsoverflader	0	?	?	?		2	2		2	1	2
42130411	Nedrivning af bygninger	0					0	2		0	2	0
421305	AFFALDSBEHANDLING, OPBEVARING OG BORTSKAFFELSE											
42130501	Fast affald		X	XX	XXX		2	2		2		2
42130502	Flydende affald		X	XX	XXX		2	2		2		2
42130503	Sekundært affald		X				2	2		2		2
42130504	Konventionelt affald (ikke-radioaktiv)	0					1	2		1	2	
	TILSYN						1	2				

Tabel 2: DR 3 Reaktor bygning, vurdering af kompetencer.



6 Omkostninger og tid

6.1 Indledning

Task 2 har i samarbejde med Task 3 på baggrund af Project Breakdown Structure (PBS) udarbejdet en omkostningsvurdering af det korte alternativ. Omkostningerne er beregnet ved brug af programmet CALCOM.

Beregningen svarer til en nettoberegning uden tillæg til dækning af uforudseelige udgifter og risiko, det såkaldte "Best Net-estimate", som svarer til at den nuværende stab på Risø, ca. 70 personer, er beskæftiget på Projektet og de resterende, nødvendige ressourcer er eksterne.

De nødvendige ressourcer i relation til omkostningsvurderingen er præsenteret i kap. 4.

6.2 Omkostninger, 11 års - optionen

Med henvisning til forklaringer og forbehold nævnt i Sub-task 2 rapporten, er resultatet fra beregningen af omkostningerne for det korteste alternativ præsenteret i nedenstående Tabel 2. Bemærk, at de beregnede "Best Net-estimate" ikke inkluderer uforudseelige omkostninger og usikkerheder, og derfor ikke kan lægges til grund for budgettering. Med henvisning til Task 3 rapporten er "Best estimate", inklusiv usikkerhed, opgjort til 994,6 mio. DKK



Tabel 1: Omkostninger pr. facilitet

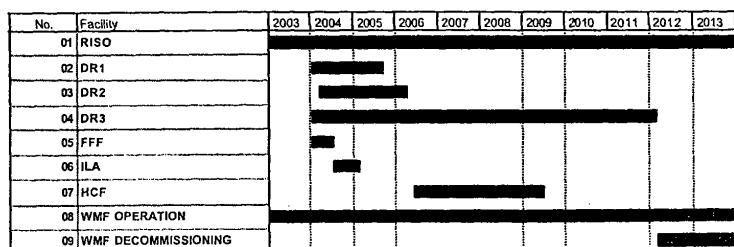
Facilitet	Omkostninger [Mio. DKK]
Risø	308.8
DR 1	19.9
DR 2	26.4
DR 3	241.5
Brændselsfremstilling	4.1
Isotop Laboratorium	5.3
Hot Cell konstruktion	42.2
Behandlingsstation for radioaktivt affald (drift)	221.5
Behandlingsstation for radioaktivt affald (dekommissionering)	45.0
Total	914.7

Det totale beløb omfatter alle aktiviteter forbundet med dekommissionering fra den strategiske planlægning til Risø's "green field" status, men er eksklusiv omkostninger forbundet med udarbejdelsen af et endeligt depot for radioaktivt affald og nyt affaldsbehandlingsanlæg til modtagelse af radioaktivt affald fra industri, sygehuse m.v. En detaljeret liste af betingelser og forudsætninger for omkostningsvurderingen er givet i Sub-task 1 rapporten.

6.3 Tidsplan, varighed

Usikkerheder og mulige tillægsomkostninger er vurderet under Task 3 (ref. Task 3, Sammenfatningsrapport). Dette resulterer i et tillæg som afspejler de sandsynlighedsvægtede ekstra omkostninger og i et usikkerhedsinterval på omkostningsestimatet.

Nedenstående figur viser tidsplanen opdelt på facilitet.



Figur 2: Tidsplan for dekommissionering af Risø Dekommissioning



Dekommissionering starter med en strategisk planlægning af det fulde arbejde samt færdiggørelsen af VVM (Vurderinger af Virkninger på Miljøet) redegørelse, som allerede er påbegyndt. Der beregnes normalt et år til dette arbejde. Omkostninger til den fortsatte drift af faciliteterne er medtaget i omkostningsvurderingen.

Efter den strategiske planlægning er afsluttet påbegyndes den specifikke planlægning og myndighedsgodkendelse for DR 3, som er den betydelige del af dekommissioneringsprojektet. Dette arbejde påregnes en varighed på ca. 2 år. Den endelig demontering forventes påbegyndt i år 2006.

For at undgå uudnyttet personale vil demontering af ukritiske og ikke-radioaktive installationer på DR 1, DR 2, Brændselsfremstilling og Isotop Laboratoriet blive påbegyndt straks.

Hot Cell konstruktionen vil blive dekontamineret og demonteret efter de ovennævnte faciliteter parallelt med DR 3.

Efter dekommissionering af DR 3 er afsluttet, resterer dekommissionering af Behandlingsstationen. Den fulde Risø dekommissionering forventes i henhold til denne plan afsluttet i 2013.



7 Hovedkonklusion

På grundlag af resultaterne af de vurderinger og analyser, som er udført af Task 2, vurderer COWI & Associates, at den økonomisk mest fordelagtige gennemførelse af dekommissioneringsprojektet opnås, når dette udføres under DD's ansvar og ledelse med en kombination af egne og eksterne ressourcer.

På det foreliggende grundlag er der anslået et samlet ressourcebehov på ca. 1,8 mill. mandtimer. Ved valg af korttids optionen på 11 år, skal der regnes med et årlig gennemsnitligt behov for ca. 90 personer med størst behov i begyndelsen af projektet på ca. 140 personer.

Det vurderes, at DD/RD med den nuværende organisation næppe vil råde over den fornødne kapacitet og kompetance til gennemførelse af projektet. Under forudsætning af etablering af en projektorienteret organisation og suppleret med kompetence inden for byggeteknisk projektstyring, finder COWI & Associates at DD/RD kan løse opgaven på betryggende vis.

Undersøgelserne af omkostninger og ressourcebehov er baseret en skønsmæssig fastsættelse af en projektorganisation på 70 personer. Projektorganisationens endelige udformning og størrelse bør fastlægges i forbindelse med den strategiske planlægning.

Følgende typer opgaver vurderes at kunne udføres mest hensigtsmæssigt som interne opgaver (in-house):

- Forberedelser til dekommissionering, herunder planlægningsarbejde, arbejde med myndighedsgodkendelser og licenser m.v.
- Anskaffelse af udstyr, modificering af bygninger til dekommissionering m.v. m.v.
- Udførelse af tilsyn og overvågning af sikkerhed og miljøhensyn.
- Projektering og ledelse af processer, hvori der indgår håndtering af radioaktive materialer.



- Ansvar for arbejde vedr. radiologisk sikkerhed.
- Projektering og ledelse af opgaver vedr. håndtering af radioaktivt affald.

Følgende typer opgaver vurderes at kunne udføres mest hensigtsmæssigt med eksterne rådgivere og entreprenører (ex-house):

- Projektering og udførelse af arbejder til forbedring af infrastrukturen.
- Projektering og udførelse af typiske installationsarbejder, VVS og el m.v.
- Fremstilling af større installationer til demontering af komponenter i reaktorer.
- Større arbejder i forbindelse med demontering af reaktorer.
- Nedbrydning af bygninger og installationer
- Eventuel oprensning af forurenet jord og reetablering af pladsen efter afslutning af de enkelte arbejder.

På det foreløbige grundlag vurderes meget groft, at den hensigtsmæssige fordeling mellem ex-house og in-house arbejde ligger omkring 50%/50%. Det forventes, at demontering af reaktorer og alle større arbejder med radioaktivt materiale udbydes i international licitation.

Det anbefales, at den principielle fordeling af opgaverne på egne og eksterne ressourcer samt fremskaffelse af eksterne ressourcer fastlægges under det videre arbejde med strategisk planlægning og plan for gennemførelse af Projektet.



Ministeriet for Videnskab, Teknologi og
Udvikling

Dekommissionering af Risø's nukleare anlæg

Task 3 - Vurdering af økonomisk usikkerhed

Sammenfatning

Juni 2002



Ministeriet for Videnskab, Teknologi og
Udvikling

Dekommissionering af Risø's nukleare anlæg

Task 3 - Vurdering af økonomisk usikkerhed

Sammenfatning

Juni 2002

Rapport nr. T3 10 001 D
Revision nr. 1
Udgivelsesdato 21. juni 2002

Udarbejdet EKK/IBK
Kontrolleret IBK/MES
Godkendt PBF



Indholdsfortegnelse

1	Indledning	2
2	Metodebeskrivelse	4
2.1	Målsætning	4
2.2	Metodik	4
3	Vurdering af omkostningerne til dekommissionering	5
3.1	Basis scenarie for CALCOM analyser	5
3.2	Pris svarende til Bedste Netto-kostestimat	5
3.3	Øvrige omkostninger	9
3.4	Estimeret pris for specialudstyr	10
3.5	Analyse af direkte usikkerheder på kostestimater	11
4	Usikkerheder på generiske antagelser	14
5	Resultater af den økonomiske risiko analyse	19
5.1	Sandsynlighedvægtede centrale kostestimater ("Best Estimate")	19
5.2	Følsomhedsanalyse	23
5.3	Resumé af bedste kostestimat	31



1 Indledning

Nærværende resumé af Task 3 er udarbejdet for Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling af COWI & Associates, som en del af disses ydelser i forbindelse med assistance til Ministeriet vedrørende dekommissionering af Risø's nukleare anlæg.

COWI & Associates er et konsortium med deltagelse af COWI A/S, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S, NIS Ingenieurgesellschaft mbH- og gennem NIS andre firmaer i RWE NUKEM-gruppen, GOLDER Associates Europe Ltd. og SYCON Energikonsult AB.

COWI & Associates assistance til Ministeriet i perioden fra ultimo januar til april 2002 er dokumenteret i rapporter for følgende delopgaver ("Tasks"):

Task 2 – Vurdering af mulighederne for udførelse af dekommissioneringsarbejdet

Task 3 - Vurdering af økonomisk usikkerhed

Task 4 – Vurdering af rapporten "Teoretisk udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald"

Nærværende rapport er en sammenfatning af Task 3's underopgaver, beskrevet nedenfor. Disse opgaver blev udført fra 14. februar til 22. april 2002 og endeligt konsolideret frem til 21. juni 2002. Sammenfatningsrapporten findes også på engelsk. En mere udførlig Teknisk Rapport findes på engelsk.

En sammenligning mellem kostestimerne i denne rapport og dem udarbejdet af Risø vil blive inkluderet i næste rapportering.

Formål

Hensigten med Task 3 er at foretage de vurderinger, der er nødvendige som grundlag for Ministeriets bedømmelse af de økonomiske usikkerheder i forbindelse med gennemførelse af dekommissioneringen af Risø's nukleare anlæg, baseret på rapporter udgivet af Forskningscenter Risø (RNL), dennes underafdeling Risø Dekommissionering (RD) og Dansk Dekommissionering (DD). De følgende dekommissionerings-muligheder/alternativer er behandlet:



- Alternativ 1. Kort alternativ (dekommissionering af alle faciliteter så hurtigt som muligt)
- Alternativ 2: 40 års udsættelse af dekommissionering af DR 3 (reaktor 3) og behandlingsstation for radioaktivt affald (WMF)
- Alternativ 3: 80 års udsættelse af dekommissionering af DR 3 (reaktor 3) og behandlingsstation for radioaktivt affald (WMF)

Opgavens omfang

Opgaven har omfattet:

- Systemplanlægning af grænsefladen mellem det traditionelle kostestimat, udarbejdet i edb – programmerne CORA/CALCOM og den sandsynlighedsbaserede modellering af overvejende usikkerheder, udført i edb – programmet HUGIN.
- Bedømmelse af dekommissioneringsmetoder, alternativer samt omkostningsvurderinger og –struktur som indeholdt i RNL/RD/DD's rapporter.
- Modellering af usikre generiske antagelser for dekommissioneringsaktiviteterne og de tilhørende direkte- og mandtime-omkostninger ved hjælp af HUGIN på basis af Bayesiske probabilistiske netværk (BPN).
- Udarbejdelse af alternative, grove overslag, med tilhørende direkte usikkerheder, ved brug af CORA/CALCOM
- Tildeling af sandsynligheder til alle udfald i HUGIN BPN og beregning af de sandsynlighedsvægtede tillægsomkostninger.
- Ekspert seminarer for bedømmelse og konsolidering af usikkerhedsstruktur og sandsynligheder.
- Udarbejdelse af teknisk rapport og sammenfatning for Task 3.



2 Metodebeskrivelse

2.1 Målsætning

Formålet med denne delopgave er for hvert af de alternative tidsforløb at angive et centralt kostestimat inklusiv de sandsynlighedsvægtede meromkostninger for dekommissionering af Risø's nukleare anlæg samt standard afvigelsen på kostestimatet.

Resultatet omfatter interaktive modeller af de mest omkostningsrelevante usikre parametre. Modellerne er velegnede til at give en bedre forståelse af den økonomiske usikkerhed, der er forbundet med gennemførelsen af dekommissioneringen.

2.2 Metodik

Den deterministiske basis for omkostningsanalysen udarbejdes som et centralt netto-kostestimat ved hjælp af europæisk erfaring fra en lang række nukleare dekommissioneringer, som er samlet i database og kostestimeringssystemet CORA/CALCOM. Basis for input kommer fra rapporter over Risø DS (dekommissioneringsstudiet) og fra information på møder med RD/DD (Risø Dekommissionering/Dansk Dekommissionering). Generiske forudsætninger for det centrale netto-kostestimat, antagelser vedrørende nedtagningsmetoder mv. er i overensstemmelse med den samlede erfaring hos samarbejdspartnerne.

En traditionel analyse af usikkerheden på posterne i det centrale netto-kostestimat er gennemført ved brug af erfaring hos NIS. Resultatet er et usikkerhedsinterval henover kostestimatet. Ovenpå det centrale netto-kostestimat modelleres de usikre aspekter med stærk indflydelse på dekommissioneringsomkostningerne i det sandsynlighedsbaserede Bayesiske computersystem, HUGIN Professional. Modellen udføres med Bayesiske probabilistiske netværk, BPN.

Den logiske sammenhæng, de mulige udfald og de tildelte sandsynligheder i netværket drøftes og fastlægges i seminarer med deltagelse af de relevante eksperter fra samarbejdspartnerne, RD/DD og MVTU, så deres kombinerede erfaring og arbejdet i de andre delopgaver bygges ind i modellerne.

Endelig udføres der en følsomhedsanalyse på de forventede tillægsomkostninger ved hjælp af de interaktive faciliteter i modellen.



3 Vurdering af omkostningerne til dekommissionering

3.1 Basis scenarie for CALCOM analyser

Omkostningerne til dekommissioneringen er blevet vurderet ved brug af edb – programmet CALCOM, for hvert anlæg i samme detaljeringsgrad, baseret på en specifik Risø aktivitetsnedbrydning (Project Breakdown Structure, PBS), udarbejdet i overensstemmelse med OECD's rekommandationer.

Kostoverslaget indeholder alle nødvendige dekommissioneringsaktiviteter, fra det strategiske planlægningsarbejde og indtil "Greenfield" status for Risø, men det indeholder ikke omkostninger til et slutdepot for radioaktivt affald.

Omkostningerne til dekommissionering er fordelt på de forskellige anlæg så vidt, som muligt. Der er dog visse dekommissioneringsaktiviteter, som er generelle, for eksempel den strategiske planlægning i starten af projektet og ledelse af DD/RD. Denne type aktiviteter kan ikke fordeles til et anlæg, og derfor er et overordnet "anlæg" ved navn "Risø" defineret.

De forudsætninger, som anvendes i kostoverslaget, fremgår af Appendix 3 til den Tekniske rapport til Task 3.

3.2 Pris svarende til Bedste Netto-kostestimat

CALCOM beregningen leverer antal af arbejdstimer, tidsplan og de omkostninger, som ikke er relateret til personel.

Det Bedste Netto-kostestimat, det vil sige kostoverslaget svarende til den mest sandsynlige kombination af inhouse og exhouse stab uden at inkludere usikkerheder er beregnet for hver alternativ.

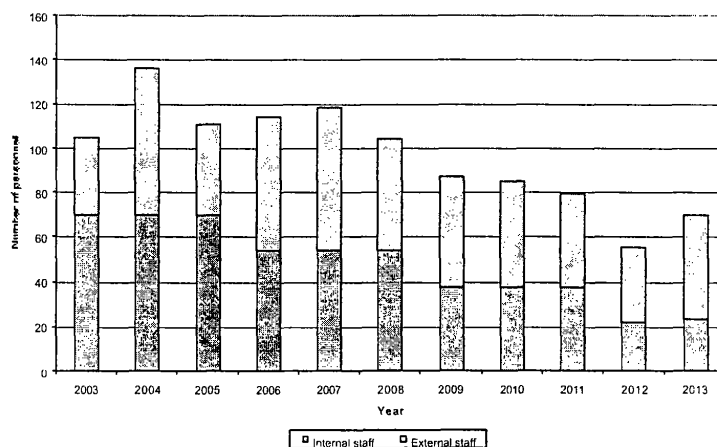
Dette kostoverslag for dekommissioneringsarbejderne er anvendt som basis for vurdering af den økonomiske risiko.



3.2.1 Alternativ 1 (kort) Bedste Netto-kostestimat

Den kombination af DD/RD stab og ansatte hos eksterne entreprenører, som er anset for mest sandsynlige under de 11 år lange dekommissioneringsaktiviteter, er vist i figur 1. Af figuren fremgår det at, ca. 50% af personalet vil være eksternt, hvilket er under hensyntagen til den nuværende medarbejderskare på 70 mand samt den fremtidige udvikling af organisationen.

Omkostningerne svarende til dette Bedste Netto-kostestimat er vist i tabel 1.



Figur 1 Fordeling af intern og ekstern bemanning.

Tabel 1 *Pris pr. anlæg – Bedste Netto-kostestimat for alternativ 1*

Anlæg	Pris [Mio. DKK]
Risø (Overall)	308,8
DR 1	19,9
DR 2	26,4
DR 3	241,5
Brændselsfremstilling ("Fuel Fabrication Facility")	4,1
Isotop laboratorium ("Isotopic Laboratory")	5,3
Hot Cell konstruktion ("Hot Cell Facility")	42,2
Behandlingsstation for radioaktivt affald (drift) ("Waste Management Facility (Operation)")	221,5
Behandlingsstation for radioaktivt affald (dekommissionering) ("Waste Management Facility (Decommissioning)")	45,0
Total	914,7

3.2.2 Alternativ 2 Bedste Netto-kostestimat

I Alternativ 2 er dekommissionering af DR3 udsat i 40 år, for at den kan nedkøle de aktiverede og kontaminerede dele af reaktoren (svarende til Risø's 50års scenarie i Risø's DS). Udover DR3 og WMF bliver alle andre dele af Risø nedtaget som i Alternativ 1.

Kostoverslaget indeholder alle nødvendige dekommissioneringsaktiviteter, fra det strategiske planlægningsarbejde og indtil "Greenfield" status for Risø, men det indeholder ikke omkostninger til et slutdepot for radioaktivt affald.

Kostoverslaget svarende til Bedste Netto-kostestimat for alternativ 2 er vist i tabel 2.



Tabel 2 Pris pr. anlæg – Bedste Netto-kostestimat alternativ 2 (40 år)

Anlæg	Pris [Mio. DKK]
Risø (Overall)	407,2
DR 1	19,9
DR 2	26,4
DR 3	253,9
Fuel Fabrication Facility	4,1
Isotopic Laboratory	5,3
Hot Cell Facility	42,2
Waste Management Facility (Operation)	378,7
Waste Management Facility (Decommissioning)	46,4
Total	1 184,1

3.2.3 Alternativ 3 Bedste Netto-kostestimat

I Alternativ 3 er dekommissionering af DR3 udsat i 80 år for at de aktiverede og kontaminerede dele af reaktoren kan køle, således at stort set al dekommissioneringen kan ske uden brug af fjernstyrede operationer. Udover DR3 og WMF bliver alle andre dele af Risø dekommissioneringen som i Alternativ 1.

Kostoverslaget indeholder alle nødvendige dekommissioneringsaktiviteter, fra det strategiske planlægningsarbejde og indtil "Greenfield" status for Risø, men det indeholder ikke omkostninger til et slutdepot for radioaktivt affald.

Kostoverslaget svarende til dette Bedste Netto-kostestimat vist i tabel 3.

Tabel 3 *Pris pr. anlæg – Bedste Netto-kostestimat for alternativ 3 (80 år)*

Anlæg	Pris [Mio. DKK]
Risø (Overall)	517,0
DR 1	19,9
DR 2	26,4
DR 3	215,3
Fuel Fabrication Facility	4,1
Isotopic Laboratory	5,3
Hot Cell Facility	42,2
Waste Management Facility (Operation)	422,6
Waste Management Facility (Decommissioning)	46,4
Total	1 299,2

3.3 Øvrige omkostninger

Pris for slutdepot

På et tidspunkt efter dekommissioneringen af Risø's nukleare anlæg skal det radioaktive affald lagres i et slutdepot. Et sådant findes ikke i øjeblikket i Danmark og der er ikke taget beslutning vedrørende placering af et fremtidigt depot. Da strategien for behandling af radioaktivt affald og konditionering af aktiveret affald afhænger af omkostningen pr. kubikmeter affald i slutdepotet, er en omkostning allokert, svarende til den gennemsnitlige driftsudgift for syv overfladenære slutdepoter i seks lande. Det Bedste Netto-kostestimat for alternativ 1 indeholder ikke omkostning til slutdepot, men der er gennemregnet en variant der inkluderer disse. De ekstra omkostninger beløber sig til DKK 87,7 mio. Det Bedste Netto-kostestimat for alternativ 1 inklusiv slutdepot beløber sig i alt til DKK 1 001,8 mio.

Uranmalm m.v.

I det Bedste Netto-kostestimat er det antaget (som i Risø DS), at tailings (slagge fra forsøg med uranfremstilling) og den resterende uranmalm, der opbevares på Risø, ikke pakkes i affaldscontainere, og ikke flyttes til et andet midlertidigt depot. Dette affald er heller ikke taget med i varianten med omkostning til slutdepot.

Mængden er ca. 4 800 ton (eller 3 400 m³) uranmalm, og ca. 1 200 ton forurenet beton. Det totale kostestimat er beregnet til DKK 1 291,7 mio., hvis dette affald skal behandles på samme måde som radioaktivt affald fra dekommissioneringen, med pakning i containere og opbevaring. Til sammenligning er de totale omkostninger for alternativ 1 inklusiv slutdepot DKK 1 001,8 Mio. Til lægsomkostningen på DKK 289,9 mio. fordeles på:



- Affaldscontainere 67,3 Mio. DKK
- Midlertidigt og slutdepot 222,6 Mio. DKK

3.4 Estimeret pris for specialudstyr

Decommissioneringsprojektet er planlagt og beregnet svarende til europæisk "state of the art". Alt udstyr, som er nødvendigt til dekommissioneringen, er tilgængeligt på markedet i dag, og det forventes ikke, at det bliver nødvendigt at udvikle specialudstyr.

Alternativ 1: De største investeringer er:

- Mellemlager, beregnet til DKK 9,5 mio.
- Fjernstyret udstyr til nedtagning af reaktorområdet på DR 3, beregnet til DKK 33,6 mio.
- Udstyr til nedtagning af DR 3's biologiske skjold, beregnet til DKK 2,3 mio.
- Betoncontainere til radioaktivt affald (DKK 35 000 pr. container).

Alternativ 2: De største investeringer er:

- Mellemlager, beregnet til DKK 9,5 mio.
- Fjernstyret udstyr til nedtagning af reaktorområdet på DR 3, beregnet til DKK 26,9 mio.
- Udstyr til nedtagning af DR 3's biologiske skjold, beregnet til DKK 2,3 mio.
- Betoncontainere til radioaktivt affald (DKK 35 000 pr. container).
- Ventilationssystem i nedkølingsperioden, beregnet til DKK 2,3 mio.
- Investering i WMF efter nedkølingsperioden, beregnet til DKK 26,3 mio.

Alternativ 3: De største investeringer:

- Mellemlager, beregnet til DKK 9,5 mio.
- Nedtagning af reaktorområdet DR 3, beregnet til DKK 3,4 mio.
- Udstyr til nedtagning af DR 3's biologiske skjold, beregnet til DKK 2,3 mio.
- Betoncontainere til radioaktivt affald (DKK 35.000 pr. container).
- Ventilationssystem i nedkølingsperioden, beregnet til DKK 2,3 mio.
- Investering i WMF efter nedkølingsperioden, beregnet til DKK 26,3 mio.

Andet udstyr regnes for standard.



3.5 Analyse af direkte usikkerheder på kostestimer

De direkte usikkerheder på kostestimatet for "Bedste Netto-kostestimat" for de tre alternativer er analyseret med hensyn til:

- Arbejds løn
- Pris på specialværktøj og udstyr
- Pris på standardudstyr og forbrugsartikler
- Andre omkostninger, opdelt på behandling af specialaffald, Risø's faste dækningsomkostninger og omkostninger til midlertidigt depot

Arbejds løn

Usikkerheder på arbejds løn, se Tabel 4, er vurderet på baggrund af usikkerheden af den tilgængelige information til bestemmelse af mængder, oplysninger og vurderinger (på basis af tegninger, beskrivelser, målinger, radioaktivitet etc.).



Tabel 4 Usikkerhedsvurdering på arbejds løn per anlæg

	Anlæg	Variationskoefficient
1	RISO	
1001	ALL FACILITIES	20%
2	DR1	
2002	DR1 COMPLETE	10%
2117	DR1 BUILDING	20%
3	DR2	
3003	DR2 COMPLETE	10%
3200	DR2 BUILDING	20%
4	DR3	
4004	DR3 COMPLETE	20%
4213	DR3 REACTORBUILDING	20%
4214	DR3 AH HALL, OFFICES, WORKSHOPS	30%
4215	DR3 AUXILIARY BUILDING	20%
4216	DR3 IN- AND OUTLET BUILDING	10%
4217	DR3 PUMP HOUSE	20%
4218	DR3 EMERGENCY CONTROL ROOM	10%
4219	DR3 BASIN	10%
4226	DR3 STORE ROOM	10%
4232	DR3 NEUTRON HOUSE	10%
4247	DR3 BUILDING 247	10%
5	FFF	
5005	FFF COMPLETE	10%
5228	FFF BUILDING	40%
6	ILA	
6006	ILA COMPLETE	10%
6202	ILA BUILDING	10%
7	HCF	
7007	HCF COMPLETE	20%
7227	HCF BUILDING	30%
8	WMF OPERATION	
8008	WMFOPERATION COMPLETE	10%
9	WMF DECOMMISSIONING	
9009	WMF COMPLETE	10%
9244	WMF BUILDING	30%
9333	WMF STORAGE FACILITY	20%

I tillæg til disse uafhængige variationer for bemandingsomkostningerne inkluderes en modelusikkerhed med en variationskoefficient på 10% der tager højde for den afhængige usikkerhed på de anvendte rater. Desuden inkluderes en modelusikkerhed med en variationskoefficient på 5%, der tager højde for den afhængige usikkerhed i CORA/CALCOM transformationerne.

Værktøj og udstyr

Prisen på specialværktøj og udstyr forventes ikke at være særlig usikker, da basis for at bedømme omkostningerne er veldefineret. Derfor antages en variationskoefficient på 10 %.



- Forbrugsartikler** Prisen for standardudstyr og forbrugsartikler er behæftet med meget stor usikkerhed, da basis for at vurdere behovet er svagt på dette tidlige planlægningsstrin. Derfor antages en variationskoefficient på 30 %.
- Andre omkostninger** For de øvrige omkostninger, såsom affaldsbehandling, midlertidigt depot, og faste dækningsomkostninger, antages variationkoefficienter på henholdsvis 20 %, 40 % og 10 %.
- Ved kombinationen af disse usikkerheder tages højde for de antagne afhængigheder, hvorved resultatet bliver en variationkoefficient på 11 % på "Bedste Netto-kostestimat".
- Bias** Oven på alle disse usikkerheder antages der at være en generel bias (skævhed) med hensyn til mængder, niveauer og vurderinger. Denne antages at have en variationskoefficient på 7,5 % på hele kostestimatet.
- Den resulterende spredning og variationskoefficient for de tre alternativer fremgår af tabel 5. De resulterende variationskoefficienter vurderes ligeledes at være repræsentative for det Bedste Netto-kostestimat.

Tabel 5 Usikkerhedsvurdering på arbejds løn per anlæg

Alternativ	Bedste Netto-kostestimat (middel)	Spredning	Variationskoefficient
Alternativ 1	914.7 MDKK	120.8 MDKK	13.2 %
Alternativ 2	1184.2 MDKK	154.3 MDKK	13.0 %
Alternativ 3	1299.2 MDKK	174.0 MDKK	13.4 %



4 Usikkerheder på generiske antagelser

De væsentligste usikkerheder på de generiske antagelser for det centrale CORA/CALCOM netto-kostestimat modelleres med Bayesiske probabilistiske netværk (BPNs). Modellerne og de indlagte værdier reflekterer den samlede viden og erfaring hos COWI & Associates og omfatter de vigtigste kostbærende forhold i forbindelse med de usikre antagelser. Netværkerne er indsat i A3 format som de sidste sider i rapporten.

De mest betydende antagelser for alle alternativer med hensyn til omkostninger vedrører:

- Arbejdskraftens pris
- Grænseværdier for friklasning
- Omfang af radioaktivt forurenede inventar
- Inddragelse af offentligheden
- Affaldsbehandling
- Slutdepot, pris og beliggenhed
- Forurening af afløb og skjulte rør
- Forurening af betonoverflader
- Jordforurening
- Varighed og mulig forsinkelse af dekommissioneringen

De kostbærende forhold, der vurderes for alle alternativer er:

- Pensionering af Risø ansatte
- Mulighed for at rekruttere nye medarbejdere
- Frustration i RD/DD
- Mulighed for, at der sker et væsentligt atomuheld et sted i verden
- Det internationale terrorklima
- Græsrodsbevægelsers engagement
- Uvillighed hos affaldsdepoter til at modtage friklasset affald fra Risø
- Forslag til grænseværdier fra SIS for friklasning
- Strategisk opmærksomhed på den offentlige debat fra Ministeriets side
- Det politiske klima
- Brugbarhed af installationer efter at have været ude af drift nogle år.

De lange alternativer er inddelt i tre faser:

- Fase 1 omfatter dekommissionering af alle andre anlæg end DR3 og WMF



- Fase 2 er køleperioden efter fase 1
- Fase 3 er dekommissionering af DR3 og WMF

Ovenstående forhold og antagelser kan være relateret til mere end en fase. Desuden vurderes følgende betydningsfulde antagelser at være relevante:

- Planlægning af dekommissionering efter lang køletid
- Omfang af nedbrydningsarbejdet
- Mellemlager for radioaktivt affald

Supplerende kostbærende forhold for alternativ 2 og 3 er:

- Omfang af dokumentation (registreringer, tegninger etc.)
- Ny viden vedrørende risiko af radioaktivt affald
- Ændring i grænseværdi for friklasning
- Ændring i beslutning vedrørende start af dekommissionering af DR3
- Beslutning vedrørende slutdepot
- Ændring i grænseværdi for eksponering (dose limit)

De mulige udfald af de forskellige antagelser er beskrevet ved en række scenarier. For hver scenarie er usikkerheder og omkostninger beregnet i supplement til det Bedste Netto-kostestimat.

De scenarier som beskriver de forskellige antagelser samt scenarie usikkerhederne for alternativ 1, 2 og 3 er vist i tabel 6.



Tabel 6 Sandsynligheder for de betragtede scenarier for hver af de tre alternativer.

Scenarier	Sandsynligheder				
	Nr.	Alternativ 1	Nr.	Alternativ 2*	Nr. Alternativ 3*
Planlæggere på Riso					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.722		0.753	0.753
Flere end forventede planlæggere på Riso	1	0.096	1	0.115	1 0.115
50% reduktion af planlæggere på Riso	4	0.181	4	0.132	4 0.132
AHP og QC'er på Riso					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.654		0.614	0.614
Flere end forventede AHP og QC'ere på Riso	2	0.280	2	0.351	2 0.351
50% reduktion af AHP og QC'ere på Riso	5	0.066	5	0.035	5 0.035
Arbejdere på Riso					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.654		0.611	0.611
Flere end forventede arbejdere på Riso	3	0.288	3	0.360	3 0.360
50% reduktion af arbejdere på Riso	6	0.058	6	0.029	6 0.029
Forsinkelse					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.780		0.779	0.779
Start dato 1-6 års forsinkelse	7	0.216	7	0.217	7 0.217
Start dato 6-10 års forsinkelse	8	0.004	8	0.004	8 0.004
Grænseværdier for friklasning					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.860		0.860	0.860
Grænseværdier for friklasning faktor 10 lavere	9	0.120	9	0.120	9 0.120
Grænseværdier for friklasning faktor 50 lavere	10	0.020	10	0.020	10 0.020
Deponeringsomkostninger og behandling					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.599			
Lave omkostninger for deponering og mindre affaldsbehandling	11	0.001			
Høje omkostninger for deponering og mere affaldsbehandling	12	0.400			
Forurening af jord					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.700		0.700	0.700
Mere Rensning af jord er nødvendigt	13	0.200	11	0.200	11 0.200
Meget rensning af jord er nødvendigt	14	0.100	12	0.100	12 0.100
Radioaktivt inventar					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.600		0.600	0.600
Mindre radioaktivt inventar	15	0.100	13	0.100	13 0.100
Mere radioaktivt inventar	16	0.300	14	0.300	14 0.300
Forurening af indstøbte rør og afløb					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.600		0.600	0.600
Mindre dekontaminering af indstøbte rør og afløb	17	0.200	15	0.200	15 0.200
Mere dekontaminering af indstøbte rør og afløb	18	0.200	16	0.200	16 0.200
Forurening af betonoverflader					
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.700		0.700	0.700
Mindre dekontaminering af betonoverflader	19	0.100	17	0.100	17 0.100
Mere dekontaminering af betonoverflader	20	0.200	18	0.200	18 0.200
Mekaniske og elektriske installationer					



Scenarier	Sandsynligheder					
	Nr.	Alternativ 1	Nr.	Alternativ 2*	Nr.	Alternativ 3*
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.718		0.932		0.932
Nogle installationer udskiftes	21	0.219	19	0.051	19	0.051
De fleste installationer udskiftes	22	0.063	20	0.016	20	0.016
Nedbrydningsmetoder (fjernstyrede operationer)						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat		0.924				
De fleste nedbrydningsarbejder gøres uden brug af fjernstyrede operationer	23	0.072				
Næsten alle nedbrydningsarbejder gøres uden brug af fjernstyrede operationer	24	0.004				
Dokumentationsniveau						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.600		0.600
Dokumentationsniveau er utilstrækkeligt			21	0.300	21	0.300
Dokumentationsniveau er meget utilstrækkeligt			22	0.100	22	0.100
Mekaniske og elektriske installationer						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.947		0.961
Ikke alle installationer udskiftes			23	0.053	23	0.039
Tidligere start for dekommissionering af DR3						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.850		0.850
15 år / 25 år**			24	0.075	24	0.075
25 år / 55 år**			25	0.075	25	0.075
Senere start for dekommissionering af DR3						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.850		0.850
20 år / 55 år**			26	0.075	26	0.15
40 år			27	0.075		
Nedbrydningsmetoder (fjernstyrede operationer)						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.712		0.682
Mere nedbrydningsarbejder er udført med fjernstyrede operationer			28	0.173	28	0.306
Næsten alt nedbrydningsarbejde er udført med "hands on"			29	0.114		
Meget nedbrydningsarbejde er udført med fjernstyrede operationer					29	0.012
Mellemlager for affald						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.800		0.900
Reduktion af tilgang af affald til mellemlager			30	0.200	30	0.100
Ændring i grænseværdi for friklasning i fase 2						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.756		0.571
Mere restriktiv værdi			31	0.053	31	0.060
Mindre restriktiv værdi			32	0.189	32	0.370
Forurening af jord						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.700		0.700
Mere rensning af jord er nødvendigt			33	0.200	33	0.200
Meget rensning af jord er nødvendigt			34	0.100	34	0.100
Radioaktivt inventar						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.600		0.600



Scenarier	Sandsynligheder					
	Nr.	Alternativ 1	Nr.	Alternativ 2*	Nr.	Alternativ 3*
Mindre radioaktivt inventar			35	0.100	35	0.100
Mere radioaktivt inventar			36	0.300	36	0.300
Forurening af indstøbte rør og afløb						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.600		0.600
Mindre dekontaminering af indstøbte rør og afløb			37	0.200	37	0.200
Mere dekontaminering af indstøbte rør og afløb			38	0.200	38	0.200
Forurening af betonoverflader						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.700		0.700
Mindre dekontaminering af beton overflader			39	0.100	39	0.100
Mere dekontaminering af beton overflader			40	0.200	40	0.200
Omfang af nedbrydning						
Som antaget i Bedste Netto-kostestimat				0.880		0.880
Mere nedbrydningsarbejde nødvendigt			41	0.012	41	0.012

* For Alternativ 2 og 3 er scenarie 1-2 relevante for fase 1 og 21-41 relevante for fase 2 og 3.

** Alternativ 2/ Alternativ 3

Scenarie usikkerhederne er beregnet ved at anvende BPN-modellering. De logiske sammenhænge er illustreret ved pile mellem knuder i netværket. De mulige udfald af hver knude udgør en repræsentativ diskretisering af de mulige konsekvenser.

Nogle af sandsynlighederne er baseret på resultater i de andre Task, andre er baseret på erfaring fra lignende projekter, og resten er angivet som ekspert bedømmelser efter nogen diskussion og interaktiv check af følsomheden over for forskellige værdier.

BPN blev diskuteret på det første seminar i marts 2002, hvor de afhængige usikkerheder ligeledes blev vurderet.

Logikken i de forskellige netværk, de anvendte usikkerheder samt til dels størrelsen af tillægskostningerne for scenarierne har efterfølgende været diskuteret og konsolideret på to seminarer afholdt i maj og juni 2002 med deltagelse af eksperter fra MVTU, RD/DD og COWI and Associates.

Yderligere information vedrørende scenarierne og de anvendte usikkerheder kan findes i Appendix 4 til den Tekniske rapport for Task 3.



5 Resultater af den økonomiske risiko analyse

5.1 Sandsynlighedsvægtede centrale kostestimer ("Best Estimate")

For hver af de modellerede usikre hændelser er der defineret kost scenarier og de tilhørende ekstra omkostninger i forhold til det bedste netto-kostestimat er bestemt. I nogle tilfælde har vurderingerne inkluderet nye CALCOM beregninger med ændrede input værdier, i andre tilfælde er de foretaget som grove vurderinger af NIS, baseret på deres erfaringer fra andre dekommissioneringsprojekter.

Forventningsværdien af de totale omkostninger forbundet med dekommissioneringen inklusiv den sandsynlighedsvægtede tillægskostning fastlægges vha.:

$$C_{\text{Forventet}} = C_{\text{Bedstetnetto-estimat}} + \sum_{\text{scenarie } k} \Delta C_k \cdot P_k$$

hvor ΔC_k er differensen mellem bedste netto-kostestimat og kostestimatet for scenarie k (positiv eller negativ) og P_k er sandsynligheden for scenarie k .

5.1.1 Alternativ 1 resultater

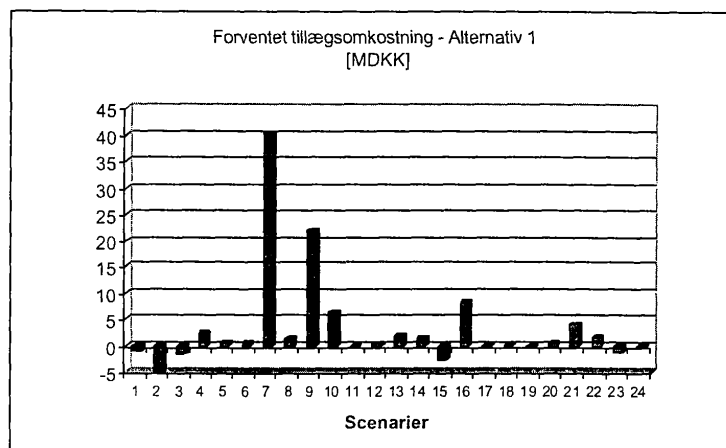
De anvendte scenarier samt de beregnede usikkerheder fra BPN, som fremgår af kapitel 4 samt tillægskostningerne til scenarierne er givet i tabel 7. Den sidste kolonne angiver de forventede (sandsynligheds vægtede) tillægskostninger. En detaljeret beskrivelse af de beregnede usikkerheder og tillægskostningerne for hver scenarie kan findes i Appendix 5 til den Tekniske rapport for Task 3.

Figur 2 opsummerer de forventede tillægskostninger for det korte alternativ.



Scenarier	Sandsynlighe- der	Tillægsomkostni- ger eksklusiv slut- deponi [Mio. DKK]	Sandsynlighedsvæg- tede tillægsomkost- ninger [MDKK]
1 Flere end forventede planlæggere på Risø	0.0963	-10.5	-1.0
2 Flere end forventede AHP og QC'ere på Risø	0.2800	-17.1	-4.8
3 Flere end forventede arbejdere på Risø	0.2877	-5.7	-1.6
4 50% reduktion af planlæggere på Risø	0.1814	14.2	2.6
5 50% reduktion af AHP og QC'ere på Risø	0.0660	7.1	0.5
6 50% reduktion af arbejdere på Risø	0.0584	8.6	0.5
7 Start dato 1-6 års forsinkelse	0.2159	186.8	40.3
8 Start dato 6-10 års forsinkelse	0.0041	373.7	1.5
9 Grænseværdier for friklasning faktor 10 lavere	0.1200	182.9	21.9
10 Grænseværdier for friklasning faktor 50 lavere	0.0200	320.1	6.4
11 Lave omkostninger for deponering og mindre affaldsbehandling	0.0008	-3.2	0.0
12 Høje omkostninger for deponering og mere affaldsbehandling	0.4000	0.9	0.4
13 Rensning af jord er nødvendigt	0.2000	9.0	1.8
14 Meget rensning af jord er nødvendigt	0.1000	13.7	1.4
15 Mindre radioaktivt inventar	0.1000	-27.4	-2.7
16 Mere radioaktivt inventar	0.3000	27.4	8.2
17 Mindre dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	-0.6	-0.1
18 Mere dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	0.6	0.1
19 Mindre dekontaminering af betonoverflader	0.1000	-3.2	-0.3
20 Mere dekontaminering af betonoverflader	0.2000	3.2	0.6
21 Nogle installationer udskiftes	0.2193	18.3	4.0
22 De fleste installationer udskiftes	0.0629	27.4	1.7
23 De fleste nedbrydningsarbejder gøres uden brug af fjernstyrede operationer	0.0719	-15.4	-1.1
24 Næsten alle nedbrydningsarbejder gøres uden brug af fjernstyrede operationer	0.0041	-84.6	-0.4
Sandsynlighedsvægtede totale tillægsomkostninger			79.9

Tabel 7 Sandsynligheder og tillægsomkostninger for de betragtede scenarier og de beregnede sandsynlighedsvægtede tillægsomkostninger.



Figur 2 Forventede tillægsomkostninger fordelt på scenarier for alternativ 1

Summeres det bedste netto-kostestimat på 914,7 Mio. DKK med de forventede totale tillægsomkostninger på 79,9 Mio DKK fås et kostestimat på 994,6 Mio. DKK. Det vil sige de forventede totale omkostninger i forbindelse med dekommissioneringen inklusiv de sandsynlighedsvægtede tillægsomkostninger er beregnet til:

Centralt kostestimat (50 % fraktil): DKK 994,6 Mio.

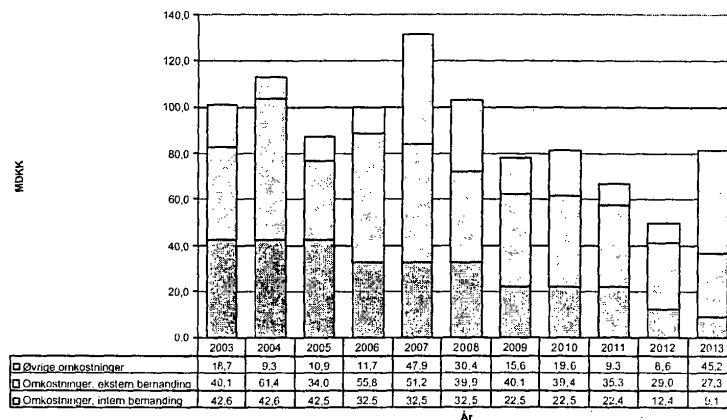
Det centrale kostestimat inkluderer uforudsete udgifter i form af de sandsynlighedsvægtede tillægsomkostninger.

Ud over usikkerhederne i de fælles forudsætninger er kostestimatet ydermere behæftet med de direkte usikkerheder i kost estimeringen. Den beregnede variationskoefficient på 13,2 % omsat til det centrale estimat resulterer i en spredning på 120,8 Mio. DKK. Med udgangspunkt i dette resultat er der beregnet øvre fraktilværdier for kostestimatet:

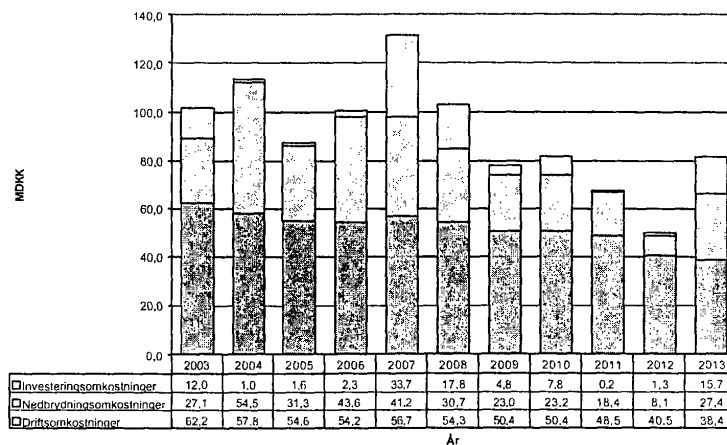
Centralt kostestimat (75 % fraktil): DKK 1 083,2 Mio., og

Centralt kostestimat (90 % fraktil): DKK 1 163,0 Mio.

Den årlige fordeling af omkostningerne i det Bedste kostestimat er vist i Figur 3 for internt og eksternt personale samt ikke personale. I figur 4 er vist den årlige fordeling af Bedste kostestimat for investeringer, nedrivning og driftsomkostninger.



Figur 3 Bedste kostestimat - internt, eksternt personale og øvrige ikke personalerelaterede omkostninger for Alternativ 1.



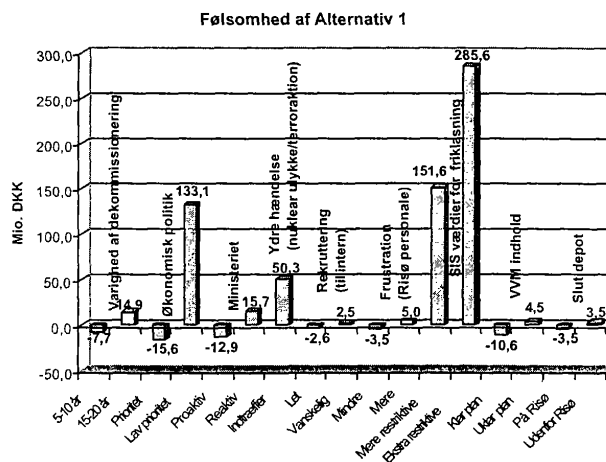
Figur 4 Bedste kostestimat - investeringer, nedbrydning og driftsomkostninger Alternativ 1



5.2 Følsomhedsanalyse

Hændelser

Den direkte følsomhed af de forventede omkostninger i forbindelse med de øverst liggende usikre parametre (hændelser) er vurderet for alternativ 1. Effekten på det centrale kostestimat af et muligt udfald (sandsynlighed 1) af nogle af de modellerede hændelser, der bidrager mest til tillægsomkostninger, er vist i Figur 5.



Figur 5 Følsomhedsanalyse af tillægsomkostninger for udvalgte udfald af mulige hændelser.

Hvis eksempelvis grænseværdien for friklasning fastlagt af SIS er mere restriktiv end EU-standard, som er grundlag for det Bedste Netto-kostestimat, vil tillægsomkostningerne blive ca. DKK 152 Mio. højere. En uddybende forklaring til følsomhedsanalyserne findes i Teknisk rapport for Task 3.



5.2.1 Alternativ 2 resultater

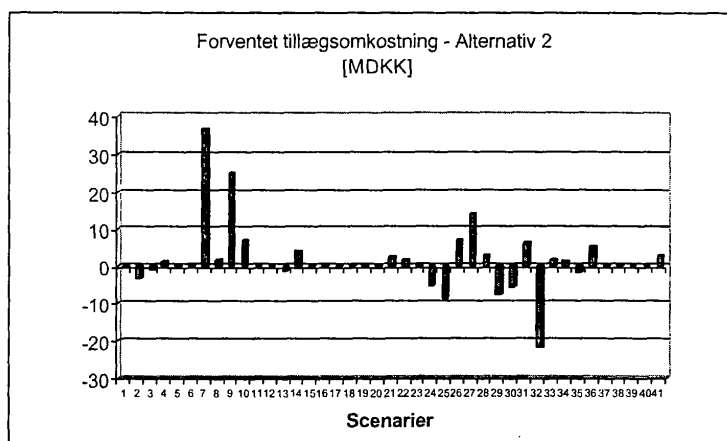
De anvendte scenarier samt de beregnede usikkerheder fra BPN, fremgår af afsnit 4 samt tillægskostningerne til scenarierne er givet i tabel 8. En detaljeret beskrivelse af de beregnede usikkerheder og tillægskostningerne for hvert scenarie kan findes i Appendix 5 af Task 3, subtask 4 og 5.

Scenarier		Sandsynligheder	Tillægskostninger ekskl. slutdeponi (M DKK)	Sandsynlighedsvægtede tillægskostninger (MDKK)
1	Flere end forventede planlæggere på Riso	0.1152	-6.0	-0.7
2	Flere end forventede AHP og QC'ere på Riso	0.3511	-9.8	-3.4
3	Flere end forventede arbejdere på Riso	0.3599	-3.2	-1.2
4	50% reduktion af planlæggere på Riso	0.1319	8.4	1.1
5	50% reduktion af AHP og QC'ere på Riso	0.0350	4.2	0.1
6	50% reduktion af arbejdere på Riso	0.0287	5.2	0.1
7	Start dato 1-6 års forsinkelse	0.2168	168.4	36.5
8	Start dato 6-10 års forsinkelse	0.0040	336.8	1.4
9	Grænseværdier for friklasning faktor 10 lavere	0.1200	208.3	25.0
10	Grænseværdier for friklasning faktor 50 lavere	0.0200	364.4	7.3
11	Rensning af jord er nødvendigt	0.2000	0.7	0.1
12	Meget rensning af jord er nødvendigt	0.1000	1.3	0.1
13	Mindre radioaktivt inventar	0.1000	-13.8	-1.4
14	Mere radioaktivt inventar	0.3000	13.8	4.1
15	Mindre dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	-0.3	-0.1
16	Mere dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	0.3	0.1
17	Mindre dekontaminering af beton overflader	0.1000	-1.6	-0.2
18	Mere dekontaminering af beton overflader	0.2000	1.6	0.3
19	Nogle installationer udskiftes	0.0515	9.2	0.5
20	De fleste installationer udskiftes	0.0164	13.8	0.2
21	Dokumentationsniveau er utilstrækkeligt	0.3000	7.4	2.2
22	Dokumentationsniveau er meget utilstrækkeligt	0.1000	14.8	1.5
23	Ikke alle installationer udskiftes	0.0534	-5.8	-0.3
24	15 år / 25 år**	0.0750	-69.2	-5.2
25	25 år / 55 år**	0.0750	-115.3	-8.6
26	20 år / 55 år**	0.0750	95.8	7.2
27	40 år	0.0750	188.0	14.1
28	Mere nedbrydningsarbejder er udført med	0.1733	15.4	2.7
29	Næsten alt nedbrydningsarbejde er udført med "hands on"	0.1144	-68.0	-7.8
30	Reduktion af tilgang af affald til mellemlager	0.2000	-29.2	-5.8
31	Mere restriktiv værdi	0.0530	116.4	6.2
32	Mindre restriktiv værdi	0.1892	-116.4	-22.0



33	Rensning af jord er nødvendigt	0.2000	8.4	1.7
34	Meget rensning af jord er nødvendigt	0.1000	12.4	1.2
35	Mindre radioaktivt inventar	0.1000	-17.5	-1.8
36	Mere radioaktivt inventar	0.3000	17.5	5.3
37	Mindre dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	-0.3	-0.1
38	Mere dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	0.3	0.1
39	Mindre dekontaminering af beton overflader	0.1000	-1.6	-0.2
40	Mere dekontaminering af beton overflader	0.2000	1.6	0.3
41	Mere nedbrydningsarbejde nødvendigt	0.1200	21.9	2.6
Sandsynlighedsvægtede totale tillægskostninger				63.4

Tabel 8 Sandsynligheder og tillægskostninger for de betragtede scenarier og de beregnede sandsynlighedsvægtede tillægskostninger.



Figur 6 Forventede tillægskostninger fordelt på scenarier for alternativ 2
Summeres det Bedste Netto-kostestimat på 1 184,2 Mio. DKK med de forventede totale tillægskostninger på 63,4 Mio DKK fås et kostestimat på 1 247,6 Mio. DKK. Det vil sige de forventede totale omkostninger i forbindelse med dekommissioneringen inklusiv de sandsynlighedsvægtede tillægskostninger er beregnet til:



Centralt kostestimat (50 % fraktil): DKK 1 247,6 Mio.

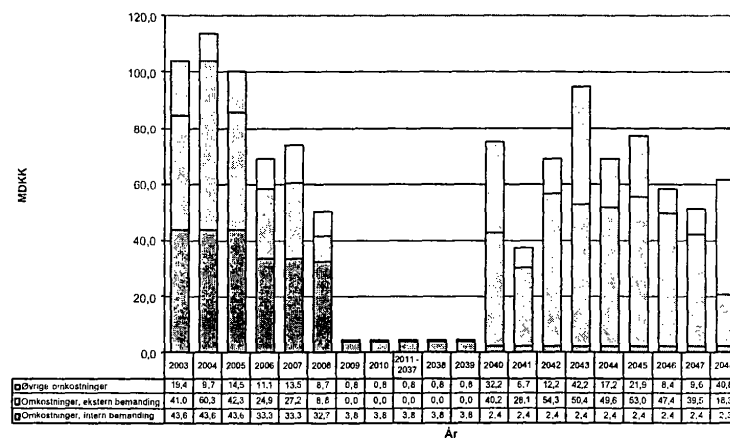
Det centrale kostestimat inkluderer uforudsete udgifter i form af de sandsynlig-hedsvægtede tillægskostninger.

Ud over usikkerhederne i de fælles forudsætninger er kostestimatet ydermere behæftet med de direkte usikkerheder i kost estimeringen. Den beregnede vari-ationskoefficient på 13,0 % omsat til det centrale estimat resulterer i en spred-ning på 154,3 Mio. DKK. Med udgangspunkt i dette resultat er der beregnet øvre fraktilværdier for kostestimatet:

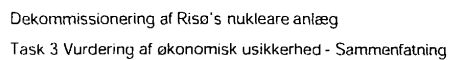
Centralt kostestimat (75 % fraktil): DKK 1 357,3 Mio., og

Centralt kostestimat (90 % fraktil): DKK 1 455,9 Mio.

Den årlige fordeling af omkostningerne i det Bedste kostestimat er vist i Figur 7 for internt og eksternt personale samt ikke personale. I figur 8 er vist den årlige fordeling af Bedste kostestimat for investeringer, nedrivning og driftsomkost-ninger.



Figur 7 Bedste kostestimat - internt, eksternt personale og øvrig ikke personale-relaterede omkostninger for Alternativ 2.

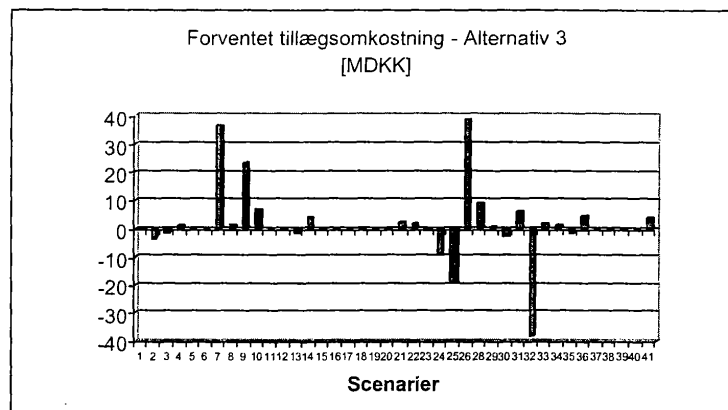


De anvendte scenarier samt de beregnede usikkerheder fra BPN, fremgår af afsnit 4 samt tillægsomkostningerne til scenarierne er givet i tabel 9. En detaljeret beskrivelse af de beregnede usikkerheder og tillægsomkostningerne for hvert scenarie kan findes i Appendix 5 af Task 3, subtask 4 og 5.

P:\55181A\Management\Common\PDOD\Reports\WVTU_0206\RDP_T3_SREP_D_EKK-IBX_01.doc



Scenarier		Sandsynlig- heder	Tillægsomkostninger eksklusiv slutdeponi [Mio. DKK]	Sandsynlighed- vægtede tillægs- omkostninger [MDKK]
1	Flere end forventede planlæggere på Riso	0.1152	-6.0	-0.7
2	Flere end forventede AHP og QC'ere på Riso	0.3511	-9.8	-3.4
3	Flere end forventede arbejdere på Riso	0.3599	-3.2	-1.2
4	50% reduktion af planlæggere på Riso	0.1319	8.4	1.1
5	50% reduktion af AHP og QC'ere på Riso	0.0350	4.2	0.1
6	50% reduktion af arbejdere på Riso	0.0287	5.2	0.1
7	Start dato 1-6 års forsinkelse	0.2168	168.4	36.5
8	Start dato 6-10 års forsinkelse	0.0040	336.8	1.4
9	Grænseværdier for friklasning faktor 10 lavere	0.1200	194.9	23.4
10	Grænseværdier for friklasning faktor 50 lavere	0.0200	341.1	6.8
11	Rensning af jord er nødvendigt	0.2000	0.7	0.1
12	Meget rensning af jord er nødvendigt	0.1000	1.3	0.1
13	Mindre radioaktivt inventar	0.1000	-13.8	-1.4
14	Mere radioaktivt inventar	0.3000	13.8	4.1
15	Mindre dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	-0.3	-0.1
16	Mere dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	0.3	0.1
17	Mindre dekontaminering af betonoverflader	0.1000	-1.6	-0.2
18	Mere dekontaminering af betonoverflader	0.2000	1.6	0.3
19	Nogle installationer udskiftes	0.0515	9.2	0.5
20	De fleste installationer udskiftes	0.0164	13.8	0.2
21	Dokumentationsniveau er utilstrækkeligt	0.3000	7.4	2.2
22	Dokumentationsniveau er meget utilstrækkeligt	0.1000	14.8	1.5
23	Ikke alle installationer udskiftes	0.0387	-5.8	-0.2
24	25 år	0.0750	-115.3	-8.6
25	55 år	0.0750	-257.2	-19.3
26	55 år	0.1500	257.2	38.6
28	Mere nedbrydningsarbejder er udført med	0.3061	29.5	9.0
29	Meget nedbrydningsarbejde er udført med fjernstyrede operationer	0.0121	68.0	0.8
30	Reduktion af tilgang af affald til mellemlager	0.1000	-29.2	-2.9
31	Mere restriktiv værdi	0.0599	102.8	6.2
32	Mindre restriktiv værdi	0.3695	-102.8	-38.0
33	Rensning af jord er nødvendigt	0.2000	8.4	1.7
34	Meget rensning af jord er nødvendigt	0.1000	12.4	1.2
35	Mindre radioaktivt inventar	0.1000	-15.4	-1.5
36	Mere radioaktivt inventar	0.3000	15.4	4.6
37	Mindre dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	-0.3	-0.1
38	Mere dekontaminering af indstøbte rør og afløb	0.2000	0.3	0.1
39	Mindre dekontaminering af betonoverflader	0.1000	-1.6	-0.2
40	Mere dekontaminering af betonoverflader	0.2000	1.6	0.3
41	Mere nedbrydningsarbejde nødvendigt	0.1800	21.9	3.9
Sandsynlighedsvægtede totale tillægsomkostninger				67.4



Figur 9 Forventede tillægsomkostninger fordelt på scenarier.

Summeres det Bedste Netto-kostestimat på 1 299,2 Mio. DKK med de forventede totale tillægsomkostninger på 67,4 Mio DKK fås et kostestimat på 1 366,6 Mio. DKK. Det vil sige de forventede totale omkostninger i forbindelse med dekommissioneringen inklusiv de sandsynlighedsvægtede tillægsomkostninger er beregnet til:

Centralt kostestimat (50 % fraktil): DKK 1 366,6 Mio.

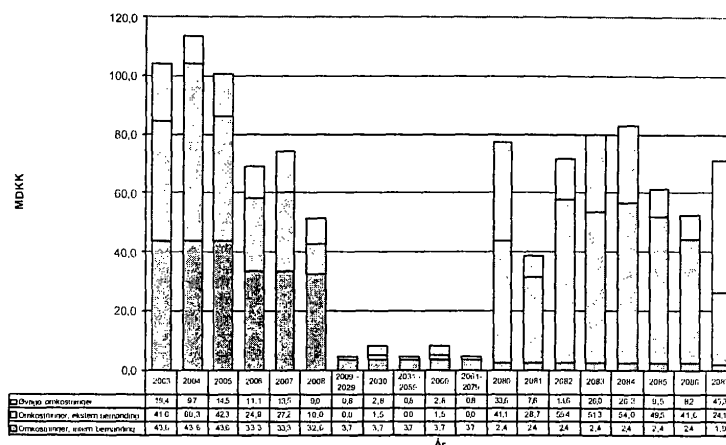
Det centrale kostestimat inkluderer uforudsete udgifter i form af de sandsynlighedsvægtede tillægsomkostninger.

Ud over usikkerhederne i de fælles forudsætninger er kostestimatet ydermere behæftet med de direkte usikkerheder i kost estimeringen. Den beregnede variationskoefficient på 13,4 % omsat til det centrale estimat resulterer i en spredning på 174,0 Mio. DKK. Med udgangspunkt i dette resultat er der beregnet øvre fraktilværdier for kostestimatet:

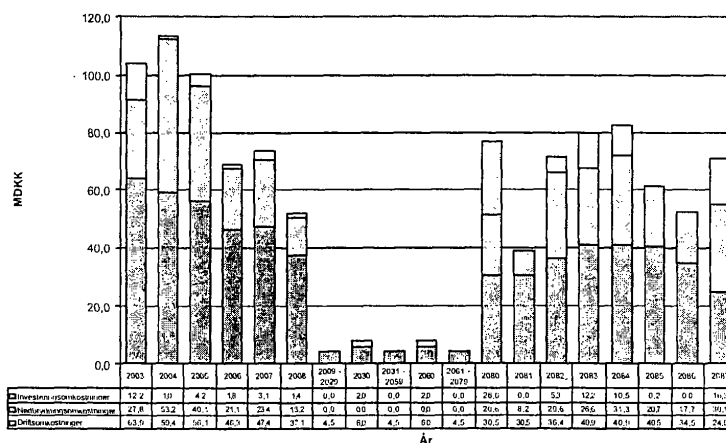
Centralt kostestimat (75 % fraktil): DKK 1 490,1 Mio., og

Centralt kostestimat (90 % fraktil): DKK 1 601,2 Mio.

Den årlige fordeling af omkostningerne i det Bedste kostestimat er vist i Figur 9 for internt og eksternt personale samt ikke personale. I figur 10 er vist den årlige fordeling af Bedste kostestimat for investeringer, nedrivning og driftsomkostninger.



Figur 10 Bedste kostestimat - internt, eksternt personale og øvrige ikke personale relaterede omkostninger for Alternativ 3.

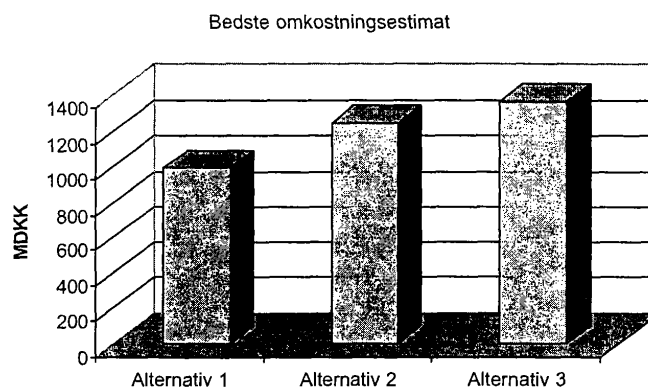


Figur 11 Bedste kostestimat - investeringer, nedbrydning og driftsomkostninger Alternativ 3

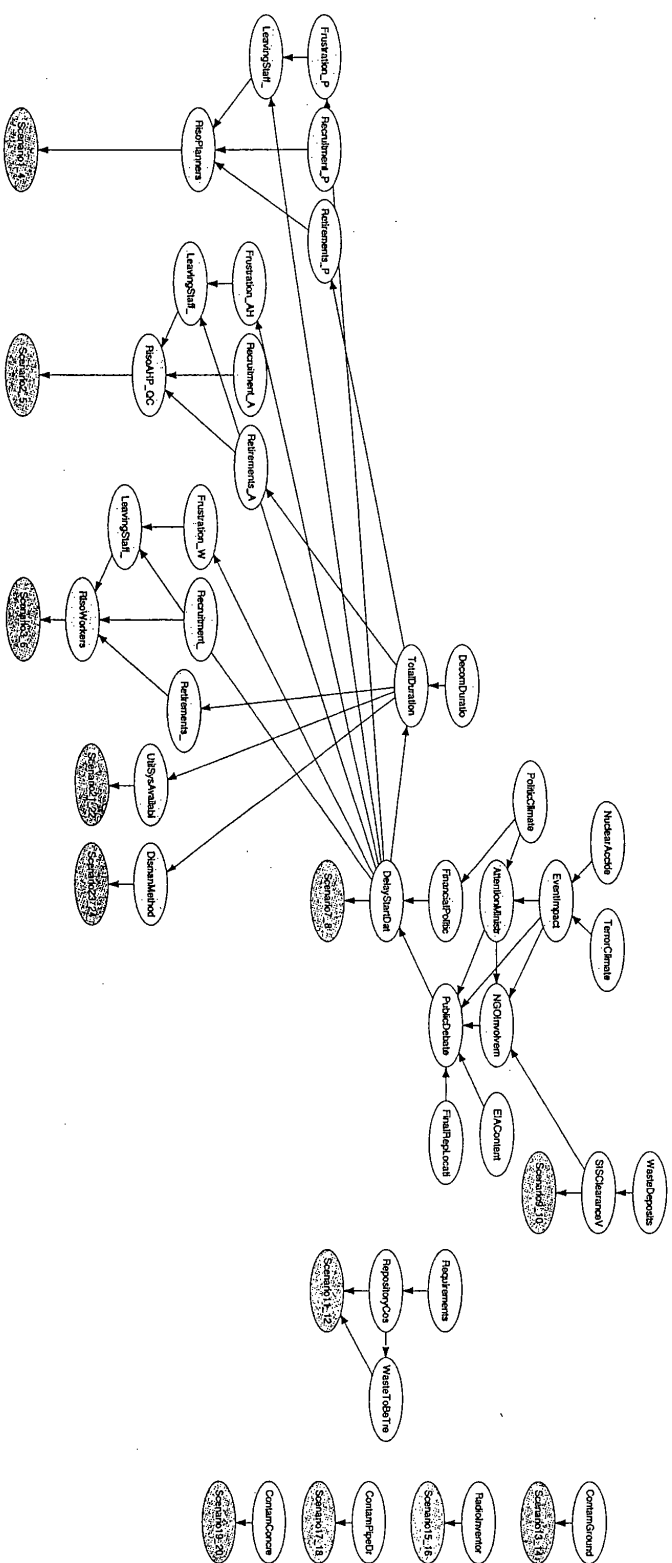


5.3 Resumé af bedste kostestimat

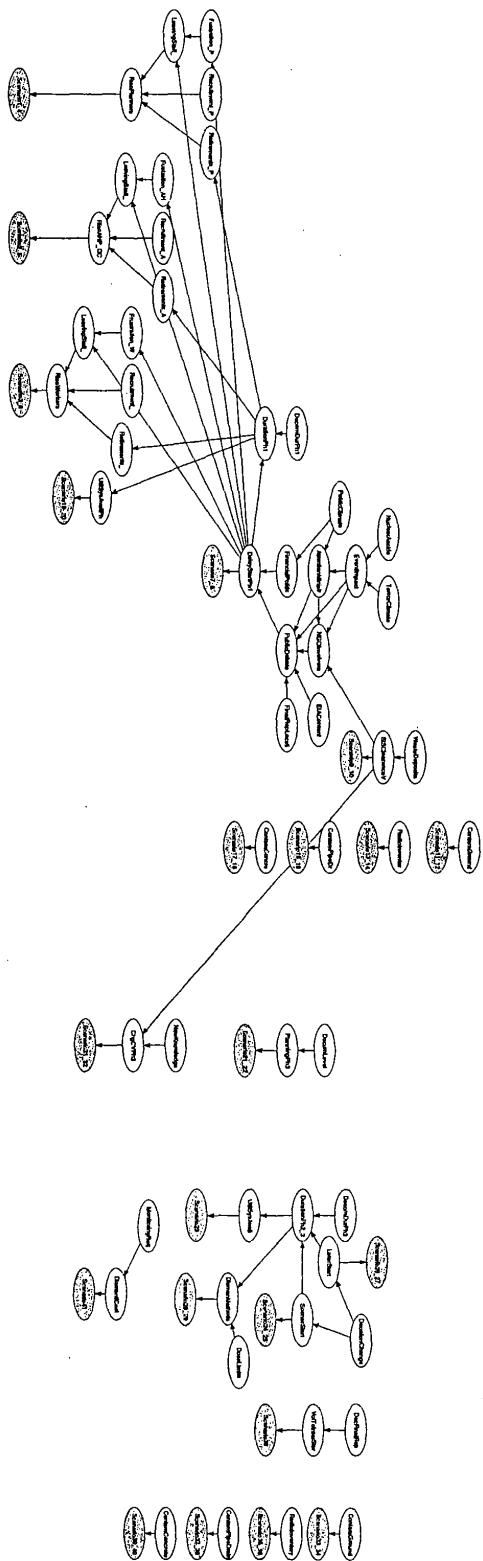
I figur 12 er resultaterne af Bedste estimat illustreret for de tre alternativer. Best estimate er de centrale kost estimater inklusiv reserver, der afspejler de usikkerhedsbestemte tillægskostninger.



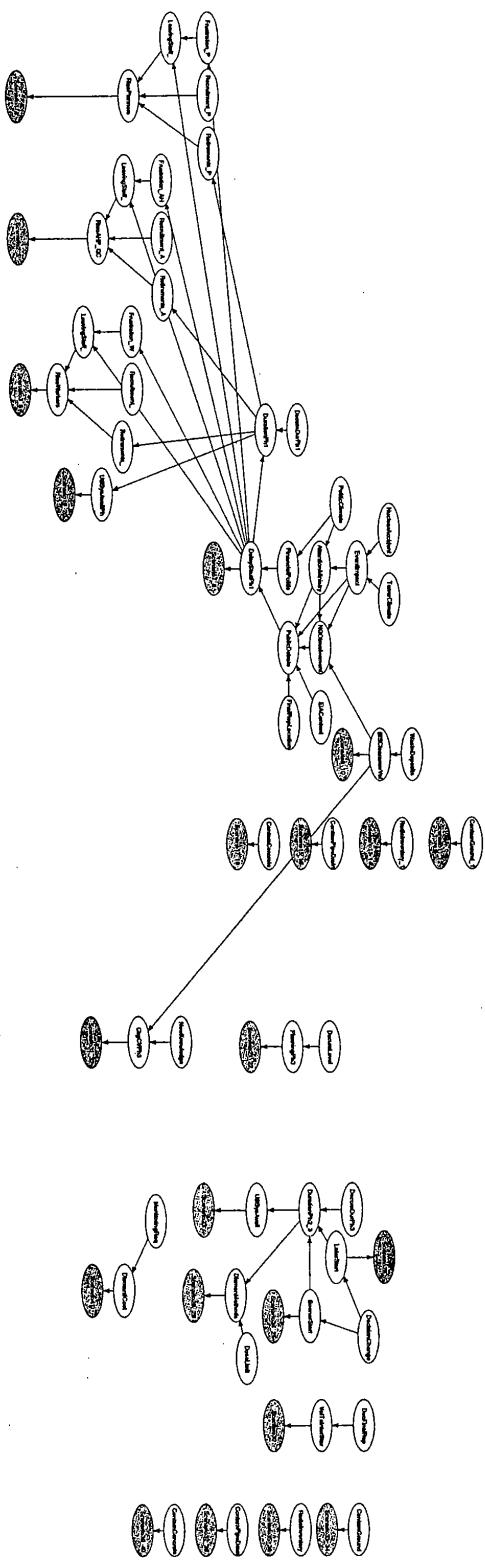
Figur 12 Bedste kostestimer (50% fraktilen) for de tre alternativer



p:\55181atlask3\pdocr\reports\mtvu0602\bpn_option_2_final.hkb



Thursday, June 20, 2002



Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling

Dekommissionering af Risø's nukleare anlæg

Task 4

Vurdering af rapporten "Teoretisk udredning af de tekniske
krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald"

Sammenfatning

April 2002

Ministeriet for Videnskab, Teknologi og
Udvikling

Dekommissionering af Risø's nukleare anlæg

Task 4

Vurdering af rapporten "Teoretisk udredning af
de tekniske krav til et dansk slutdepot for ra-
dioaktivt affald"

Resumé

Juni 2002

Rapport nr.	RDP T4 101
Revision nr.	1
Udgivelsesdato	21. juni 2002
Udarbejdet	JSBX/PBF
Kontrolleret	DWEX/EKLX
Godkendt	PBF

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	2
2	Resumé	4
2.1	Politik for affaldshåndtering	4
2.2	Tidsforløb	5
2.3	Koncept for langsigtet affaldshåndtering	5
2.4	Dekommissionering	8
2.5	Acceptkriterier for affald (WAC)	9
2.6	Klassificeringssystem for og fortegnelse over radioaktivt affald	10
3	Konklusioner og anbefalinger	11

1 Indledning

Nærværende resumérapport for Task 4 er udarbejdet for Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling af COWI & Associates som en del af disse ydelser i forbindelse med assistance til ministeriet vedrørende dekommissionering af Risø's nukleare anlæg.

COWI & Associates er et konsortium med deltagelse af COWI A/S, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S, NIS Ingenieurgesellschaft mbH- og gennem NIS andre firmaer i RWE NUKEM-gruppen, GOLDR Associates Europe Ltd. og SYCON Energikonsult AB.

Forskningscenter Risø har været den eneste ejer af nukleare installationer i Danmark. Beslutningen om at lukke DR 3, en lavydelses materialeprøvnings reaktor, i september 2000 betød, at der fremover ikke vil være kontinuerede nukleare aktiviteter i Danmark, bortset fra brugen af radioaktive kilder i industrien og til medicinske og forskningsmæssige formål. Fokus for Risø's nukleare organisation er derfor ændret fra drift til dekommissionering og affaldsbehandling.

Da Danmark aldrig har udviklet nogen kommerciel anvendelse af atomteknologi, er mængderne af radioaktivt affald indtil nu af størrelsesordenen nogle få tusind kubikmetre, ganske små i forhold andre lande med kommercielle atomkraftværker og måske også militære anvendelser. Den nuværende politik med hensyn til langtids opbevaring af radioaktivt affald har derfor været at udskyde problemstillingen til de nukleare faciliteter ved Risø var dekommissioneret, fordi dette vurderedes at ville producere en affaldsmængde af samme størrelse som den, der opbevares på Risø i dag.

Fordi nedlukningen af DR 3 skete tidligere end forudsat - DR 3 var planlagt at være i drift indtil 2006 - har der været lille fokus på udviklingen af en langtidsstrategi for radioaktivt affald. Forberedende arbejder for dekommissioneringen har været foretaget af Risø/Dansk Dekommissionering. Disse har foreslået, at dekommissioneringsprocessen kunne optimeres hvis affaldet kunne blive behandlet og pakket i en form, som ville være direkte egnet til transport og bortskaffelse i et slutdepot. Derfor udnævnte det daværende IT- og Forskningsministerium¹, den 21. juni 2001 en arbejdsgruppe, som skulle udføre en teoretisk

¹ Efter regeringsskiftet 27. november 2001, blev IT- og Forskningsministeriet ændret til Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.

udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald. Kommissionens rapport fik navnet "Teoretisk udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald", og den blev udgivet i januar 2002.

Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling udpegede i januar 2002 en international konsulentgruppe til at vurdere forskellige aspekter af Risø/Dansk Dekommissionering planlægningsarbejde, herunder den ovennævnte rapport.

Formålet var at vurdere rapporten med hensyn til strategi krævet for at etablere et dansk slutdepot for radioaktivt affald fra dekommissioneringsarbejdet og andet dansk radioaktivt affald. Vurderingen skulle omfatte de videnskabelige og tekniske aspekter, tidsforløb og omkostninger osv. i forbindelse med processen, og den gensidige afhængighed mellem tilstedeværelsen af et depot og udførelsen af dekommissioneringsarbejdet skulle også undersøges.

Hovedformålet med vurderingen skulle være at understøtte ministeriets aktstykke, planlagt fremsendt til Folketinget i foråret 2002 som grundlag for en folketingsbeslutning om at fortsætte dekommissioneringsarbejdet.

Opgavens formål er derfor:

- At vurdere rapporten med hensyn til aktuel international praksis og nugældende internationale retningslinier for behandling af radioaktivt affald.
- At vurdere rapporten med hensyn til:
 - Kategorisering af affaldet
 - Volumenformindskelse
 - Minimering af mængder
 - Pakning af affaldet
 - Egnethed af de forskellige typer af affald for bortskaffelse i de forskellige undersøgte koncepter for et slutdepot
 - Frigivelsesniveauer ("friklassning") af de ikke-radioaktive affaldskategorier
- At identificere hvilke emner, der skal behandles i forbindelse med udvikling og udførelse af slutdepotkonceptet
- At identificere de potentielle konsekvenser for dekommissioneringsprogrammet fra en forsinkelse i udførelsen af slutdepotkonceptet
- At vurdere prisoverslagene overslagsmæssigt

Nærværende rapport opsummerer resultaterne fra den tekniske hovedrapport for ovennævnte arbejde.

2 Resumé

Nærværende rapport opsummerer vurderingen af rapporten "Teoretisk udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald" udgivet af Dansk Dekommissionering, januar 2002. Denne er udarbejdet af en arbejdsgruppe nedsat af IT- og Forskningsministeriet (nu Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling). Nærværende vurdering er udført på grundlag af en engelsk oversættelse af rapporten, foretaget af COWI & Associates.

Formålet med arbejdet var at vurdere rapporten med hensyn til strategi nødvendig for at etablere et slutdepot for endelig bortskaffelse af radioaktivt affald fra dekommissioneringsarbejdet, og andet dansk radioaktivt affald. Derfor omfatter vurderingen socio-politiske, videnskabelige og tekniske aspekter sammen med tidsforløb og omkostninger involveret i processen. Den gensidige afhængighed mellem tilstedeværelsen af et depot og udførelsen af dekommissioneringsarbejdet er også undersøgt.

Rapporten beskriver den nuværende og fremtidige situation i Danmark med hensyn til radioaktivt affald, og vurderer disse i sammenhæng med internationale erfaringer og praksis, og de potentielle slutdepotkoncepter som kan være anvendelige for det aktuelle affald.

2.1 Politik for affaldshåndtering

Det fremgår klart af rapporten, at der er et behov for at udvikle en fundamental politik for affaldshåndtering, og en strategi for at muliggøre fremskridt. Rapporten viser, at de danske affaldstyper er meget varierede, skønt de totalt set er små i mængde og indhold af radioaktive stoffer. De spænder fra højaktivt affald fra nukleart brændsel og brugte, forseglede kilder til tungt vand, uranmalm og affald fra prøvefremstillingen af uran ("tailings"), og mere rutinepræget lavaktivt og kortlivet mellemaktivt affald.

De vigtigste beslutninger, der skal træffes, er hvorvidt alle affaldstyper skal behandles på samme måde, og med samme tidsforløb, eller om forskellige løsninger skal vurderes for de forskellige affaldsstrømme. Hvis for eksempel den politiske beslutning er, at det nu er tiden til at finde en endelig løsning for alt radioaktivt affald i Danmark, så ville dette indsnævre løsningsmulighederne til et dybt geologisk depot, og dette koncept kunne udvikles. Alternativt, hvis politikken er at finde en løsning for langsigtet håndtering af den store mængde rutinepræget lavaktivt og kortlivet mellemaktivt affald fra drifts- og dekommissionering.

neringsaktiviteterne, så ville fokus være på overfladenære koncepter eller andre alternativer.

2.2 Tidsforløb

En anden nøglebeslutning, der skal tages, relaterer sig til tidsforløbet for at frembringe en politik for affaldshåndtering. Den nuværende politik i Danmark er at udskyde enhver beslutning om, hvad der skal ske med det nuværende radioaktive affald, fordi dekommissioneringen af Risø's nukleare anlæg vil producere en stor del af den forventede endelige mængde radioaktivt affald. Skønt dette indikerer en sammenhæng mellem dekommissioneringsprocessen og den langsigtede løsning på affaldshåndteringen, betyder dette dog ikke at dekommissioneringen er afhængig af, at den langsigtede løsning er identificeret og gennemført. Det er muligt at udvikle passende generiske akceptkriterier for affald (på engelsk waste acceptance criteria, WAC) som vil tillade behandling, konditionering, pakning og karakterisering af det radioaktive affald, genereret ved dekommissioneringen. Det normale er, at udviklingen af kriterier for affaldshåndtering og konceptet for slutdepot eller langsigtet håndtering sker sideløbende.

2.3 Koncept for langsigtet affaldshåndtering

Rapporten har kun betragtet slutdepot-konceptet som en mulighed for den langsigtede håndtering af radioaktivt affald. Koncepter for endelig deponering af radioaktivt affald i slutdepoter har generelt mødt anseelig - og nogen gange succesfuld - modstand internationalt. Dette er særligt tilfældet for lande med store atomkraftværker og/eller militære nukleare programmer (for eksempel i Tyskland, Storbritannien, Canada og USA), og vedrørende dyb geologisk deponering af brugt reaktorbrændsel eller højaktivt affald, men selv mindre projekter for bortskaffelse af radioaktivt affald møder megen modstand (for eksempel i Australien).

For det videnskabelige og tekniske samfund har permanent bortskaffelse været den foretrukne løsning for radioaktivt affald af alle kategorier, men dette er generelt ikke blevet accepteret af modstanderne (Friends of the Earth, Greenpeace, etc.). Modstandernes begrundelser kan være ganske komplekse, men man kan formentlig med rimelighed sige at deres modstand er baseret på:

- Frygt for, at hvis en effektiv løsning på affaldsproblemet bliver besluttet, vil dette give grønt lys for yderligere udforskning af nukleare teknologier, som de af andre grunde er modstandere af.
- Generel mistro til "eksperter" i almindelighed, og nukleare eksperter i særdeleshed (hvem var det, der sagde at atomkraft ville være "renere, billigere og mere sikker", osv.).
- En overbevisning om, at virkningen af små doser radioaktiv stråling på helbred og miljø er meget mere alvorlig end vurderet af den Internationale Kommission for Strålebeskyttelse (the International Commission on Radiological Protection (ICRP)).
- Bedre teknologier for affaldshåndtering kan blive udviklet i fremtiden.

Der er, imidlertid, mange slutdepoter for radioaktivt affald i drift rundt om i Verden, og mange er under planlægning. Størstedelen af disse er for lavaktivt og kortlivet affald, og mange blev etableret i tidligere årtier, hvor det socio-politiske klima var et andet. Derfor skulle bygningen af et slutdepot for noget, om ikke alt radioaktivt affald i Danmark være muligt. Situationen i Danmark har den fordel, at den tillader "lukning" af hele den danske nukleare "oplevelse", bortset fra den ubetydelige brug af kilder inden for medicin, industri og forskning. Affaldsmængderne og lagrene med radioaktive stoffer er relativt små.

Erfaringer med sammenbrud af slutdepotprojekter i den seneste tid (i Storbritannien, Canada, Schweiz og Belgien) har understreget vigtigheden af de socio-politiske meningsdannelser. Ultimativt tages enhver beslutning om placering, bygning, drift og myndighedsgodkendelse af enten en lokal eller central regering, og med konsensus fra befolkningen. I Canada og Storbritannien var meget af modstanden baseret på mangelen af retfærdiggørelse af bortskaffelse som den "bedste" mulighed. Typisk lægges vægten på at påvise at bortskaffelseskonceptet kan opfylde sikkerheds- og risikokriterier opstillet af myndighederne. Der har været ringe fokus på at påvise, at bortskaffelseskonceptet er den bedste løsning, eller at de rigtige kriterier for vurdering af udførelsen er blevet valgt.

Det anbefales stærkt at et antal optioner vurderes for langsigtet affaldshåndtering i Danmark, og at disse evalueres på en systematisk og transparent måde for alle de ovenfor nævnte typer affald. Håndteringen af radioaktivt affald kræver at en langsigtet løsning identificeres, som sikkert isolerer affaldet fra befolkningen. Dette kan involvere bortskaffelse af affaldet i et slutdepot af en eller anden slags. For at kunne komme til den beslutning som udgør den nationale politik er det vigtigt at påvise at den "bedste mulighed" for håndtering af radioaktivt affald er valgt og at denne kan forsvares over for andre "acceptable" muligheder.

En fremgangsmåde for at opnå dette er skitseret i det følgende.

Problemet skal defineres. For eksempel kan det være "Hvordan skal man administrere Danmarks radioaktive affald sikkert på langt sigt med et acceptabelt risikoniveau for mennesker og miljø?".

De kriterier som potentielle løsninger skulle vurderes mod kunne så defineres. Disse kunne være:

- Sikkerhed
 - Risiko for sabotage
 - Risiko for tyveri
- Tryghed (virkning på helbredet)
 - Kortsigtet
 - Langsigtet

- Pris for
 - Bygning
 - Drift
 - Overvågning
 - Myndighedskontrol
- Risiko
 - Ulykker (flystyrt o.l.)
 - Jordskælv
 - Oversvømmelse
 - Indbrud
- Fremtidigt ansvar
 - Virkning på kommende generationer (økonomisk, helbredsmæssigt)
- Problemer på tværs af landegrænser
 - Opinionen i nabolande
- Miljømæssige påvirkninger
- Reversibilitet/mulighed for genindvindelse
 - Genindvindelse af enkeltgenstande
 - Genindvindelse af større mængder
- Teknisk sværhedsgrad
 - Kendt teknologi
- Tilgængelighed af placeringsmulighed
 - Passende pladsforhold og infrastruktur
- Transport
 - Infrastruktur
- Forskriftsmæssige forhold
 - Nationalt
 - Internationalt

Kriterierne bør vægtes efter den relative betydning, de tillægges

Potentielle muligheder bliver dernæst identificeret. Disse kunne være:

- Slutdepot
 - Overflade
 - "Kæmpehøj"
 - Grøft
 - Overfladenær (20 – 200 m)

- Dyb (mere end 200 m)
- Opbevaring
 - Mellemaktivt affald
 - Lavaktivt affald
 - Blandet affald
- Eksport
 - Noget affald kan have værdi for andre (Tungt vand, deuterium og tritium, plutonium og uran (naturligvis ikke til fremstilling af atomvåben))
 - Returnering til oprindelseslandet
- "Ikke gøre noget"
 - Udskyde til fremtiden

De potentielle løsninger kan så vurderes mod kriterierne af en gruppe interessenter på en struktureret og systematisk måde, som vil dokumentere begrundelserne bag enhver vurdering og overveje usikkerheden ved processen (for eksempel: ville resultatet forandres, hvis kriterierne blev vægtet anderledes?). Interessenterne skulle tænke på alle, der har en mening om problemet og vil normalt repræsentere affaldsejeren (DD/Risø), de ansvarlige myndigheder, regeringen, lokalsamfundene, miljøgrupper, osv.

2.4 Dekommissionering

Dekommissionering af Risø's nukleare anlæg er en nødvendig del af den sikre styring af radioaktive materialer. Den valgte metode for dekommissionering skal identificeres gennem en proces som vurderer alle optioner for at nå frem til en enkelt, foretrukket løsning. Den foretrukne løsning for dekommissionering er sandsynligvis enten en variant af øjeblikkelig nedrivning, eller udsat nedrivning (i henhold til retningslinierne fra IAEA).

Uanset hvilken løsning der vælges, kræves der adskillige år for at udføre den, og udførelsen vil omfatte detaljeret planlægning, forberedende dekommissioneringsarbejder (som forbereder anlæggene til nedrivning) og selve dekommissioneringen af de nukleare anlæg.

Det er vigtigt at have en strategi for affaldshåndtering på plads inden påbegyndelse af dekommissioneringsarbejdet for at muliggøre en behandling af det affald, der fremkommer, på en måde så det sandsynligvis vil kunne accepteres til bortskaffelse. Selv om det er at foretrække at have depotfaciliteten klar til at modtage affald efterhånden som det fremkommer, er det ikke et absolut krav. Det er helt acceptabelt at affaldet placeres i midlertidigt lager indtil bortskaffelse. Dette gøres i mange lande (inklusiv Storbritannien, hvor et slutdepot for mellemaktivt affald først vil være tilgængeligt om adskillige årtier).

Udarbejdelsen af et koncept for bortskaffelse vil sandsynligvis tage adskillige år, men det er, som diskuteret ovenfor, ikke nødvendigt at udsætte dekommis-

sioneringen indtil en depotfacilitet er tilgængelig. Det er imidlertid vigtigt for dekommissioneringen at tage hensyn til den nationale strategi for affaldshåndtering og, for at kunne opfylde akceptkriterier for affald, er det nødvendigt at udarbejde disse, i starten i en foreløbig eller generisk form, hurtigst muligt.

Det anbefales stærkt, at der ikke opstår forsinkelser i formuleringen af en national strategi for affaldshåndtering for Danmark, og ej heller i udarbejdelsen af planer for dekommissionering af Risø's nukleare anlæg. Der ville være fordele ved at udvikle begge disse i kombination med hinanden, men det er ikke nødvendigt for udarbejdelsen af et koncept for bortskaffelse at blive direkte koblet til en dekommissionering af Risø, specielt hvis dette kunne medføre en forsinkelse af dekommissioneringsprogrammet.

Tidsrammen for udvikling og implementering af et koncept for slutdepot kan være meget lang. Dette er i nogen tilfælde fordi der er en lang række tekniske problemer, der skal løses, for eksempel tog det ni år at udvælge en placering i Australien. Offentlig medvirken og beslutningsprocessen kan også være meget tidskrævende. Den offentlige høring i Storbritannien i forbindelse med etablering af stenklassificeringsanlægget i Sellafield (den foretrukne placering for et dybt depot for lav- og mellemaktivt affald) tog to år, og regeringen var yderligere et år om at træffe en beslutning. Det bemærkes at høringen drejede sig om et forsøgsanlæg, og ikke om selve depotet. Det canadiske projekt for slutdepot for lavaktivt affald har ikke endnu haft nogen fremdrift (efter 5 år) på grund af problemer med valg af placering.

Derfor vil det være klogt – selv om det som forklaret tidligere ikke er nogen hindring for dekommissioneringsprocessen, at der ikke findes et slutdepot eller en langsigtet deponeringsmulighed – at starte processen, jo før jo bedre.

Findes der ikke en lagsigtet strategi for affaldshåndtering, vil der være et behov for ompakning af affald og af renovering og udvidelse af de nuværende lagerfaciliteter, hvilket vil være en ekstra omkostning.

2.5 Acceptkriterier for affald (WAC)

Det er anerkendt international praksis at etablere en serie af acceptkriterier for affald, som detaljeret beskriver hvilken form affaldet skal have for at kunne tillades at blive transporteret og/eller bortskaffet ved slutdepotet. Det anbefales stærkt at sådanne acceptkriterier udarbejdes for dansk radioaktivt affald.

Acceptkriterierne fastsætter den acceptable standard for pakning af radioaktivt affald for transport, opbevaring og bortskaffelse i depot. Acceptkriterierne er defineret ud fra de relevante nationale og internationale bestemmelser og retningslinier for sikker håndtering af radioaktivt affald i alle stadier af håndteringen, og fra en sikkerhedsvurdering af hele affaldshåndteringssystemet, fra produktion til endelig bortskaffelse i slutdepot. For at opfylde forskrifter og sikkerhedsbestemmelser vil der være begrænsninger både på affaldspakkerne og på de enkelte dele heraf, herunder affaldsindhold og selve affaldets form. Inden for disse begrænsninger er det så muligt at definere specifikationer for accep-

table affaldspakker, og hermed affaldskriterierne. Affaldskriterierne kan specificeres i form af kravspecifikationer, for eksempel ved at definere en minimumsværdi for permeabilitet, eller i form af de forholdsregler, som vil sikre opfyldelse af det pågældende krav. For eksempel kan man specificere det maksimale ^{60}Co indhold som en måde at begrænse varmeudviklingen.

Forudsat denne fremgangsmåde følges, er det vigtigt at selve beskaffenheden af det komplette affaldshåndteringssystem forstås, ud fra det affald der dannes, i det mindste i grundtrækkene, så kravspecifikationerne kan defineres. Faktorer som har indflydelse på kravspecifikationerne kan knytte sig til et antal områder inden for affaldshåndtering, specielt:

- Transport
- Drift og håndtering ved depotanlægget
- Vurdering af sikkerheden efter tillukning af depotet.

De detaljerede akceptkriterier for affald kan udledes fra disse kravspecifikationer. I nogle tilfælde vil Akceptkriterierne blive bestemt af en aktivitet, for eksempel begrænsninger i pakning for transport, medens de i andre tilfælde vil blive påvirket af mere end en aktivitet, måske begrænsninger i pakning for transport og begrænsninger påført af udstyr til håndtering ved depotet. I sidstnævnte tilfælde er det sædvanen at vælge det mest restriktive akceptkriterie.

2.6 Klassificeringssystem for og fortegnelse over radioaktivt affald

Der synes ikke at være et etableret affaldsklassificeringssystem i brug i Danmark. Det ville være nyttigt at definere klassificeringerne af radioaktivt affald, for eksempel ud fra principperne i IAEA's system. Blandt fordelene ved at etablere et klassificeringssystem for radioaktivt affald er at systemet klargør sondringen mellem aktivt, "ikke-aktivt" og "fritaget" affald. Det vil sige, at systemet blandt andet ville definere "friklassificeringsniveauer" under hvilke affaldet ikke vil blive klassificeret som radioaktivt materiale, lige som det vil definere kategorier for de mere usædvanlige typer som uranmalmen og affaldet fra prøveudvindingen af uran (tailings).

Et nøjagtigt estimat for masser, volumer, og kategorier af nuværende og fremtidigt affald er nødvendigt for at understøtte udviklingen af strategien for affaldshåndtering. Et nationalt register for radioaktivt affald bør etableres. Dette ville registrere detaljer vedrørende den fysiske og kemiske sammensætning af affaldet, dets lokalisering og nuværende konditionering eller pakning. Det nationale register ville også være basis for vurdering af fremtidige affaldsmængder fra alle kilder som beskrevet ovenfor.

3 Konklusioner og anbefalinger

Hovedkonklusionen af vurderingen er, at der er behov for den danske regering for at udvikle en overordnet politik og strategi for håndtering af radioaktivt affald i Danmark. Det påpeges, at dette bør være en "management policy" fremfor et "håndteringsforslag". Et slutdepot for visse kategorier af radioaktivt affald kan vise sig at være den bedste løsning, men denne beslutning skal tages gennem en analyse af alternative løsninger på en struktureret og transparent måde. Synspunkter og input fra alle interessenter (Regeringen, DD/Risø, myndighederne, lokalsamfundene, miljøgrupper, osv.) bør inddrages i analysen af mulige løsninger.

Når først politikken er etableret, kan de mulige løsninger for kort- og langsigtet håndtering af affald for de forskellige affaldskategorier identificeres og udvikles.

Nøglebeslutningen, som skal tages i forbindelse med en dansk politik for affaldshåndtering, er hvorvidt man skal søge en fælles løsning for alle affaldskategorier, eller om man skal udvikle forskellige løsninger svarende til de potentielle risici forbundet med hver affaldskategori.

Den hidtidige politik i Danmark har været at udsætte enhver beslutning om den langsigtede skæbne for det nuværende affald fordi dekommissioneringen af Risø's nukleare anlæg vil frembringe en stor del af den anslåede endelige mængde radioaktivt affald.

Skønt dette indikerer en forbindelse mellem dekommissioneringsprocessen og den langsigtede løsning på affaldshåndteringen, betyder dette ikke at dekommissioneringen er afhængig af at en langsigtet løsning på affaldshåndteringen bliver identificeret og implementeret. Det er muligt at opstille passende generiske akceptkriterier for affald, som tillader behandling, konditionering, pakning og karakterisering af det radioaktive affald, der genereres ved dekommissioneringen.

Denne rapport præsenterer en oversigt over rapporten "Teoretisk udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald" og behandler hvert afsnit i denne til en vis detaljeringsgrad. Denne rapport giver også nogle anbefalinger vedrørende udviklingen af en dansk strategi for håndtering af radioaktivt affald.

Hovedkonklusionerne er:

- Der er et behov for, at den danske regering udvikler en overordnet politik og strategi for håndtering af affald i Danmark.
- Dette bør være en "management policy" fremfor et "håndteringsforslag".
- Der bør udarbejdes foreløbige (eller generiske) akseptkriterier for affald, som tillader behandling, konditionering, pakning og karakterisering af det radioaktive affald, der genereres ved dekommissioneringen.
- Udviklingen af kriterier for affaldshåndtering og konceptet for slutdepot eller langsigtet håndtering bør ske sideløbende.
- Et slutdepot for visse kategorier *kan* vise sig at være den bedste løsning, men dette skal verificeres gennem en analyse af alternative løsninger på en struktureret og transparent måde.
- Synspunkter og input fra alle interessenter (Regeringen, DD/Risø, myndighederne, lokalsamfundene, miljøgrupper, osv.) bør inddrages i analysen af mulige løsninger.
- Når først politikken er etableret, kan de mulige løsninger for kort- og langsigtet håndtering af affald for de forskellige affaldskategorier identificeres og udvikles.
- Nøglebeslutningen som skal tages i forbindelse med en dansk politik for affaldshåndtering er, hvorvidt man skal søge en fælles løsning for alle affaldskategorier, eller om man skal udvikle forskellige løsninger, svarende til de potentielle risici forbundet med hver affaldskategori.
- En anden nøglebeslutning relaterer sig til tidshorisonten for at frembringe politik for affaldshåndtering. Skønt mangel på en langsigtet strategi for affaldshåndtering ikke er til hinder for dekommissioneringen vil det være klogt at starte processen, jo før jo bedre. Uden en langsigtet strategi for affaldshåndtering vil der være et behov for ompakning af affald og af renovering og udvidelse af de nuværende lagerfaciliteter, hvilket vil være en ekstra omkostning.

Følgende anbefalinger gives:

På relativt kort sigt (måneder):

1. Den danske regering bør etablere en strategi for håndtering af radioaktivt affald, og en strategi for implementering af denne. Politikken bør klart identificere formålet med en strategi for håndtering af radioaktivt affald, og bør behandle beslutningsprocessen for denne, for eksempel medinddragelsen af interessentgrupper.
2. Strategien bør inkludere en vurdering og mulig opdatering af affaldsklassifikationssystemet, herunder kriterier for friklasning af ikke-radioaktivt affald (fra aktive anlæg) samt definition af kortlivet mellemaktivt affald.
3. Strategien bør identificere de mulige løsninger for langsigtet håndtering af radioaktivt affald og vurdere disse på en struktureret og transparent måde. Nogleområder, som skal vurderes i forbindelse med en dansk politik for affaldshåndtering, er hvorvidt man skal søge en fælles løsning for alle affaldskategorier, eller om man skal udvikle forskellige løsninger samt koncept for genindvinding og tidsforløb for implementering. Foretrukken løsning for hver affaldstype bør identificeres.
4. Generiske akseptkriterier bør udvikles for alle affaldstyper. Disse skal omhandle de nuværende affaldstyper i de nuværende anlæg så vel som fremtidigt affald.

På længere sigt (år):

1. Lovgrundlaget for implementering af strategien skal vurderes og udvikles. Etablering af en rådgivende komité for håndtering af radioaktivt affald som rådgiver for regeringen inden for disse områder foreslås. Lovgivningen bør omfatte udførelse, sikkerhed og miljøforanstaltninger i forbindelse med de langsigtede løsninger for håndtering af radioaktivt affald.
2. Konceptløsninger og sikkerhedsvurderinger for de foretrukne løsninger bør udarbejdes.
3. Processen for udvælgelse af en passende placering af den foretrukne løsning bør påbegyndes.
4. Specifikke akseptkriterier for affald bør udarbejdes.

