

Baggrundsrapport

- til Dansk Dekommissionerings strategi for dekommissionering af de nukleare anlæg på Risø-området

Indhold

FORORD	6
1 INDLEDNING	7
2 DEKOMMISSIONERINGSSTRATEGI	7
2.1 GRUNDLÆGGENDE PRINCIPPER FOR DEKOMMISSIONERING	8
2.2 MULIGE STRATEGIER	9
2.3 ANBEFALET STRATEGI	9
3 DEKOMMISSIONERINGSSCENARIO	10
3.1 MULIGE SCENARIER	10
3.2 ANBEFALET SCENARIO	12
4 PLANLÆGNING OG GENNEMFØRELSE AF DEKOMMISSIONERINGEN	13
4.1 PROJEKTGENNEMFØRELSE	13
4.2 METODER TIL BESTEMMELSE AF AKTIVITETSINDHOLD I DE NUKLEARE ANLÆG	17
4.3 RÆKKEFØLGE FOR NEDBRYDNING AF DE NUKLEARE ANLÆG	19
4.4 DEKOMMISSIONERING AF DR 1	20
4.5 DEKOMMISSIONERING AF DR 2	22
4.6 DEKOMMISSIONERING AF DR 3	24
4.7 DEKOMMISSIONERING AF HOT CELL ANLÆGGET	27
4.8 DEKOMMISSIONERING AF TEKNOLOGIHALLEN	28
4.9 DEKOMMISSIONERING AF BEHANDLINGSSTATIONEN	29
4.10 DEKOMMISSIONERING AF BEHANDLINGSSTATIONENS LAGRE SAMT FACILITETER TIL DEKOMMISSIONERING	30
5 SIKKERHEDS-, OMEGNSMILJØ- OG ARBEJDSMILJØASPEKTER VED DEKOMMISSIONERING	30
5.1 STRÅLINGSBESKYTTELSESKRAV VED DEKOMMISSIONERING	31
5.2 KONVENTIONELT ARBEJDSMILJØ	33
5.3 UHELDSDREKSTILBUD	33
5.4 SIKKERHEDSKULTUR	35
5.5 SIKKERHEDS- OG EKSPERTPANEL	36
6 ORGANISATORISKE FORHOLD	36
6.1 INDLEDNING	36
6.2 DD'S ORGANISATION	36
6.3 IMPLEMENTERING AF ORGANISATIONEN	44
6.4 PERSONALERESSOURCER OG UDDANNELSE	45
7 KONTRAHERINGSSTRATEGI	48
7.1 INDLEDNING	48
7.2 PARTNERING	49
7.3 LOVGRUNDLAG	51
7.4 INTERN-EKSTERN ARBEJDSDELING	53
7.5 UDDANNELSE AF EKSTERNE RÅDGIVERE OG ENTREPRENØRER	53
8 LOVGIVNINGSMÆSSIGE RAMMER	54
8.1 LOVGIVNING VEDRØRENDE NUKLEARE FORHOLD	54
8.2 ARBEJDSMILJØ-, MILJØ- OG PLANLOVGIVNING	55
8.3 LOVGIVNING VEDRØRENDE BYGGERI	56
8.4 ANDRE RELEVANTE BESTEMMELSER	58
9 SAMARBEJDE MED DE NUKLEARE OG ANDRE TILSYNSMYNDIGHEDER	58
9.1 DEKOMMISSIONERINGSPLANER OG SIKKERHEDSVURDERINGER	58
9.2 FASTSÆTTELSE AF DRIFTSBETINGELSER OG KRITERIER	59
9.3 TILSYN MED DEKOMMISSIONERINGSPROCESSEN	61

10	FACILITETER TIL DEKOMMISSIONERING	61
10.1	LABORATORIER	61
10.2	FJERNBETJENT Udstyr til dekommissionering af de nukleare anlæg	63
10.3	FACILITETER TIL DEKONTAMINERING AF FORURENEDE GENSTANDE	66
10.4	MELLEMLAGRE FOR RADIOAKTIVT AFFALD	68
11	KVALITETSSIKRING	69
11.1	KVALITETSSTYRINGSSYSTEM	70
11.2	PROJEKTER	74
11.3	AKKREDITERING AF LABORATORIER	74
11.4	MILJØLEDELSE	74
12	STRATEGISKE PARTNERSKABER	74
12.1	UDENLANDSKE PARTNERE	75
12.2	INDENLANDSKE PARTNERE	76
13	AFFALDSBEHANDLING	76
13.1	SORTERING AF AFFALD	76
13.2	KARAKTERISERING AF RADIOAKTIVT AFFALD	77
13.3	HELSEFYSISKE FORHOLD VED FYLDNING OG LAGRING AF NYE AFFALDSBEHOLDERE	79
13.4	KONDITIONERING OG LAGRING AF RADIOAKTIVT AFFALD	81
13.5	FRIGIVELSESNIVEAUER FOR IKKE-RADIOAKTIVT AFFALD	82
13.6	FRIGIVELSE AF IKKE-RADIOAKTIVT AFFALD	83
14	FRIGIVELSE AF BYGNINGER OG LANDOMRÅDER	83
14.1	KRITERIER FOR FRIGIVELSE AF BYGNINGER OG OMRÅDER MED HENSYN TIL RADIOAKTIVITET	84
14.2	HELSEFYSISKE VURDERINGER EFTER DEKOMMISSIONERINGEN	84
14.3	RENGØRING AF BYGNINGER	86
14.4	RESTAURERING AF LANDOMRÅDER	87
15	BEVILLINGSBEHOV TIL DEKOMMISSIONERINGEN	87
15.1	UDGIFTER TIL DRIFT OG TIL DEKOMMISSIONERING	88
15.2	INVESTERING I ANLÆG OG INSTRUMENTER TIL DEKOMMISSIONERING	88
15.3	INVESTERINGER I PERSONALET	89
15.4	RESSOURCER TIL EKSTERN BISTAND	89
16	OPLYSNINGSVIRKSOMHED	90
16.1	PRINCIPPER I OPLYSNINGSVIRKSOMHEDEN	90
16.2	FIRE HOVEDBUDSKABER	90
16.3	MÅL OG MÅLGRUPPER	91
16.4	AKTIVITETER	92
17	REFERENCER	92
BILAG 1 DEKOMMISSIONERINGSPROCESSEN - FLOWDIAGRAM FOR HOVEDAKTIVITETERNE		95
BILAG 2 STRÅLINGSBESKYTTELSE AF MEDARBEJDERE OG BEFOLKNING		103
1	STRÅLINGSBESKYTTELSE AF MEDARBEJDERE	103
2	STRÅLINGSBESKYTTELSE AF BEFOLKNINGEN	104
BILAG 3 KRAV TIL KVALIFIKATIONER FOR NØGLEPERSONER I DD'S ORGANISATION ...		109
BILAG 4 KONTRAHERINGSSTRATEGIER		113
BILAG 5 MATEMATISKE MODELLER TIL BEREGNING AF STRÅLINGSDOSER OG FRIGIVELSESNIVEAUER		119

1	DOSISMODELLER	119
2	FRIGIVELSESNIVEAUER FOR LANDOMRÅDER.....	120
3	FRIGIVELSESNIVEAUER FOR BYGNINGER.....	122

Forord

Som led i forberedelserne til iværksættelse af dekommissioneringen (nedrivning) af de nukleare anlæg på forskningscenter Risø har Risø Dekommissionering¹ og Dansk Dekommissionering² udarbejdet en relativt kortfattet beskrivelse af strategien for dette omfattende projekt, "Dansk Dekommissionerings strategi for dekommissionering af de nukleare anlæg på Risø-området". Nærværende rapport tjener til at uddybe de punkter, som indgår i strategien. Rapportens enkelte afsnit er udarbejdet af følgende medarbejdere i Risø Dekommissionering:

- Steen Carugati
- Finn Norman Christensen
- Preben Ellebæk
- Mogens Bagger Hansen
- Nils Hegaard
- Klaus Iversen
- Per Hedemann Jensen
- Bente Lauridsen
- Jens Søgaard-Hansen
- Lisbeth Warming

Endvidere har medvirket som eksterne konsulenter afdelingsleder, civilingeniør Helen Kristensen og overingeniør Flemming Espø, Rambøll, samt John Pedersen fra konsulentfirmaet Operate.

Rapporten er redigeret af Kurt Lauridsen, Afdelingen for Systemanalyse, som endvidere har bidraget til enkelte afsnit i teksten.

¹ Risø Dekommissionering (RD) er den afdeling på Forskningscenter Risø, der omfatter de nukleare anlæg DR 1, DR 2, DR 3, Hot Cell og Behandlingsstationen for radioaktivt affald. Afdelingen vil i sin helhed overgå til Dansk Dekommissionering (DD), når DD etableres i fuldt omfang og overdrages ansvaret for dekommissionering af de nukleare anlæg.

² Dansk Dekommissionering er den statsvirksomhed, der skal stå for dekommissionering af Risøs nukleare anlæg. DD blev etableret med en lille stab i slutningen af 2000 og har sine kontorer i DR 3's administrationsbygning.

1 Indledning

Som forberedelse til nedlægningen af de nukleare anlæg på Risø og oprydning efter den del af Risøs forskningsvirksomhed er der siden sommeren 2000 udarbejdet en række redegørelser. Den første af disse blev iværksat i juni 2000 og resulterede i en rapport [1], der gennemgik de grundlæggende problemer i forbindelse med dekommissioneringen og gav en vurdering af de dermed forbundne omkostninger. Et kortere dansk resume blev også udarbejdet af denne rapport [2]. En revision af vurderingen af omkostningerne ved dekommissionering af DR 3 blev foretaget i sidste halvdel af 2001 [3]. I første halvdel af 2002 blev der udarbejdet bidrag til den VVM redegørelse, der er et led i godkendelsesprocessen for projektet [4], ligesom der blev skrevet bidrag til en såkaldt "Artikel 37 redegørelse" til EU³. I første halvdel af 2002 blev der endvidere af rådgivergruppen "COWI and Associates" for Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling" udarbejdet en redegørelse [5]. Denne redegørelse indeholdt dels en gennemgang og kommentering af Risøs og DD's hidtidige udredninger, primært [1], dels en selvstændig vurdering af omkostningerne ved projektet. Redegørelsen gav en række anbefalinger til det videre arbejde med dekommissioneringsprojektet. Udarbejdelsen af strategien og nærværende rapport følger op på disse anbefalinger.

Det bemærkes, at strategien og nærværende rapport alene drejer sig om dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø og ikke går ind på spørgsmål vedrørende etablering af et slutdepot for dansk radioaktivt affald. Selv om affald fra Risø til sin tid vil udgøre en betydelig del af indholdet i et sådant depot, vil der også skulle være affald fra andre kilder (hvoraf en del vil være affald, som Risø hidtil har modtaget fra især industri og hospitaler). Strategi vedrørende håndtering af radioaktivt affald i Danmark er genstand for en separat udredning iværksat af Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.

Da der som nævnt er udarbejdet ganske mange redegørelser allerede, kan det ikke undgås, at mange af beskrivelserne i nærværende rapport bliver gentagelser af noget, der allerede findes på tryk, enten på dansk eller på engelsk. For fuldstændighedens skyld er nogle af beskrivelserne fra tidligere rapporter gentaget her, omend i reduceret udgave. Men det skal understreges at nærværende rapport ikke har ambitioner om at gentage alt, hvad der tidligere er skrevet, og det kan derfor være nødvendigt at søge tilbage i referencerne, såfremt læseren ønsker mere detaljerede beskrivelser.

2 Dekommissioneringsstrategi

Et dekommissioneringsprojekt kan gennemføres på forskellige måder med hensyn til tidsforløb og den organisatoriske styring af projektet. Vigtige elementer, der indgår i valget af strategi er sikkerhedsmæssige forhold, økonomi og tilgængelighed af kvalificeret personale til planlægning og gennemførelse af projektet. De sikkerhedsmæssige forhold er i denne forbindelse især de særlige krav der knytter sig til arbejde med radioaktive materialer; der stilles fra myndighederne krav til organisationens egnethed til at forestå arbejdet på en sådan måde, at

³ Efter EURATOM traktatens artikel 37 skal hver medlemsstat forsyne EU-kommissionen med alle almindelige oplysninger vedrørende planer om dekommissionering af nukleare anlæg, således at kommissionen kan afgøre, om iværksættelsen af denne plan kunne medføre radioaktiv forurening af et andet medlemslands vande, jord eller luft. Efter høring af en ekspertgruppe, afgiver Kommissionen en udtalelse inden for en frist på seks måneder. Artikel 37 redegørelsen kan opfattes som en VVM-redegørelse for nabolandene til det land, som skal foretage dekommissioneringen af et nukleart anlæg.

det ikke frembyder unødigt risiko for personale og omgivelser. Økonomien vil, blandt andet, afhænge af størrelsen af den nødvendige organisation, varigheden af projektet og fordelingen af arbejdet mellem internt personale og eksterne entreprenører. Tilgængeligheden af personer med kompetence inden for det nukleare område kan i et land som Danmark blive et problem ved længerevarende projekter.

2.1 Grundlæggende principper for dekommissionering

EU kommissionen [6] definerer dekommissionering af nukleare installationer på følgende måde: "Alle administrative og tekniske tiltag, som gør det muligt at fjerne et anlæg fra listen over godkendte anlæg"⁴. Målet for dekommissioneringen er at fjerne alt radioaktivt materiale fra de pågældende anlæg, således at bygninger og områder kan frigives til andet formål uden restriktioner på deres anvendelse.

Dekommissionering af et nukleart anlæg gennemføres sædvanligvis i et antal faser eller trin. Det Internationale Atomenergiagentur, IAEA, har opstillet en definition på dekommissionering, der omfatter tre faser:

Fase 1: Opbevaring under opsyn ("Storage with surveillance")

For at bringe et anlæg til fase 1 foretages en vis rengøring - dekontaminering - af radioaktivt forurenede overflader, dræning af systemer med væsker, afbrydelse af driftssystemer og etablering af fysiske og administrative systemer til sikring af overvågning og adgangskontrol. For reaktorer skal endvidere det brugte brændsel fjernes fra anlægget. For Risøs største reaktor DR 3 er en del af dette gennemført siden lukningen i 2000, f.eks. dræning af systemer og fjernelse af det brugte brændsel.

Fase 2: Begrænset brug af området ("Restricted site use")

For at bringe et anlæg til fase 2 skal alt udstyr og alle bygninger, som let kan demonteres eller nedrives, fjernes - eller dekontamineres, således at det kan overgå til anden anvendelse. For reaktorer skal den biologiske afskærmning (sædvanligvis beton, eventuelt suppleret med bly) forøges og lukkes for helt at indeslutte selve reaktorstrukturen. Overvågning af anlægget kan herefter reduceres; men der bør foretages periodiske kontroller og overvågning af omgivelserne. På Risø har DR 2 anlægget befundet sig i denne tilstand i ca. 25 år og Hot Cell anlægget i ca. 10 år.

Fase 3: Ubegrænset brug af området ("Unrestricted site use" eller "green field")

Den afsluttende fase 3 nås ved at fjerne alle bygninger og alt udstyr, som ikke kan dekontamineres til et niveau, der opfylder gældende regler for frigivelse. De tilbageværende bygninger og anlægsdele samt området kan herefter frigives til anvendelse uden nogen restriktioner. Ved "green field" forstås, at alle radioaktive dele er fjernet, mens selve reaktorbygningen f.eks. ikke behøver at blive revet ned, hvis alle målinger viser så lave strålings- og kontaminationsniveauer, at bygningen kan frigives til andet brug. Der findes i udlandet flere eksempler på anlæg, der er bragt til denne tilstand, såvel forskningsanlæg som (mindre) kraftreaktorer.

Mellem de ovennævnte trin kan der være en årrække, hvor der ikke foregår noget dekommissioneringsarbejde, men hvor anlægget blot henstår, medens indholdet af radioaktive stoffer formindskes ved radioaktivt henfald. Reduktion af radioaktiviteten er den primære årsag til,

⁴ "All the administrative and technical operations allowing to withdraw a facility from the list of licensed facilities"

at man nogle steder i udlandet har planer om at lade anlæg stå i 50 år eller mere, førend man går i gang med nedrivning af de mest radioaktive dele. Herved forventer man at kunne reducere strålingsdoserne til de medarbejdere, der er involveret i nedbrydningen af anlæggene, fordi strålingsniveauerne er blevet reduceret som følge af radioaktivt henfald.

2.2 Mulige strategier

Nedenstående fire strategier kan anses for repræsentative for de strategier, der kunne komme på tale i forbindelse med dekommissionering af Risøs anlæg.

- (1) Dekommissionering til "green field" af alle anlæg. Kortest mulige forløb under hensyntagen til bedst mulige udnyttelse af den eksisterende ekspertise (primært på Risø) og optimering af økonomi og ressourceudnyttelse i øvrigt. Anvendelse af så stor en del som muligt af det nuværende personale og tilføjelse af nødvendige nye kompetencer til organisationen med hensyn til projektstyring og kontrahering. En del af nedrivningsarbejdet udføres af eksterne entreprenører.
- (2) Dekommissionering til "green field" af alle anlæg. Længere tidsforløb (~35 år) for at tillade et vist henfald af indholdet af radioaktive stoffer i DR 3 (til ca. 1/50 af det, der var ved lukningen af reaktoren i 2000, hvis dekommissioneringsprojektet iværksættes inden for de nærmeste år). Udnyttelse af eksisterende ekspertise til planlægning og dokumentation i starten af projektet. Opretholdelse af en mindre organisation til at inspicere og vedligeholde anlæggene i den periode, hvor der ikke foregår dekommissioneringsarbejde. Dekommissionering af de sidste anlæg, herunder DR 3, forestås af udenlandske eksperter.
- (3) Dekommissionering til "green field" af alle anlæg. Meget langt tidsforløb (>50 år) for at tillade et betydeligt henfald af indholdet af radioaktive stoffer i DR 3 (til ca. 1/1000 af det, der var ved lukningen af reaktoren i 2000). Forløb i øvrigt som under punkt (2), men det kan blive nødvendigt i højere grad at bero på udenlandske eksperter efter ca. 25 år på grund af den forudseelige mangel på danske.
- (4) "Drej nøglen om" løsningen, d.v.s. anlæggene "lægges i mølpose" og afventer en eventuel senere beslutning om dekommissioneringsforløbet. Denne løsning har været genstand for en særskilt udredning [7] til Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling. Den vil blandt andet indebære, at der skal opretholdes en (mindre) organisation til at inspicere og vedligeholde anlæggene i en periode, hvis længde er ukendt.

2.3 Anbefalet strategi

Det må indledningsvis slås fast, at de nukleare anlæg på Risø **skal** fjernes på et eller andet tidspunkt, ligesom alle andre anlæg, som ikke anvendes længere. Der er således ikke tale om at vælge mellem at dekommissionere eller ikke at dekommissionere, men om at finde den bedste måde at foretage dekommissioneringen på under iagttagelse af de faktorer, der kan påvirke forløbet, så som sikkerhed, økonomi og tilgængelighed af personale til at planlægge og udføre arbejdet.

DD/RD er nået til den konklusion, at den dekommissioneringsstrategi, der bør anbefales, er nummer (1) i listen ovenfor. Tungtvejende argumenter, som leder til denne konklusion er følgende

- De hidtil gennemførte analyser af økonomien [1], [3] og [5] peger på, at en sådan strategi vil være den billigste.

- Det vil være muligt at udnytte det kendskab til anlæggene, som de nuværende medarbejdere (og eventuelt også pensionerede medarbejdere) besidder.
- Der vil under forløbet fortsat eksistere dansk ekspertise på nøgleområdet strålingsbeskyttelse.
- Den reduktion af strålingsniveauerne, der kan opnås ved at lade DR 3 stå i 25 eller 40 år, eliminerer ikke fuldstændig behovet for anvendelse af fjernbetjent udstyr.
- De typer fjernbetjent udstyr, der kan komme på tale, findes allerede på markedet eller kan konstrueres af DD selv (medarbejderne har lang erfaring i at udvikle og fremstille specialudstyr til fx vedligeholdelsesarbejder på DR 3).
- Arbejdet vil kunne gennemføres uanset om et slutdepot for dansk radioaktivt affald er etableret (men det vil naturligvis være en fordel, om depotet eksisterer, når DR 3 rives ned, da man i så fald kan bringe det radioaktive affald direkte til slutdepotet).

Til ulempe for de alternative strategier (2) og (3) taler især følgende forhold:

- Ifølge [1], [3] og [5] vil disse strategier totalt set være dyrere end strategi (1).
- Det vil ikke i så høj grad som i strategi (1) være muligt at udnytte den kompetence og kendskab til anlæggene, som de nuværende medarbejdere har.

"Drej nøglen om" strategien, (4), anses for den dårligste af de skitserede alternativer. Denne løsning vil som nævnt ovenfor indebære, at der skal opretholdes en organisation til at inspicere og vedligeholde anlæggene i en periode, hvis længde er ukendt. Dette vil i sig selv antagelig gøre det særdeles vanskeligt at holde på en kvalificeret stab. Løsningen må endvidere forventes totalt at blive mere kostbar end i al fald strategi (1), idet den jo ikke erstatter dekommissionering, men blot udskyder dette til et senere tidspunkt.

3 Dekommissioneringsscenario

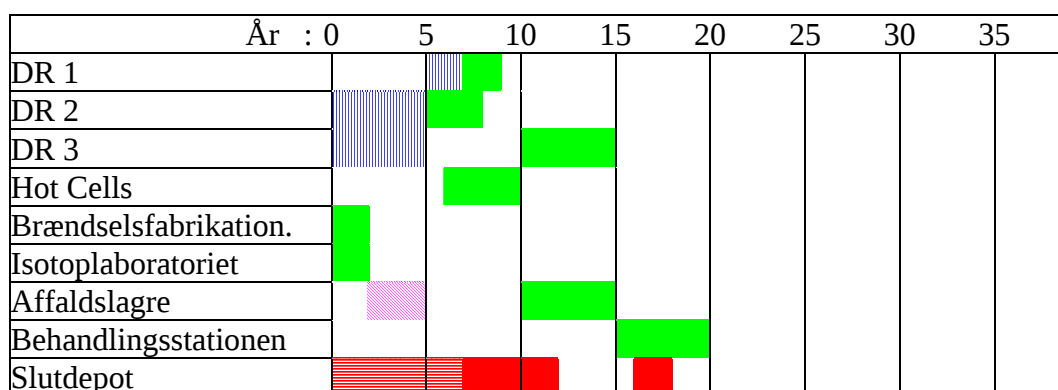
Med dekommissioneringsscenarier tænkes i denne forbindelse primært på tidlige forløb af arbejdet. I Risøs første udredning [1] er der beskrevet tre forskellige scenarier, som hovedsagelig adskiller sig fra hinanden med hensyn til den køletid, der gives til DR 3. "COWI and Associates" har betragtet tre scenarier, hvor dekommissioneringen gennemføres på henholdsvis 11, 50 og 85 år. Beskrivelsen af disse i alt seks scenarier er kort repeteret i afsnit 3.1.

3.1 Mulige scenarier

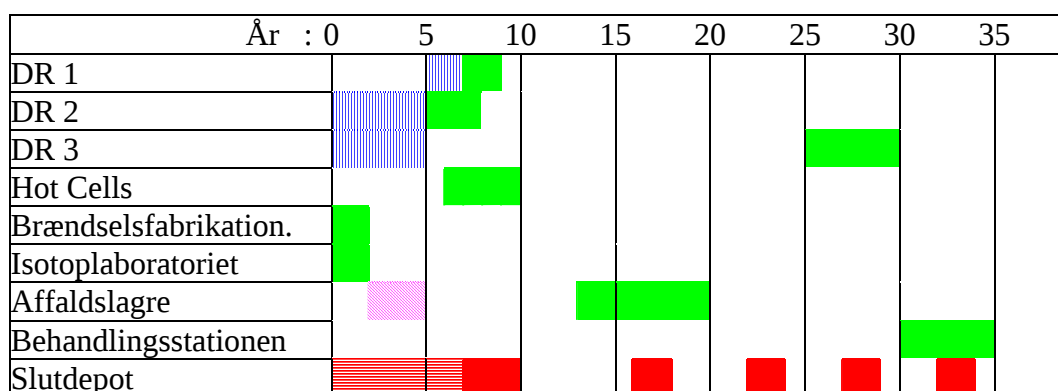
Da radioaktiviteten i anlæggene aftager med tiden, kan det, som omtalt tidligere, være en fordel at lade anlæggene stå nogle år, inden man går i gang med den endelige nedbrydning. En radioaktiv isotop, som ofte dominerer strålingsniveauet i nukleare anlæg, specielt reaktorer, er kobolt-60 (^{60}Co). Den har en halveringstid på ca. 5,3 år, hvilket eksempelvis medfører, at efter 10 halveringstider = 53 år er niveauet faldet til en tusindedel af det oprindelige. Det blev derfor ved Risøprojektets start fundet interessant at se på tre forskellige tidsforløb med køletider for DR 3 på henholdsvis 10, 25 og 40 år. De nedenfor viste skemaer indeholder således et bud på, hvordan dekommissioneringen af de enkelte anlæg kunne tilrettelægges, således at man har en forholdsvis jævn aktivitet i de perioder, hvor der foregår noget. (Det bemærkes, at selv om bygning af et slutdepot for radioaktivt affald ikke var del af dette projekt, er planlægning og bygning af depotet skitseret for at markere hvor det ville være hensigtsmæssigt at have et til rådighed.)

Som det ses, vil det korte scenario kunne gennemføres med en kontinuert aktivitet over de 20 år, som det er vurderet til at ville vare; i [1] er det dog tilkendegivet, at dekommissioneringen antagelig kan gennemføres hurtigere, om ønsket. Endvidere skal det understreges, at rækkefølgen af anlæggene DR 1, DR 2 og Hot Cell i disse scenarier ikke nødvendigvis er afgørende endsige den mest hensigtsmæssige. Senere overvejelser har således ført til at man antagelig vil begynde med DR 1.

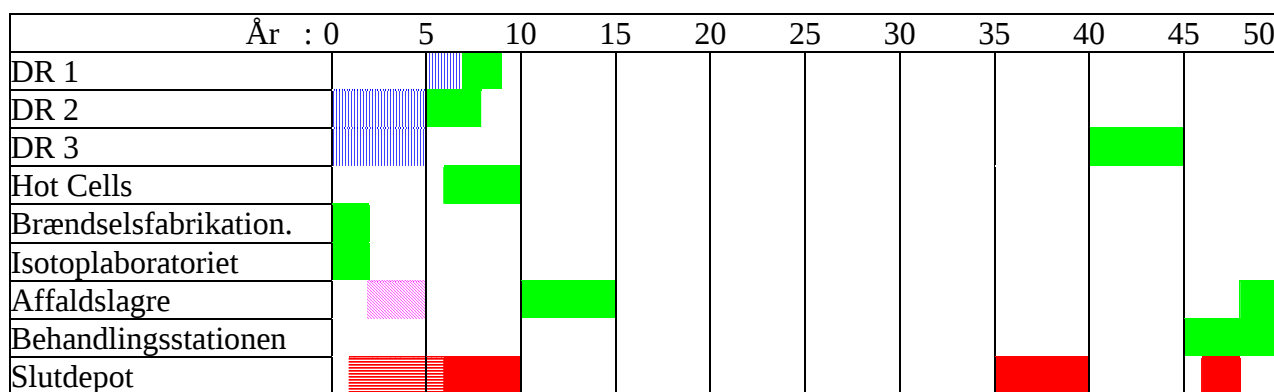
De to længere scenarier indeholder perioder, hvor den væsentligste virksomhed er overvågning af anlæggene og vedligeholdelse af bygningerne.



Figur 3.1 "Risø-scenario" 1 - "20 års scenario" (10 års køletid for DR 3)



Figur 3.2 "Risø-scenario" 2 - "35 års scenario" (25 års køletid for DR 3)



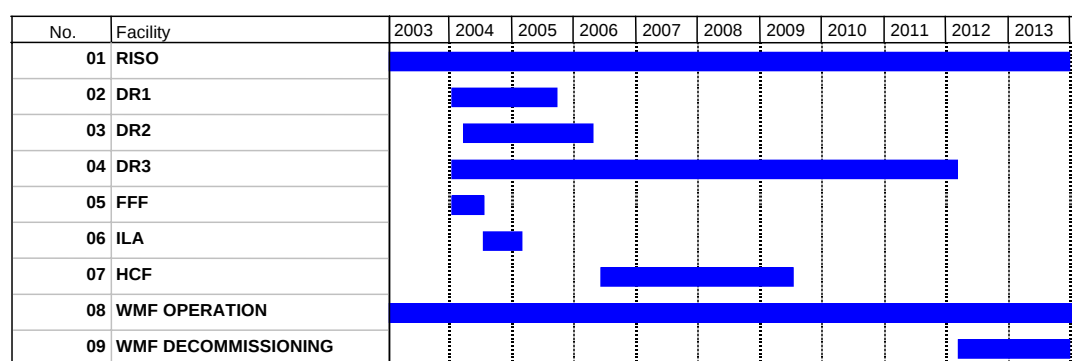
Figur 3.3 "Risø-scenario" 3 - "50 års scenario" (40 års køletid for DR 3)

-  : Demontering af ydre kredsløb m.v.
-  : Endelig nedbrydning af reaktorblok m.v.
-  : Etablering af midlertidig lager- og/eller håndteringsfacilitet
-  : Identifikation af lokalitet for slutdepot og godkendelsesproces for bygning
-  : Bygning af slutdepot (i et antal trin)

I udredningen fra "COWI and Associates" [5] er der foretaget en vurdering af følgende tre scenarier:

- (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.

Tidsplanen for 11-års scenariet er gengivet i Figur 3.4.



Figur 3.4 Tidsplan for COWI's 11-års scenario

De to lange scenarier i udredningen fra "COWI and Associates" er varianter af ovenstående.

En væsentlig medvirkende faktor til, at "COWI and Associates" når frem til en varighed af det korte scenario på 11 år i stedet for de 20 år, der er skønnet i Risøs undersøgelse, er at man forudsætter en betydelig forøgelse i indsats af arbejdskraft i den første halvdel af projektet.

I Risøs scenario vil den øgede indsats i mængden af internt personale i de første faser, især ske i forbindelse med planlægningsindsatsen. Eksternt personale forudses i de første år fortrinsvis anvendt i forbindelse med de indledende investeringer i anlæg og udstyr til dekommissioneringen. Senere i projektet forudses ekstern arbejdskraft i videre omfang anvendt i forbindelse med nedbrydningen af de større anlæg.

I Risøs scenario indgår således også betydelige variationer i indsatsen af især ekstern arbejdskraft, om end der forudses en jævner fordeling end i COWIs overslag.

3.2 Anbefalet scenario

Som nævnt i afsnit 2.3, har RD/DD konkluderet, at strategien bør være at gennemføre dekommissioneringen på kortest mulige tid under hensyntagen til bedst mulige udnyttelse af den eksisterende ekspertise og optimering af økonomi og ressourceudnyttelse i øvrigt. Dette medfører, at det relevante dekommissioneringsscenario vil være et, som tager udgangspunkt i det "Risø-Scenario 1", der er skitseret i Figur 3.1. Udviklingen siden dette scenario blev skit-

seret, har medført, at rækkefølgen af anlæggene vil blive en anden, ligesom en del af de arbejder, der er rubriceret under betegnelsen " Demontering af ydre kredsløb m.v.", allerede er udført.

Som allerede nævnt i [1], forventer Risø/DD, at dekommissioneringen kan gennemføres hurtigere end de 20 år. Risø Dekommissionering er i færd med at udarbejde detaljerede tidsplaner for dekommissioneringen under antagelsen, at forløbet vil vare 15-20 år. Disse tidsplaner omfatter en betydelig større grad af parallelitet i dekommissioneringen af de enkelte anlæg, end der fremgår af den oprindelige grove skitse i Figur 3.1. Således vil detailplanlægning af efterfølgende anlæg kunne udføres, mens selve nedrivningen af et anlæg foregår, da det i vid udstrækning vil være forskellige medarbejdere, der vil være involveret i planlægning og nedrivning.

Det må forudses, at det præcise åremål, projektet ender med at vare, vil være afhængig af forhold, som ikke kan forudses i detaljer på nuværende tidspunkt. For eksempel kunne myndighedsbehandlingen af de forskellige delprojekter forløbe hurtigere eller langsommere end forudset, og der kunne opstå uforudsete problemer undervejs.

Det skal endvidere til tidsplanen bemærkes, at dekommissionering af Behandlingsstationen for radioaktivt affald og de tilhørende lagre vil afhænge af tilstedeværelsen af et slutdepot. Specielt dekommissionering af lagrene for radioaktivt affald består hovedsagelig i flytning til slutdepotet. Uanset om et slutdepot forefindes efter afslutningen af dekommissionering af de øvrige anlæg på Risø, skal det i øvrigt overvejes, om der skal bygges et nyt behandlingsanlæg til det radioaktive affald, der kommer fra andre kilder i Danmark. Risøs anlæg vil til den tid nærme sig 60-års alderen og vil i øvrigt næppe være hensigtsmæssigt til de affaldstyper, der forventes andetsteds fra.

Til tidsplanerne kan endvidere bemærkes, at dekommissionering af anlægget til brændselsfabrikation i Teknologihallen kan ske på et hvilket som helst tidspunkt i forløbet; der er tale om en mindre opgave, som kan indpasses, når der er personale til rådighed, og det i øvrigt er hensigtsmæssigt.

4 Planlægning og gennemførelse af dekommissioneringen

Dekommissioneringen af de nukleare anlæg vil blive gennemført i overensstemmelse med såvel internationalt anerkendte rekommandationer som dansk praksis, som det eksempelvis fremgår af Bygherrevejledningen. For at opnå maksimal nytte af indvundne erfaringer, skal anlæg med mindst indhold af radioaktive stoffer dekommissioneres først.

4.1 Projektgennemførelse

Dekommissioneringsprocessen består af en række aktiviteter og faser, som er vist i flowdiagrammet i Bilag 1.

Nedenstående er følgende delelementer nærmere beskrevet under den forudsætning, at eksterne arbejder udbydes i et partneringskoncept, jf. afsnit 7:

- Planlægning/programmering (myndighedsgodkendt projektbeskrivelse)

- Udbud og kontrahering
- Projektforslag
- Projekt og gennemførelse
- Aflevering og gennemførelse af Final Survey

Nedenstående er kort beskrevet indholdet i hver af de nævnte faser med de særlige problemstillinger der knytter sig hertil.

4.1.1 Planlægning/programmering

I henhold til IAEA Safety Guide No. WS-G-2.1, Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors [8] skal der ved dekommissionering gennemføres en tretrins planlægning, der sikrer, at der skabes et tiltagende sikkert grundlag for den endelige gennemførelse af projektet. Trin 1, Initial planning gennemføres i forbindelse med anlæggets etablering og trin 2, Ongoing planning finder sted i anlæggets driftsperiode, mens trin 3, Final planning gennemføres i forbindelse med beslutning om at stoppe anlægget.

For de nukleare anlæg på Risø er hverken trin 1 eller 2 gennemført, mens trin 3 skal gennemføres i forbindelse med dekommissioneringen.

IAEAs Safety Guide indeholder nedenstående præcise anvisning på, hvilke emner "final planning" eller på dansk "Projektbeskrivelse for dekommissionering" skal omfatte.

1. *Beskrivelse af anlæg og omgivelser*
2. *Anlæggets driftshistorie samt evt. fremtidige brug*
3. *Lovgivningsmæssigt grundlag samt gældende myndighedskrav for dekommissioneringen*
4. *Strålingsbeskyttelseskrav ved dekommissioneringen*
5. *Dekommissioneringens hovedopgaver og tidsplan*
6. *Argumentation for den valgte fremgangsmåde ved dekommissioneringen*
7. *Sikkerhedsvurdering og helsefysisk kontrol af arbejds- og omegnsmiljøet*
8. *Omegnsmonitoring*
9. *Erfaring, ressourcer, ansvarsforhold og projektorganisation*
10. *Vurdering af behov for særlige ydelser*
11. *Kvalitetssikringsprogram*
12. *Vurdering af mængde og type og placering af radioaktive materialer*
13. *Affaldshåndtering*
14. *Beskrivelse af teknisk/administrative forhold*
15. *Beskrivelse af måleprogram, udstyr og metoder*
16. *Budget for dekommissioneringsopgaven inkl. affaldsbehandling og lagring*
17. *Metode for gennemførelse af det endelige afsluttende helsefysiske måleprogram*

Projektbeskrivelsen danner grundlag for de nukleare myndigheders godkendelse af dekommissioneringsprojektet.

Det er DDs opfattelse, at udarbejdelsen af en projektbeskrivelse med ovennævnte indhold tilgodeser de krav, der i henhold til Bygherrevejledningen stilles til et byggeprogram, og at der gennem udarbejdelsen heraf vil blive tilvejebragt det planlægningsgrundlag, der er en væsentlig forudsætning for, at projektet kan gennemføres og styres økonomisk og tidsmæssigt.

Et væsentligt element i projektbeskrivelsen er udarbejdelsen af tidsplan og budget. Tidsplan og budget vil blive tilvejebragt i en iterativ proces, hvor der er fokus på de kritiske processer, mandskabsmæssige ressourcer og økonomi. Endvidere skal der tages hensyn til forhold, der

kan medføre nogle tidsmæssige begrænsninger for, hvor hurtigt dekommissioneringen kan gennemføres; eksempelvis affaldshåndtering og helsefysiske målinger

For at opnå det fulde udbytte af partneringstrategien, jf. afsnit 7, der er baseret på længerevarende samarbejder, og hvor erfaring fra et anlæg så vidt muligt skal overføres til det næste anlæg, skal det allerede i forbindelse med planlægningen nøje overvejes, hvilke parter der inddrages i projektet.

En væsentlig aktivitet i den overordnede planlægningsfase er desuden at få karakteriseret aktivitetsindholdet i de nukleare anlæg, idet både metodik for nedbrydningen og de arbejdsmiljømæssige foranstaltninger vil blive bestemt af den aktuelle aktivitetsfordeling.

Endelig skal der i planlægningsfasen tilvejebringes de projektstyringsværktøjer, eksempelvis en projekthåndbog, der kan sikre, at projektorganisationen, der vil være en dynamisk organisation med medarbejdere, der såvel i antal som i kompetencer vil ændre sig hen gennem forløbet, kan fungere og styres.

4.1.2 Udbud og kontrahering

Projektbeskrivelsen indeholder et afsnit om, hvilke opgaver der skal gennemføres med ekstern bistand. For at opnå det fulde udbytte af partneringkonceptet er det af stor betydning, at parterne bringes sammen så tidligt som muligt i forløbet, og for de væsentligste opgaver vil udbud derfor blive gennemført på grundlag af projektbeskrivelsen, suppleret med kommercielle bestemmelser og konkurrencebetingelser.

Med henblik på at sikre at tilbudsgiverne er kvalificerede til den pågældende opgave vil der som hovedregel blive anvendt begrænset udbud; dvs. at der gennemføres en prækvalifikationsrunde hvor igennem interesserede firmaer skal dokumentere deres generelle økonomiske og tekniske formåen. På baggrund heraf udpeger DD de firmaer, der skal give tilbud på opgaven.

Parallelt med prækvalifikationsfasen udarbejdes de kommercielle betingelser og konkurrencebetingelserne. De kommercielle betingelser vil bestå af en samarbejdsaftale, som alle involverede parter underskriver. Herunder vil der blive indgået selvstændige rådgiver- og entrepriseraftaler, baseret på ABR89, henholdsvis AB92. Hverken ABR89 eller AB92 er udformet med henblik på partnering, men det har i praksis vist sig ikke at udgøre noget problem, når de læses i sammenhæng med samarbejdsaftalen. Det kan dog blive nødvendigt at tilpasse enkelte bestemmelser i standarddokumenterne til samarbejdsaftalen.

I partneringaftaler indgår der ofte incitamenter, der skal anspore parterne til at yde det optimale. Incitamenter er som regel af økonomisk karakter, eksempelvis udbetaling af en bonus, hvis arbejdet er afsluttet før det aftalte tidspunkt. For dette projekt kan der være et incitament i opbygning af en kompetence, der kan anvendes i forbindelse med tilsvarende projekter i udlandet.

Det skal nøje overvejes, hvorledes sådanne incitamenter kan indbygges i samarbejdsaftalen. Incitamenter skal under alle omstændigheder have en sådan udformning, at de sikrer overholdelsen af de sikkerhedsbestemmelser, der er gældende for projektet.

I henhold til udbudsdirektiverne kan tildeling af en kontrakt ske enten ved udpegning af tilbudet med den laveste pris eller det økonomisk mest fordelagtige bud. For projektet vil tildelingskriteriet naturligvis være økonomisk mest fordelagtige bud, men det skal afgøres hvilke

delkriterier der skal indgå. Her er der særlige forhold omkring prisen, idet der jo ikke kan indhentes en fast pris, da projektet ikke er kendt. Altså må der udtænkes nogle andre prisparametre, som der bl.a. kan konkurreres på, eksempelvis timepris eller forventet dækningsbidrag. Som eksempler på andre elementer, der kan anvendes som tildelingskriterier, kan nævnes:

- Kompetence hos de medarbejdere, der skal deltage i opgaveløsningen
- Redegørelse for organisering af byggesagen
- Forslag til håndtering af "åben økonomi"
- Redegørelse for kvalitetsstyring og miljøledelse i projektet.

4.1.3 Projektforslag

Når samarbejdspartnerne er valgt, skal partnerskabet etableres. Det er afgørende i denne fase at udarbejde fælles mål for projektet, som tager højde for, synliggør og tilgodeser de enkelte partners mål og interesser. Dette er særligt vigtigt i forbindelse med dette projekt, hvor DD selv kan stå for en del projekteringen og udførelsen, og der derfor vil være en anden rollefordeling og kultur, som kan give anledning til misforståelser.

Som start på partnerskabet afholdes der en fælles workshop af 1-2 dages varighed, hvor deltagerne får lejlighed til at lære hinanden og projektet at kende. Blandt deltagerne skal være både projektmedarbejdere og repræsentanter for ledelsen fra de enkelte partnere.

I forlængelse af workshopen udarbejder den valgte partneringsgruppe et egentligt projektforslag med et specificeret budget samt tidsplan. Der er tale om en udfyldning og detaljering af udbudsmaterialets beskrivelser i form af et egentlig byggeprogram med dispositionsforslag, projektforslag, budget og tidsplan.

DD kan på den baggrund beslutte sig for, om man ønsker at realisere projektet eller ej. Den indgåede samarbejdsaftale skal beskrive betingelserne for og de økonomiske konsekvenser af en afbrydelse.

4.1.4 Projekt og gennemførelse

I denne fase færdiggøres og realiseres det projektforslag, der er udarbejdet i den foregående fase. Det konkrete formål for fasen vil være:

- At realisere de i den foregående fase afdækkede behov
- At levere den forventede kvalitet til aftalt tid og økonomi
- At optimere produkt og proces

Denne fase vil langt hen ad vejen svare til den "almindelige del" af byggeprojektet, hvor de konkrete planer realiseres – men med den væsentlige forskel, at realiseringen foregår i et partnerskab.

4.1.5 Aflevering og gennemførelse af Final Survey

Når projektet er realiseret, gennemføres der i forhold til de eksterne rådgivere og entreprenører en sædvanlig afleveringsforretning i henhold til AB92.

Overfor myndighederne gennemføres der en Final Survey Final Survey danner grundlag for, at de nukleare myndigheder kan frigive området til ubegrænset brug ("green field").

4.2 Metoder til bestemmelse af aktivitetsindhold i de nukleare anlæg

Det er vigtigt at kunne karakterisere aktivitetsindholdet i de nukleare anlæg inden dekommissioneringen påbegyndes af hensyn til både arbejdsmiljømæssige og affaldsmæssige forhold. En detaljeret dokumentation af restaktiviteten i bygninger og på omgivende arealer, efter dekommissioneringen er gennemført, er en forudsætning for, at disse bygninger og arealer kan frigives uden betingelser.

Aktiviteten i de nukleare anlæg - fordelt på γ -emittere og placering i de forskellige konstruktionsdele i anlægget - skal kendes med en relativ stor nøjagtighed for at kunne beregne de strålingsfelter, der vil forekomme under forskellige måder at nedbryde anlægget på. Strålingsfelter kan beregnes ved hjælp af Monte Carlo modeller, der som input skal have geometri og aktivitetsindhold for den eller de komponenter, der skal håndteres. Det vil af de beregnede strålingsfelter fremgå, om operationerne kan udføres uafskærmet, om der skal anvendes afskærmning under nedbrydningsoperationerne og ved de efterfølgende opskæringer af komponenterne (skærebassin el. lign.), og om der evt. skal anvendes fjernbetjent udstyr.

De beregnede strålingsfelter er således bestemmende for, hvorledes de enkelte dele af et nukleart anlæg kan fjernes, neddeles og placeres i beholdere til radioaktivt affald, idet strålingsniveauerne udgør grundlaget for at kunne estimere eksponeringen af personalet under dekommissioneringen.

Aktivitetsindholdene – specielt et højt indhold af γ -emittere (i praksis ^{60}Co) – har også betydning for hvordan det radioaktive affald kan placeres i standardaffaldsbeholdere, om ekstra afskærmning er nødvendig o.l. Aktivitetsindholdet i affaldet hvad angår langlivede radioisotoper skal imidlertid også dokumenteres af hensyn til den senere slutdeponering af affaldet.

Restaktiviteten i bygninger og på landområder efter gennemførelsen af dekommissioneringen af de nukleare anlæg skal også kendes med relativ stor nøjagtighed, således at det kan dokumenteres over for de nukleare tilsynsmyndigheder, at bygninger og områder kan frigøres til andre formål uden restriktioner.

Måling af aktivitet i nukleare anlæg før, under og efter dekommissionering kan således have forskellige formål:

- Planlægning og efterfølgende sikker gennemførelse af dekommissionering (væsentlig γ -stråling samt kontamination af overflader og i evt. støv)
- Praktisk affaldshåndtering (γ -stråling under pakning og fra producerede affaldsenheder)
- Affaldsdokumentation (indhold af langlivede isotoper i affaldsenhederne)
- Affaldssortering samt frigivelse (overholdelse af frigivelseskriterier, lave aktivitetsniveauer)
- Frigivelse af bygninger og områder (overholdelse af frigivelseskriterier, lave aktivitetsniveauer)

De forskellige formål stiller forskellige krav til målemetode og målenøjagtighed. Gennemførelse af målingerne må nødvendigvis være et kompromis mellem praktiske muligheder for

måling (interferens, tilgængelighed af prøver, måleudstyr), udgifter og tidsforbrug til målingerne, samt den ønskede/nødvendige detaljeringsgrad for den opnåede information.

Processen må have en iterativ karakter hvor forskellige målinger og beregninger supplerer og underbygger hinanden. Procedurer for sammenkædning af information skal udvikles.

4.2.1 Målemetoder

To principielt forskellige målemetoder kan anvendes til bestemmelse af aktivitetsindhold:

- Analyser af udtagne prøver fra komponenter eller større konstruktioner (Prøveanalyse).
- Måling af strålingsniveauer, med strålingsdetektorer eller ved γ -spektrometri med eller uden brug af kollimator (Strålingsanalyse).

Til prøveanalyse udtages en række prøver fra konstruktionen eller fra enkeltkomponenter efter nedtagning. De praktiske muligheder for prøvetagning vil være stærkt varierende og procedurer for prøvetagning skal planlægges nøje. Prøverne analyseres i laboratoriet ved γ -spektrometri eller – efter opløsning – ved radiokemisk oparbejdning fulgt af α - og β -analyser og evt. kemisk bestemmelse af grundstofsammensætning til brug for aktiveringsberegninger. Målenøjagtigheden er god, men analyserne kan være tidskrævende og dermed dyre. Ved inhomogen fordeling kan kortlægning af aktiviteten kræve analyse af et betydeligt antal prøver. Beregning af totalaktivitet i komponenter og konstruktioner bør derfor baseres på en kombination af strålingsmålinger og analyse af et begrænset antal valgte prøver.

Ved strålingsanalyse måles primært γ -strålingen fra en nedtaget komponent eller – mere problematisk og svært fortolkeligt – strålingen omkring eller inden i tilgængelige hulheder i en nuklear konstruktion. Et eksempel er måling af strålingsniveauer i en tømt reaktortank o.l. (Udført f.eks. i DR 2 og med begrænset udbytte i DR 3 p.g.a. meget højt strålingsniveau).

Målingerne er svært fortolkelige idet det i en kompliceret geometri er vanskeligt at skille bidragene fra forskellige komponenter fra hinanden. Strålingen fra enkelte meget 'høje' komponenter vil ofte dominere og gøre måling af bidrag fra mindre aktive dele meget usikker. Noget kan muligvis opnås ved delvis afskærmning af detektoren.

Måling af gennemtrængende γ -stråling er et udtryk for områdets totalaktivitet med begrænset indflydelse fra inhomogen fordeling og selvafskærmning. Strålingsanalyse (i form af γ -spektrometri på komponenter i et område med lav baggrund) vil være det primære værktøj ved frigivelsesmålinger.

4.2.2 Beregningsmetoder

Indholdet af neutroninduceret aktivitet i de forskellige indre komponenter i de tre reaktorer kan bestemmes ved hjælp af neutronaktiveringsberegninger. Hertil kræves to væsentlige input, nemlig (1) den samlede neutronfluence, dens rumlige og tidslige fordeling og dens energifordeling og (2) grundstofsammensætningen og urenhedskoncentrationen på ppm-niveau i de enkelte komponenter samt homogeniteten af både grundstofsammensætning og urenhedskoncentration. Sidstnævnte må ofte baseres på prøvetagning og efterfølgende massespektrometriske analyser, da alle de nødvendige materialeoplysninger ikke fremgår af de tekniske dokumenter fra reaktorleverandøren.

Resultaterne af neutronaktiveringsberegningerne skal sammenlignes med de målte aktivitetskoncentrationer baseret på prøve- og strålingsanalysen, og der skal være en rimelig overensstemmelse, før de beregnede aktivitetsniveauer kan anvendes i det videre planlægningsarbejde af dekommissioneringsoperationer.

4.2.3 Usikkerhed på aktivitetsbestemmelser

Der er væsentlige usikkerheder på aktivitetsbestemmelser på grundlag af de tre ovennævnte metoder. Disse usikkerheder er kort gennemgået i det efterfølgende.

Prøveanalyser

En nuklidspecifik aktivitetsbestemmelse i udtagne prøver fra en reaktorkomponent kan foretages med en meget lille usikkerhed ved hjælp af γ -spektrometriske analyser. Da det totale aktivitetsindhold i komponenten skal baseres på målte aktivitetskoncentrationer i udtagne prøver, vil den væsentligste usikkerhed være forbundet med aktivitetsfordelingen i komponenten. Denne usikkerhed kan i en vis udstrækning estimeres på grundlag af variationen mellem de enkelte måleresultater, eventuelt suppleret med aktiveringsberegninger, når der er tale om neutroninduceret aktivitet. Et tilpas stort antal prøver vil kunne reducere usikkerheden væsentligt, men på bekostning af tidskrævende prøvetagninger og laboratorieanalyser.

Strålingsanalyser

Aktivitetsbestemmelser på grundlag af strålingsfeltmålinger i forskellige punkter med efterfølgende beregninger er meget usikre, dels fordi sammensætningen af radionuklider i komponenten ikke (nødvendigvis) kendes på forhånd, og dels fordi "fremmede" strålingsfelter fra nabokomponenter vil give et forstyrrende signal, der alt andet lige vil give et overvurderet estimat af aktivitetsindholdet i komponenten. Sammensætningen af radionuklider kan imidlertid estimeres ved analyser af udtagne prøver som beskrevet ovenfor, og derved kan usikkerheden reduceres væsentligt. For komponenter med en tykkelse, for hvilke selvabsorption af γ -strålingen er af mindre betydning, vil en inhomogen fordelt aktivitet betyde en mindre usikkerhed på aktivitetsbestemmelsen end ved prøveanalysen. Dette skyldes, at strålingsfeltmålingen i sig selv vil give en vis midling af en inhomogent fordelt aktivitet. Den største usikkerhed er dog strålingsbidraget fra andre komponenter end den betragtede.

Beregningsmetoder

Usikkerheden på beregninger af neutroninduceret aktivitet i reaktorkomponenter skyldes hovedsageligt usikkerheden på den samlede neutronbestråling og usikkerheden på koncentrationen af urenheder i komponenterne. For at reducere beregningsusikkerheden er det nødvendigt at måle grundstofsammensætningen i udtagne prøver fra komponenten som input til aktiveringsberegningerne for komponenten som helhed. Usikkerheden kan yderligere reduceres ved "kalibrering" af beregningsresultater ved hjælp af direkte målte aktivitetskoncentrationer.

Inden "hotte" komponenter skal fjernes fra de nukleare anlæg, skal aktivitetsindholdet være kendt med en tilpas lille usikkerhed. Dette kan opnås ved at kombinere tre metoder for aktivitetsbestemmelse i en iterativ proces.

4.3 Rækkefølge for nedbrydning af de nukleare anlæg

Nedbrydningen af de nukleare anlæg vil blive foretaget sekventielt eller delvis parallelt. Denne metodik er valgt ud fra to hensyn. Dels en hensigtsmæssig harmonisk udnyttelse af eksisterende personale ressourcer kombineret med rekruttering og uddannelse af nyt personale,

og dels et harmonisk flow af materialer fra dekommissioneringsprocessen til dekontaminering, mellemlagring eller friklassificering. Hvis man alternativt planlagde med parallel nedbrydning af flere nukleare anlæg ville det give store problemer med forsvarlig uddannelse af nødvendigt nyt personale, og dermed dårlig ressourceudnyttelse, samtidig med at det ville være nødvendigt med meget store investeringer (overinvestering) i målelaboratorier og udstyr for at kunne håndtere det store materialeflow fra flere anlæg under samtidig nedbrydning.

Rækkefølgen for nedbrydningen af anlæggene vil med disse forudsætninger være:

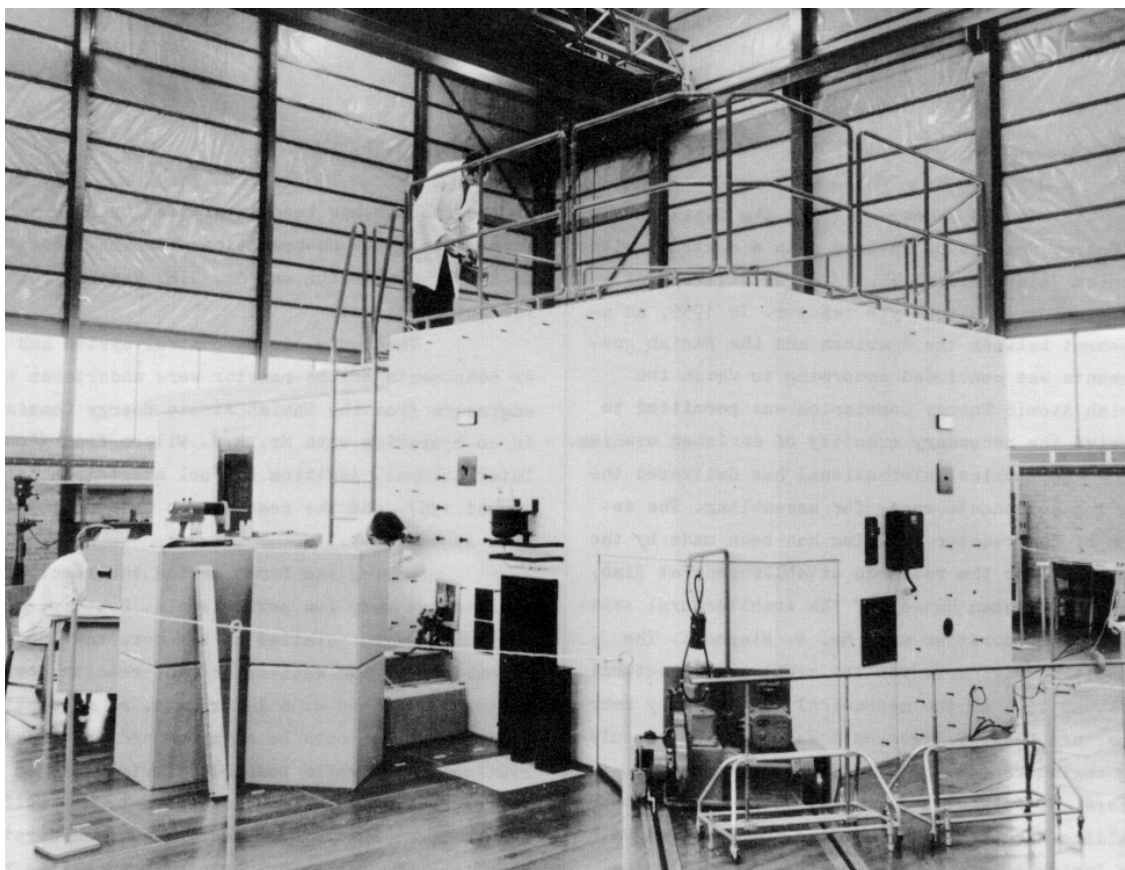
- Reaktor DR 1
- Reaktor DR 2
- Teknologihallen (denne facilitet er en forholdsvis lille opgave, som kan placeres ret frit i den overordnede tidsplan, under hensyntagen til dekommissioneringsressourcer og hvornår, det er hensigtsmæssigt for hallens brugere at få dekommissioneringen udført)
- Hot Cell anlægget
- Reaktor DR 3
- Behandlingsstationen

I de indre konstruktionsdele af DR 3 er strålingsniveauet så højt og henfaldstiden så lang at der under alle omstændigheder skal anvendes fjernbetjent udstyr til adskillelsen. Tilsvarende forhold gælder for Hot Cell anlægget, der hovedsageligt indeholder langlivede radionuklider.

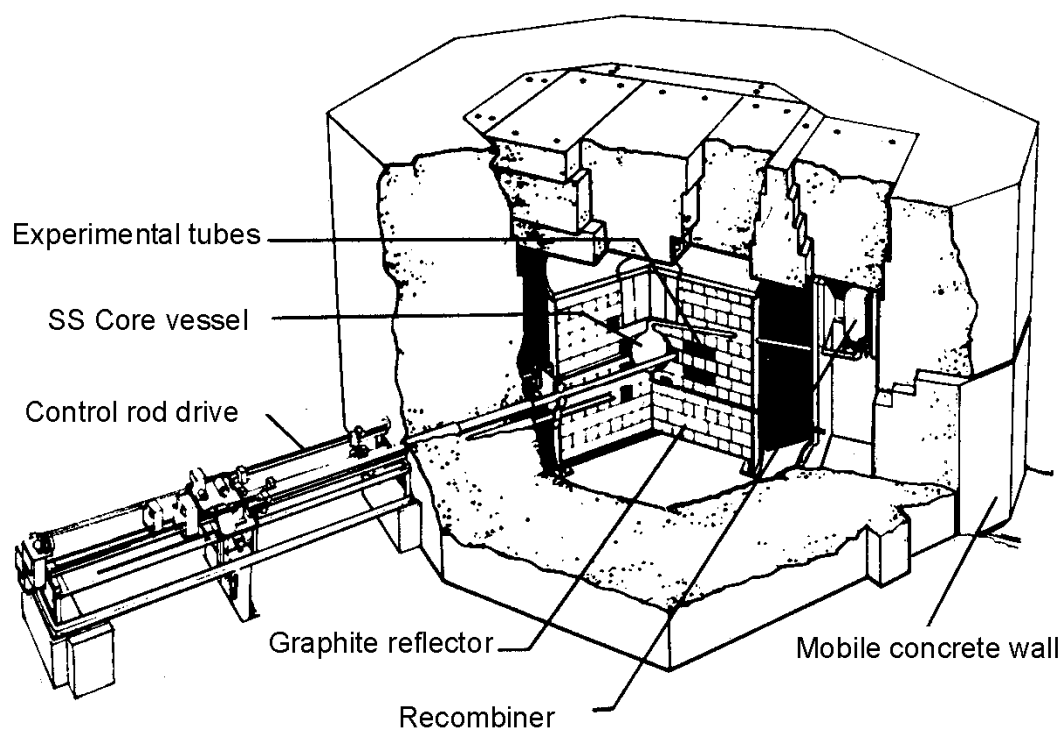
4.4 Dekommissionering af DR 1

DR 1 (Dansk Reaktor nr.1) er en termisk homogen forsøgsreaktor med en max. effekt på 2000 Watt. Reaktoren blev leveret af firmaet Atomics International i USA og blev taget i brug i august 1957. Reaktoren er den mindste af Risøs tre reaktorer, hvorfor det er hensigtsmæssigt at starte dekommissioneringen her, med henblik på at nyttiggøre erfaringerne herfra ved dekommissioneringen af de større anlæg.

Reaktoranlæggets udseende og indretning er vist i nedenstående figurer



Figur 4.1 Reaktor DR 1



Figur 4.2 Snittegning af DR 1

De væsentligste opgaver i forbindelse med dekommissioneringen af reaktoranlægget vil være følgende:

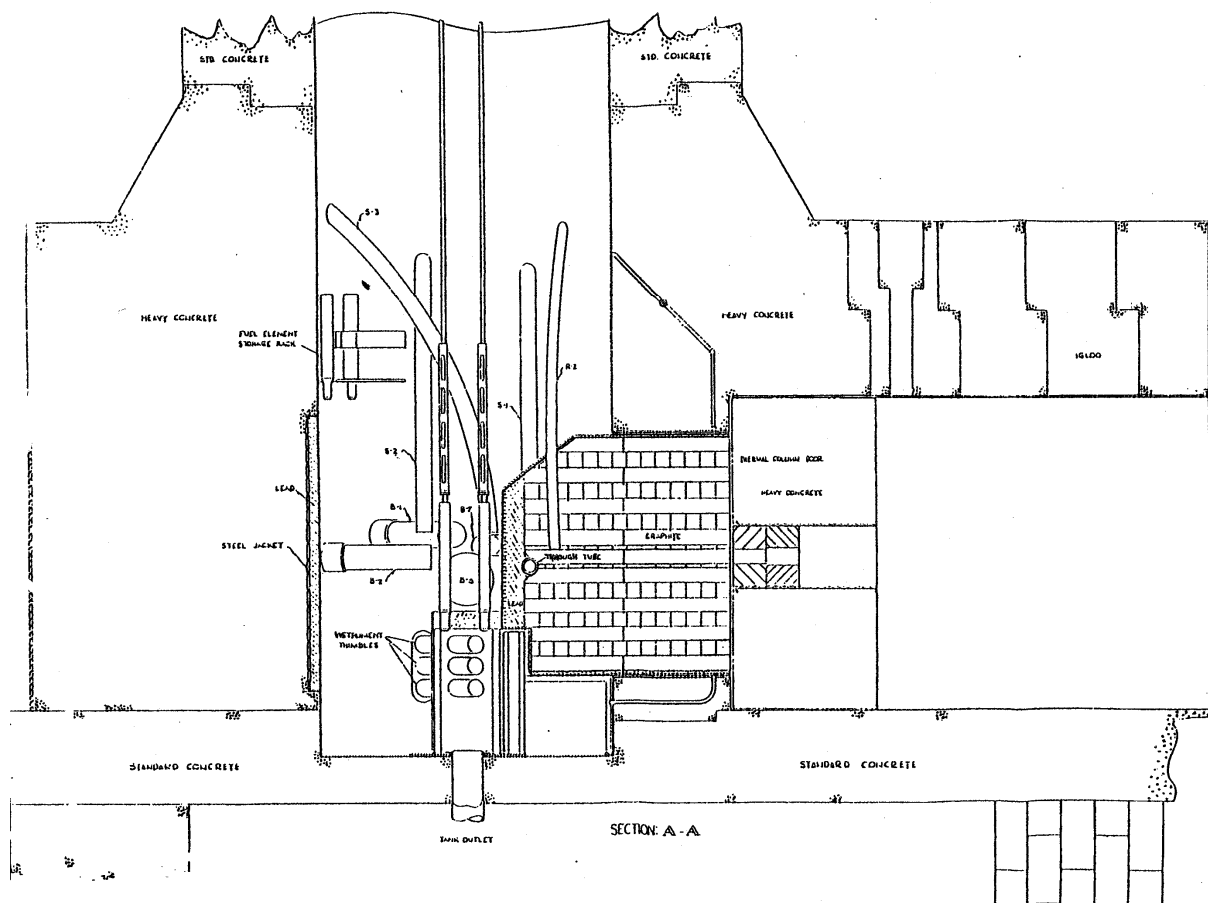
- Aftapning af kerneopløsningen (Uranylsulfat i vandig opløsning) til blyafskærmede rustfri stålbeholdere.
- Midlertidig lagring af stålbeholdere med kerneopløsningen.
- Dekontaminering af reaktorens primære kølesystem.
- Ansøgning hos de nukleare myndigheder om godkendelse af beskrivelse af dekommissioneringsprojekt.
- Karakterisering af reaktorblok for så vidt angår aktivitetsindhold
- Demontering af rekombinersystem
- Demontering af kontrol og sikkerhedsstænger
- Frilægning af reflektortank med reaktortank. Enheden løftes op af reaktorblokken og anbringes i reaktor hallen for videre adskillelse.
- Demontering af øvrige dele af primærsystemet inklusive fissionsgassystemet.
- Demontering af kølesystemer, argonsuger, elektriske forsynings- og styresystemer for friklassificering.
- Dekontaminering af reaktor- og rekombiner hulrum.
- Nedbrydning af reaktorblok (biologiske betonafskærmning).
- Afhængig af beslutning om evt. videre anvendelse af reaktorbygningen, afbrydelse af el-, vand og luftforsyninger til reaktorbygningen og nedrivning.
- Final survey og frigivelse af DR 1 området.

En detaljeret projektbeskrivelse for dekommissioneringen af DR 1 er under udarbejdelse af Risø Dekommissionering. Beskrivelsen følger dispositionen foreslået af IAEA [8].

4.5 Dekommissionering af DR 2

DR 2 var en letvandskølet og letvandsmodereret heterogen forsøgsreaktor af tanktypen med en termisk effekt på 5 MW. Der anvendtes højt beriget uran. DR 2 blev sat i drift i december 1958, og blev endeligt nedlukket i 1975. Nu i år 2002 har reaktorens radioaktive dele således været under henfald i 27 år.

I oktober 1997 blev igangsat et projekt til bestemmelse og dokumentation af restaktiviteten i DR 2. Dette projekt er netop afsluttet, og danner således et solidt grundlag for den radioaktive karakterisering af anlægget, som én af de væsentlige aktiviteter i forbindelse med dekommissioneringen.



Figur 4.3 Lodret snittegning af DR 2.

Reaktoranlægget, hvorefter en skitse er vist på Figur 4.3, kan opdeles i følgende systemer:

- Reaktorblokken, indeholdende reaktortank med biologisk afskærmning, termisk kolonne samt "igloo" (hulrum til anvendelse for reaktorfysiske eksperimenter).
- Henfaldstank (for henfald af kortlivet ^{16}N -aktivitet i kølevandet, mens reaktoren var i drift) med diverse rørforbindelser
- Driftskælder indeholdende varmevekslere pumper, ionbyttere mm.
- Eksperimentkælderen
- Reaktorhal med 15 tons ringkran, el vand og ventilationssystemer
- Vandtankanlæg bestående af 3 tanke på 20 m^3 og 2 tanke på 50 m^3 .

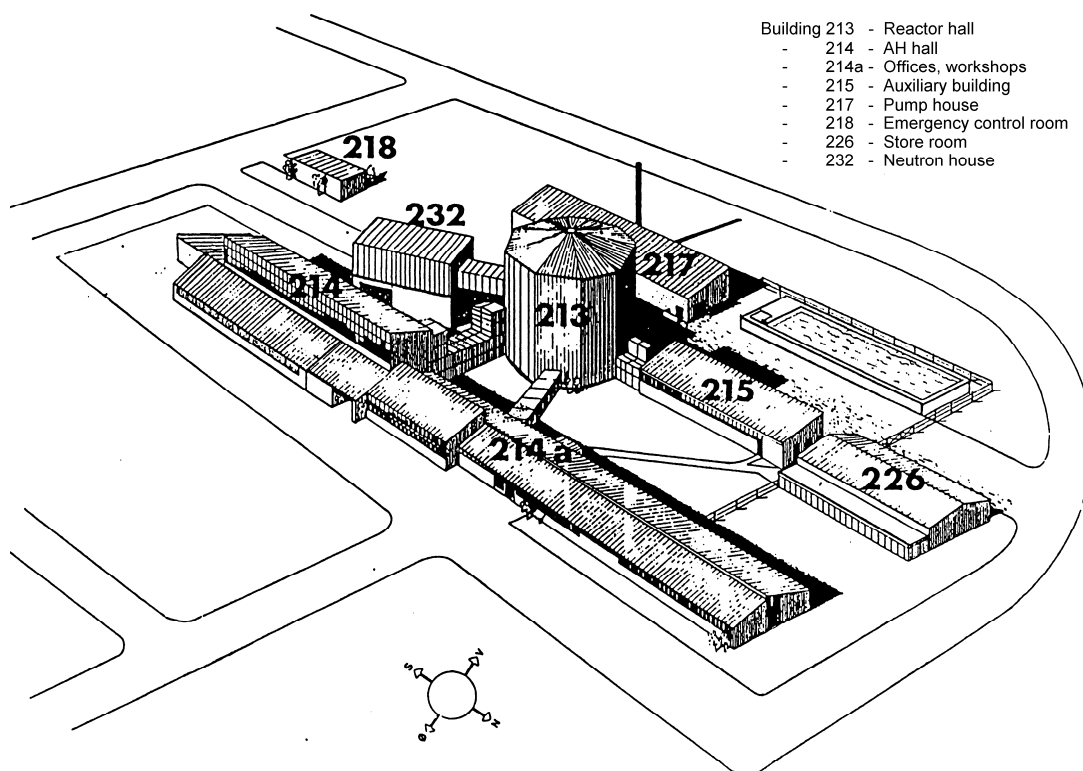
4.6 Dekommissionering af DR 3

DR 3 var en forsøgsreaktor med en termisk effekt på 10 MW, bygget til afprøvning af materialer og nye komponenter til kraftreaktorer. Den er specielt velegnet til afprøvning af nye typer brændselselementer, men er også velegnet til grundvidenskabelige eksperimenter baseret på neutroddiffraktion samt til isotopproduktion. Reaktoren er i vid udstrækning en kopi af de to engelske forsøgsreaktorer henholdsvis Pluto i Harwell nær Oxford og DMTR i Dounreay, Skotland.

DR 3 blev sat i drift januar 1960 og endeligt nedlukket september 2000. Reaktoren har således været i drift i 40 år, og har nu haft en køletid på 2 år. Dette medfører at DR 3 er det nukleare anlæg på Risø, som indeholder de største aktivitetsmængder som følgelig vil medføre de mest komplicerede og omfattende dekommissioneringsarbejder.

Reaktoranlægget er vist på Figur 4.4 og består af følgende bygninger:

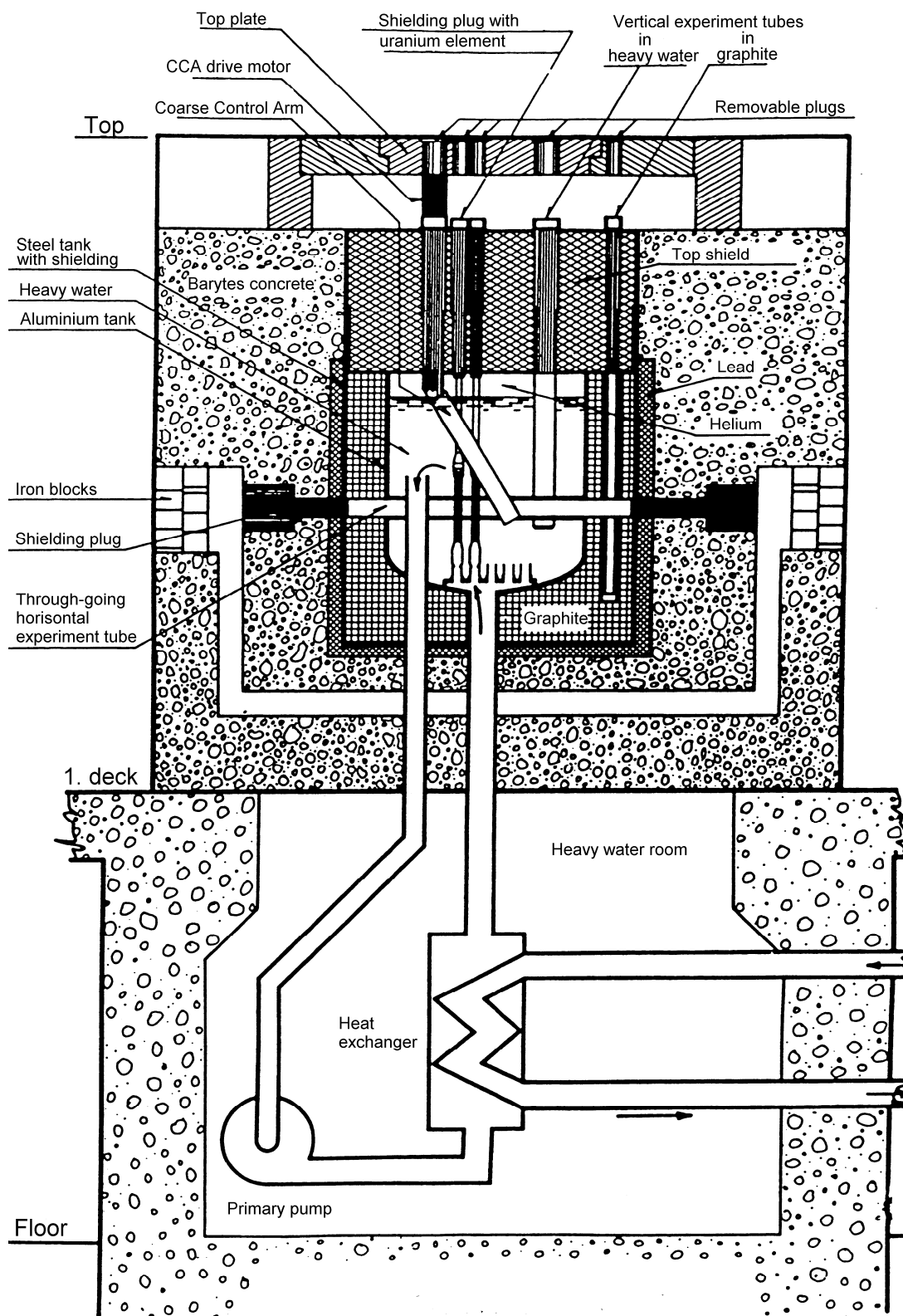
- 213 - Reaktorhal
- 214 - AH-hal (Active Handling hall)
- 214a- Kontor og værkstedsbygning
- 215 - Bygning for elektriske forsyninger og ventilation
- 217 - Ventilationsfilter- og pumpehus
- 218 - Nødkontrolrum
- 226 - Nødbatteri og lagerbygning
- 232 - Neutronhus



Figur 4.4 DR 3 og omliggende hjælpebygninger

Selve reaktoren er vist på Figur 4.5. De centrale systemer, nærmest reaktorkernen, som har været direkte udsat for neutronaktivering, er så radioaktive, at de skal demonteres med fjernbetjente værktøjer selv efter 10 til 50 års køletid. Følgende systemer indeholder de største aktivitetsmængder:

- Reaktortank og øvrige primære kølesystem med varmevekslere og primære tungtvandspumper
- Reaktorens grafitmoderator
- Ståltank med blykappe
- Biologisk afskærmning af barytbeton
- Neutronabsorbere



Figur 4.5 Snittegning, som viser princippet i DR 3

De i det følgende nævnte systemer har ikke været direkte udsat for neutronaktivering, men kan være kontamineret som følge af stofudveksling med det primære reaktorkredsløb:

- Sekundære kølesystem inklusive fjordvandskølesystemet
- Blykappe kølesystemet
- Eksperiment- og rig kølesystemer
- Reaktorens sikkerheds- og reguleringssystemer (undtaget selve neutronabsorberne, som er med på listen over aktiverede komponenter)
- Nødkølesystemer
- Helium og kuldioxid dækgas systemer
- Elektriske normalforsyningssystemer og nødstrømsforsyninger
- Fysik forsøg og isotop faciliteter med tilhørende forsyningssystemer
- Brændselement transportflasker og viewing-boxe
- Intern brændselement- og rig lagerblok

Af radioaktivt kontamineret systemer kommer hertil i AH- hallen uden for reaktorhallen følgende faciliteter:

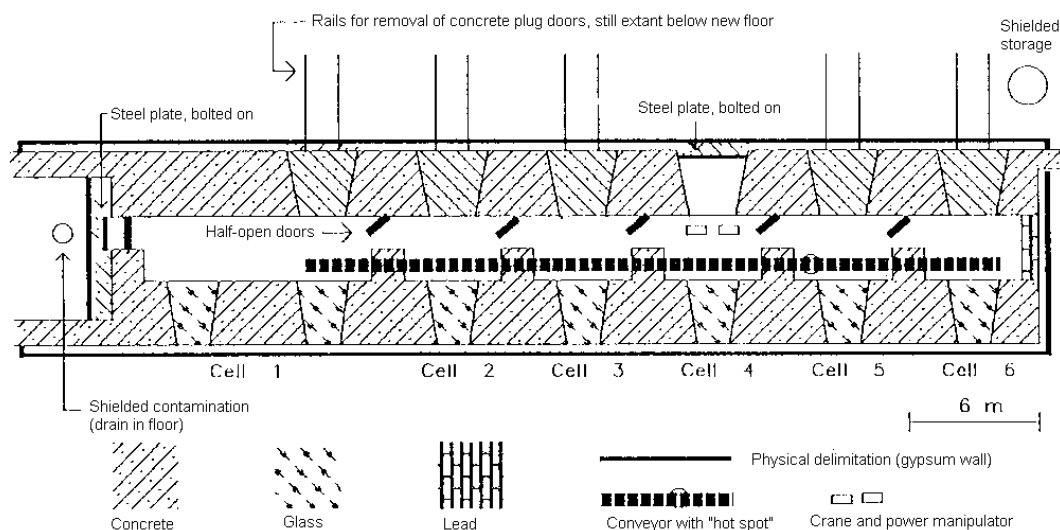
- Ekstern lager blok
- Vandret lager blok
- Mellemlager for brændselementrør
- Skærebassin for brændselementer

4.7 Dekommissionering af Hot Cell anlægget

Hot Cell anlægget var i drift i perioden 1964-1989. De seks beton celler blev anvendt til efterbestrålingsundersøgelser af kraftreaktor brændselsstave, som var blevet bestrålet i DR 3 eller Halden reaktoren under fysiske betingelser, som i kraftreaktorer. Endvidere har der været undersøgt brændselsstave fra kraftreaktorer inklusive plutoniumberigede brændselsstave. Der er blevet undersøgt HTGR-brændselsstave fra den engelske Dragon reaktor. Diverse former for destruktiv og ikke destruktiv undersøgelse samt kemiske analyser er blevet gennemført i cellerne. Der er endvidere produceret diverse kilder til radioterapeutiske formål fortrinsvis ^{60}Co kilder fra kobolt bestrålet i DR 3.

De seks betonceller er efter en delvis dekontaminering blevet forseglet og indesluttet bag gipsvægge i Hot Cell bygningen som nu anvendes til andre ikke-nukleare forsøgsformål.

Betoncellerækken er vist på Figur 4.6.



Figur 4.6 Vandret snit gennem betoncellerækken i Hot Cells

I 1990 blev et dekontaminerings projekt påbegyndt, med det formål at bringe beton cellerækken til trin 2 som defineret for reaktorer af International Atomic Energy Agency (IAEA). Betoncellerne blev tømt for fissilt materiale, videnskabeligt udstyr, værktøjer, affald fra eksperimenter etc. Derefter blev cellerne aftørret med de installerede fjernbetjeningsværktøjer, hot spots blev fjernet ved mekaniske metoder og støvsugning. De indre overflader i to celler blev dekontamineret ved højtryksspuling med vand. Alle de installerede fjernbetjeningsværktøjer (master-slave manipulatorer) og en del af det kontaminerede ventilationssystem for cellerne blev fjernet, og cellerne efterladt i en ikke ventileret tilstand med forbindelse til atmosfæren gennem et absolutfilter. Dekontamineringsprojektet blev afsluttet i 1994.

Herefter blev cellerne forseglet og gipsvægge blev opført omkring cellerækken. Hot Cell bygningen anvende nu til laboratorier og kontorer for andre forskningsformål. Når den forseglede cellerække skal dekommissioneres må det påregnes at store dele af bygningen evt. hele bygningen må rømmes på grund af strålingsrisiko og andre gener fra dekommissioneringsaktiviteterne.

Under dekontamineringsprojektet blev der udarbejdet og arkiveret dokumentation for det udførte rensningsarbejde, ligesom dokumentation vedrørende konstruktion og indretning af Hot Cell anlægget er blevet arkiveret, til anvendelse under planlægningen af den egentlige dekommissionering.

4.8 Dekommissionering af Teknologihallen

Teknologihallen har gennem årene været anvendt til fabrikation af brændselelementer til reaktor DR 3. Indtil 1988 var produktionen baseret på højt beriget metallisk Uran (93 % ^{235}U) og siden på lavt beriget Uransilicid (mindre end 20 % ^{235}U).

Selve arbejdet med nedbrydning og fjernelse af kontaminerede installationer forventes ikke særligt omfattende, men det må påregnes, at der skal gennemføres et minutiøst kontaminations måleprogram (survey) over hele Teknologihallen for at dokumentere, at der ikke findes tilbageværende kontamination.

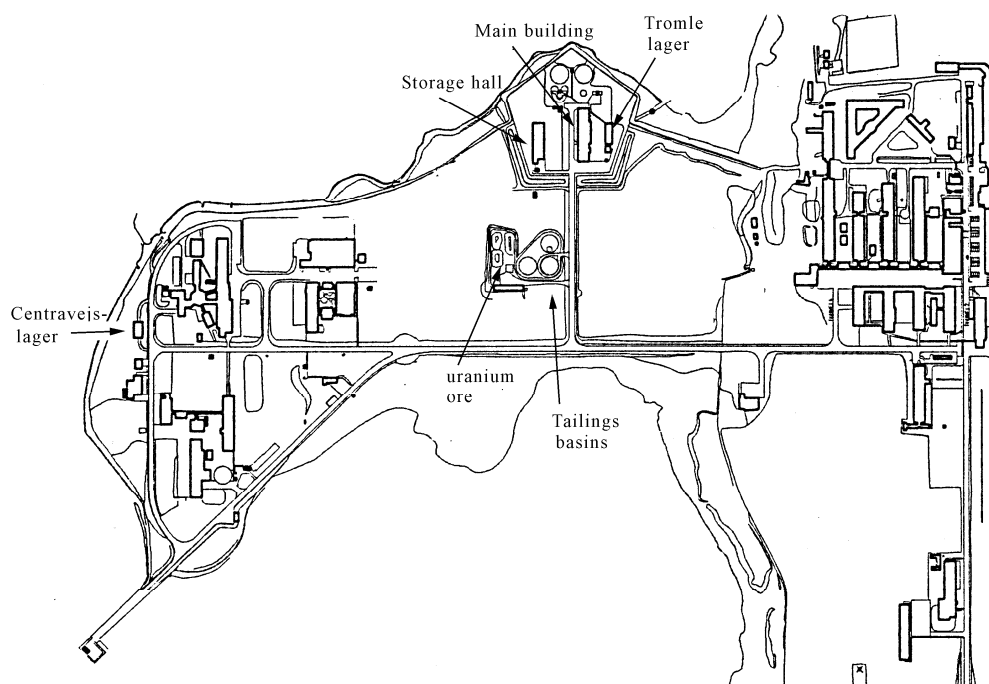
Til installationerne i forbindelse med Teknologihallen hører et aktivt afløbssystem med tilhørende aktive opsamlingstanke placeret under jorden nord for Teknologihallen. Også dette system skal fjernes i forbindelse med dekommissioneringen.

4.9 Dekommissionering af Behandlingsstationen

Behandlingsstationen har til opgave at indsamle og behandle radioaktivt affald fra de nukleare anlæg på Risø og fra hele Danmark i øvrigt.

Under dekommissioneringsperioden for de øvrige nukleare anlæg vil Behandlingsstationen få en væsentligt forøget arbejdsopgave i forhold til den forgangne periode med normal drift af anlæggene.

Efter dekommissionering af de nukleare anlæg vil der fortsat være behov for et anlæg, der kan behandle og konditionere radioaktivt affald fra anvendelsen af radioaktive isotoper indenfor medicin, industri og forskning i Danmark. Et sådant anlæg kan naturligvis placeres på andre steder end Risø.



Figur 4.7 Behandlingsstationen for radioaktivt affald og tilhørende lagre

Placeringen af Behandlingsstationen og de tilhørende lagre er vist på Figur 4.7. Der er tale om følgende anlæg:

- Hovedbygningen 211, indeholdende destillationsanlæg for spildevand, vaskeri, dekontamineringsrum, laboratorier, kontorer og udenfor bygningen et rensningsanlæg for ikke-radioaktivt spildevand.

- Tromlelageret 212, indeholdende sorterings og kompakterings udstyr, betonstøbeudstyr og et afskærmet lagerområde for ca. 80 tromler med mellemaktivt affald.
- Lagerhal for lavaktivt affald 244, indeholdende en lagerkapacitet på op til 5500 tromler. For tiden oplagres ca. 4800 tromler fra Risøs aktiviteter i de forgangne 40 år.
- Centralvejslageret 231, indeholdende en underjordisk beton lagerblok med huller og kældre til 195 tromler, 90 mindre rustfri stålcontainere med affald med højt strålingsniveau, 15 huller for specialcontainere f.eks. kontrolstænger fra DR 3 og 3 større gruber for forskelligt irregulært udformet udstyr med alfa-kontamination.
- Området ved Tailingsbassinerne vest for vejen der leder frem til Behandlingsstationen, indeholdende to bassiner med ca. 1130 t uran tailings fra det tidligere uranudvindings projekt. Endvidere et tredje "tomt" vandfyldt bassin, tre bunker med resterende malm fra det grønlandske Kvanefjeld, samt underjordiske tanke for opsamling af overskuds regnvand fra bassinerne.
- Syv tankkældre hvoraf fire i forbindelse med de nukleare anlæg, og to i forbindelse med laboratorier på landdelen af Risø. Desuden to tanke for lavaktivt radioaktivt spildevand, og to tanke for kølevand.

Tanksystemerne under Behandlingsstationen samt de tanksystemer, der er knyttet til de nukleare anlæg, skal fortsat holdes i drift, da de skal anvendes under dekommissioneringsarbejderne.

4.10 Dekommissionering af Behandlingsstationens lagre samt faciliteter til dekommissionering

Alt radioaktivt affald fra Danmark og herunder fra Risø er oplagret på mellemlagre. En dekommissionering af disse mellemlagre vil primært bestå i en yderligere indpakning af de eksisterende jern/beton affaldstromler i betonbeholdere med henblik på, at de sidstnævnte kan lagres endeligt i et kommende slutdepot.

De faciliteter, der har været anvendt i forbindelse med dekommissionering, fx dem, der omtales i kapitel 10, skal dekommissioneres efter endt brug. Mange af disse vil antagelig være blandt det sidste, der dekommissioneres.

5 Sikkerheds-, omegnsmiljø- og arbejdsmiljøaspekter ved dekommissionering

Miljøaspekterne (arbejdsmiljø og ydre miljø) ved et dekommissioneringsprojekt knytter sig altovervejende til den omstændighed, at der skal arbejdes med radioaktive materialer. Disse forhold og de foranstaltninger, der knytter sig hertil, er i vid udstrækning de samme, som gjorde sig gældende under driften af de nukleare anlæg. Da strålingsbeskyttelse er unik for denne type projekter, er emnet behandlet forholdsvis grundigt her.

5.1 Strålingsbeskyttelseskrav ved dekommissionering

Strålingsbeskyttelsesprogrammerne skal sikre, at strålingsbeskyttelsen er optimeret, og at strålingsdoser til personale og befolkning holdes under gældende dosisgrænser. Skønt principperne og målet for strålingsbeskyttelsen principielt er ens under driften og under dekommissioneringen af nukleare anlæg, kan metoder og procedurer være forskellige for disse to faser. Under dekommissioneringen kan der opstå situationer, der vil kræve brug af specialudstyr og iværksættelse af forskellige ikke-rutinemæssige procedurer.

En række grundlæggende krav og kriterier skal fastsættes vedrørende strålingsbeskyttelsen af medarbejdere og omegnsbefolkning under dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø-området. Mange af disse krav og kriterier blev allerede etableret i den periode, hvor de nukleare anlæg var i drift, men nye krav og kriterier kan blive nødvendige i forbindelse med den kommende dekommissionering af anlæggene, herunder kriterier for frigivelse af bygninger, områder og materialer. De væsentligste helsefysiske krav og kriterier, der er nødvendige for at kunne gennemføre en sikker dekommissionering af de nukleare anlæg er vist i det efterfølgende.

Principper og regler for strålingsbeskyttelse

- (1) Der skal være en uafhængig enhed til at varetage strålingsbeskyttelsesopgaver. Enhedens medarbejdere skal være kvalificerede til at udføre strålingsbeskyttelsesopgaver og have bemyndigelse til at yde specifik rådgivning og til at påtale forhold vedrørende strålingsbeskyttelse direkte overfor alle i linieorganisationen samt eksterne personer.
- (2) Bestemmelserne i gældende EU-direktiv om grundlæggende normer for beskyttelse af befolkningens og arbejdstagernes sundhed mod farer, der er forbundet med ioniserende stråling, og Sundhedsstyrelsens bekendtgørelser om strålingsbeskyttelse skal indgå i tilrettelæggelsen af strålingsbeskyttelsen.
- (3) Strålingsbeskyttelsesopgaverne skal klart fremgå af planen for dekommissioneringen af de nukleare anlæg, både i den overordnede og i den detaljerede planlægning.

Helsefysisk arbejds-hygien

- (1) Der skal etableres dosisbindinger for individdoser, under hvilke al strålingsbeskyttelsesoptimering skal foretages. En dosisbinding på omkring 2 mSv/år (undtagelsesvis dog op til 10 mSv/år) fra eksponeringen fra hvert enkelt anlæg og på 5 mSv/år fra eksponeringen fra alle anlæg vil give en tilpas fleksibilitet ved tilrettelæggelse af de forskellige dekommissioneringsoperationer.
- (2) Alle medarbejdere ved de nukleare anlæg og alle, der arbejder i klassificerede strålingsbeskyttelsesområder, skal bære personligt dosimeter, eventuelt supplerende dosimeter.
- (3) Alle medarbejdere ved de nukleare anlæg, der arbejder i klassificerede strålingsbeskyttelsesområder, skal afgive rutinemæssige urinprøver hver måned for bestemmelse af intern dosis samt ekstraordinære urinprøver i forbindelse med operationer, der kan have medført intern eksponering.
- (4) Der skal etableres undersøgelsesniveauer for persondoser med henblik på at kunne identificere og forbedre eventuelle dårligt tilrettelagte procedurer og operationer. Undersøgelsesniveauerne fastsættes til 1 mSv/måned for effektiv dosis, 10 mSv/måned for ekstremitetsdosis og 0.1 mSv/måned for committet effektiv dosis fra indtag af radionuklider.

- (5) Der skal foretages løbende målinger af strålingsniveauer, overfladekontamination og luftkontamination på de nukleare anlæg under dekommissioneringen, og der skal etableres trigger-/alarmniveauer for disse størrelser for iværksættelse af opfølgning.

Udslip af radioaktive stoffer til omgivelserne

- (1) Der skal foretages bestemmelse af udslip af radioaktive stoffer til omgivelserne under dekommissioneringen af de nukleare anlæg, enten direkte ved monitoring af afkastluften eller indirekte ved monitoring af luften i arbejdsområder og efterfølgende beregninger.
- (2) Myndighederne skal etablere udslipsgrænser for hvert af de nukleare anlæg (inklusive Behandlingsstationen, som fortsat skal være i drift) baseret på en dosisbinding til befolkningen på 0.05 mSv/år. Samtidige udslip fra flere anlæg skal respektere en dosisbinding på 0.1 mSv/år.
- (3) Der skal foretages løbende monitoring af strålings- og kontaminationsniveauer i omegnen af de nukleare anlæg, både inden for og uden for Risø-områdets hegn.

Undervisning og efteruddannelse i strålingsbeskyttelse

- (1) Der skal udføres undervisning, træning og efteruddannelse i strålingsbeskyttelse for de personalegrupper, der er involveret i dekommissioneringen af de nukleare anlæg.

Frigivelse af arealer og bygninger

- (1) Myndighederne skal etablere radiologiske kriterier for ophævelse af myndighedskontrollen med anlæg, arealer, udstyr, materialer og affald.
- (2) Der skal foretages målinger og analyser til sikring af, at anlæg, arealer, udstyr, materialer og affald kan frigives uden betingelser.

Radiologiske uheld

- (1) Der skal etableres indgrebsniveauer til brug i uhelds- eller katastrofesituationer for (1) nødsituationer på de nukleare anlæg, der kræver omgående foranstaltninger som at redde liv, at undgå alvorlige personskader eller at undgå en væsentlig eksponering af Risøs medarbejdere og den omkringboende befolkning, og for (2) oprydningssituationer efter uheld på et nukleart anlæg.
- (2) Redning af tilskadekomne personer vil være retfærdiggjort, hvis den effektive dosis til redningsmandskabet så vidt muligt er mindre end 100 mSv. Er der tale om deciderede livreddende operationer, skal man bestræbe sig på at holde den effektive dosis under 500 mSv.
- (3) Ved iværksættelse af uheldsbegrænsende foranstaltninger for at undgå en væsentlig eksponering af befolkningen skal doserne til indsatspersonalet holdes under en effektiv dosis på 100 mSv. Evakuering af bygninger på Risø-området vil være retfærdiggjort ved en effektiv dosishastighed til personer i bygningerne på mere end 0.1 mSv/h.
- (4) Ved oprydning efter et uheld på et nukleart anlæg skal doserne til det involverede personale holdes under de gældende dosisgrænserne for erhvervsmæssigt strålingsudsatte medarbejdere.

I Bilag 2 er der givet en mere detaljeret beskrivelse af relevante dosis- og udslipsgrænser samt de måle- og kontrolaktiviteter, som indgår i strålingsbeskyttelsen af personale og befolkning.

5.2 Konventionelt arbejdsmiljø

Ud over de radiologiske farer vil der optræde konventionelle arbejdsrelaterede risici, som i nogen udstrækning vil ligne de risici, der forekommer under byggeri. I forbindelse med dekommissioneringen af anlæggene vil der forekomme mange arbejdsoperationer med løft af tunge byrder, hvilket indebærer risici for tab af byrden på folk eller løfteskader, hvis løftet sker manuelt. Hertil kommer risikoen for elektricitetsulykker; på udenlandske anlæg har man oplevet sådanne ved demontering af elektrisk udstyr, hvor elforsyningen til udstyret ikke var afbrudt. Et særligt aspekt ved arbejde med radioaktive stoffer vil være risikoen for arbejdsulykker som følge af et forceret arbejdstempo med henblik på at reducere strålingsdosis.

De konventionelle arbejdsrisici kan imødegås ved at fortsætte det eksisterende sikkerhedsarbejde og for byggeprojekter ved udarbejdelse af sikkerheds- og sundhedsplaner, samt med særlig hensyntagen til, at der vil optræde nye typer af arbejdsoperationer, end man hidtil har været vant til på de nukleare anlæg, og at der vil indgå personale fra eksterne entreprenører. I forbindelse med implementering af kvalitetsstyringssystemet vil det blive vurderet om systemet skal udbygges i forhold til standarder for arbejdsmiljø.

Aspektet med det forcerede arbejdstempo bør vies særlig opmærksomhed ved planlægningen og indøvelsen af de enkelte arbejdsoperationer. Arbejdsoperationerne vil blive tilrettelagt således at de involverede medarbejdere ikke ved en enkelt operation kan modtage strålingsdoser, der kommer i nærheden af grænseværdier, og der bør i særlige tilfælde foretages indøvning af arbejdsprocessen ved hjælp af ikke-aktive mock-ups, ligesom det bør sikres, at medarbejderne har den rette forståelse af de mulige risici ved arbejde i områder, hvor der forekommer ioniserende stråling.

5.3 Uhedsberedskaber

Der skal opretholdes et almindeligt internt uhedsberedskab, der kan imødegå uheld med brand og personskaade, og som kan foretage evakuering.

Der skal desuden opretholdes et særligt internt uhedsberedskab, der kan imødegå strålings- og radioaktivitetsheld på de nukleare anlæg og på laboratorier, der arbejder med radioaktive stoffer (det interne helsefysiske beredskab). Hvis uheldet har konsekvenser uden for Risø-området, vil det landsdækkende atomberedskab under Beredskabsstyrelsen blive aktiveret.

5.3.1 Det interne helsefysisk beredskab

Så længe der er behov for det, opretholdes et internt helsefysisk beredskab, herunder de to vagtordninger *Vagthavende helsefysiker* og *Vagthavende helseassistent* samt personale og udstyr for en række operationelle beredskabsenheder. Nogle af enhederne indgår i beredskabet i kraft af, at deres daglige arbejde er det samme, som skal udføres i en uheldssituation. Beredskabet samarbejder med og rådgiver eksterne beredskaber, der alarmeres ved uheld, f.eks. Roskilde Brandvæsen.

Vagthavende helsefysiker

Der opretholdes en vagtordning, som sikrer, at der altid kan mobiliseres en helsefysiker (VHF). Vagthavende helsefysiker har omfattende grundviden om helsefysik og er fortrolig med helsefysiske målinger og vurderinger. Vagthavende helsefysiker kender Risøs nukleare anlægs hovedindretning og funktion og har et godt kendskab til de nukleare anlægs driftsfunktioner samt til den øvrige beredskabsorganisation og dennes funktioner. Inden for ar-

bejdstiden er mobiliseringstiden 5 minutter, og uden for arbejdstiden er den højst 45 minutter. VHF råder over en vagtbil med radio. Personalet i vagtordningen omfatter syv akademiske medarbejdere.

Vagthavende helseassistent

Vagthavende helseassistent (VHA) er på 3-holds døgnvagt på DR 3. Uden for Risøs åbnings-tid (kl. 16 - 08) skal VHA deltage i uheldsbekæmpelse på de nukleare anlæg. VHA har fra sit daglige arbejde erfaring i at udføre helsefysiske målinger og vurderinger. VHA kender alle de nukleare anlægs hovedindretning og funktion og har gennemgået et kompetencegivende kursus i førstehjælp. Personalet i vagtordningen omfatter seks helseassistenter.

Operationelle beredskabsenheder

Det helsefysiske beredskabs operationelle enheder løser i forbindelse med uheldsbekæmpelsen en række opgaver, som omfatter:

- ❑ indsamling af omegnsprøver og målinger i omegnen
- ❑ analyser af indsamlede omegnsprøver
- ❑ personkontrol og -dekontaminering
- ❑ vurdering af måle- og analyseresultater
- ❑ persondosimetri
- ❑ dosisberegninger fra udslip af radioaktive stoffer til omgivelserne

Personalet i de operationelle beredskabsenheder er opført på tilkaldelister.

5.3.2 Det landsdækkende atomberedskab

Det landsdækkende atomberedskab hører under Indenrigsministeriet og varetages af Beredskabsstyrelsen, der har udarbejdet en beredskabsplan for det landsdækkende atomberedskab. Planen fastlægger beredskabets organisation samt de foranstaltninger, som skal kunne iværksættes for at beskytte befolkningen i tilfælde af et nukleart eller radiologisk uheld, hvor befolkningen kan blive udsat for stråling fra radioaktive stoffer. Risø og DD indgår i dette beredskab, både i beredskabsledelsen og i de operationelle beredskabsenheder. I beredskabsplanen, der også omfatter uheld på Risøs nukleare anlæg, er der krav om, at Risø skal kunne varetage følgende opgaver:

- ❑ udsende specialmålehold og rapportere deres måleresultater,
- ❑ indsamle og udmåle udlagte dosimetre,
- ❑ indsamle og måle radiologiske prøver (inkl. filtre),
- ❑ foretage sprednings- og konsekvensberegninger,
- ❑ foretage vurdering af de radioøkologiske prøver, der er indsamlet af Risø selv og/eller andre institutioner, og
- ❑ udføre andre med beredskabsledelsen aftalte opgaver.

Det forventes, at Risø i beredskabssituationer deltager i tilrettelæggelse og gennemførelse af måleprogrammer og kontrolmålinger vedrørende radioaktiv forurening, og at Risø opretholder sin betydelige målekapacitet til analyse af radioaktivitet i miljø- og levnedsmiddelprøver mv., herunder muligheden for at udsende et antal mobile målehold til gennemførelse af specialmålinger.

5.4 Sikkerhedskultur

DD vil arbejde for at opretholde og udbygge den sikkerhedskultur, der har eksisteret i Risø nukleare organisation under driften af anlæggene. Specielt i lyset af, at der i løbet af dekommissioneringsperioden vil komme adskillige nye medarbejdere - såvel ansatte i DD som fra eksterne entreprenører - er det en væsentlig ledelsesopgave at promovere en god sikkerhedskultur.

Det skal sikres, at sikkerhedskulturen når ud til alle involverede i projektet. Målet må være, at medarbejdere på Risø, projektledelse, rådgivere, arbejdere i færd med nedbrydningen osv. alle skal se det som et fælles mål at reducere risikoen. Erfaringer fra f.eks. bygningen Øresundsbroen viser, at det er muligt. Det overvejes derfor, at etablere et formelt sikkerhedsstyringssystem, hvor risici systematisk identificeres og kvantificeres. Herved opnås bl.a. at man i hele procesforløbet ved hvilke risici projektet står over for, hvem der har ansvaret for håndtere dem, har fokus på mulige risikoreducerende foranstaltninger samt har beredskabsplaner klar hvis det går galt.

Sikkerhedskultur er ifølge sagens natur en noget uhåndgribelig størrelse. Der kom særlig interesse for fænomenet efter Chernobyl ulykken, hvor blandt andre IAEA nedsatte en gruppe, INSAG⁵, til at se nærmere på begrebet. INSAG gav denne definition på begrebet [9]:

Safety culture is that assembly of characteristics and attitudes in organisations and individuals, which establishes that, as an overriding priority, nuclear plant safety issues receive the attention warranted by their significance.

En noget mere operationel anvisning på indholdet i en god sikkerhedskultur er givet af James Reason [10], der nævner følgende punkter som elementer i en god sikkerhedskultur:

- ❑ en **informeret kultur**, hvor alle som leder og medvirker i driften af et anlæg har opdateret viden om de menneskelige, tekniske, organisatoriske og miljømæssige faktorer, som influerer på sikkerheden i anlægget som helhed
- ❑ en **rapporterende kultur**, hvor folk er parate til at rapportere deres egne fejl og "near misses" - og hvor de ikke straffes for mindre fejl
- ❑ en **retfærdig kultur**, hvor der hersker en atmosfære af tillid, så medarbejderne motiveres til at fremkomme med vigtige sikkerhedsrelaterede oplysninger; men hvor de også er klare over, hvor grænsen må drages mellem acceptabel og uacceptabel opførsel
- ❑ en **lærende kultur**, som besidder viljen til at drage de rette konklusioner fra sit sikkerhedsinformationssystem og til at gennemføre større reformer, når behovet herfor viser sig
- ❑ en **fleksibel kultur**, hvor organisationen er i stand til at ændre den hierarkiske struktur i tilfælde af uheld, således at kontrollen gives til faglige eksperter i stedet for at følge den traditionelle bureaukratiske linie.

Væsentlige opgaver for ledelsen vil være at promovere en god sikkerhedskultur ved at sætte et eksempel og ved at vise vilje til at investere i sikkerhedsrelaterede tiltag samt at monitorere udviklingen i sikkerhedskulturen i organisationen. Der findes veludviklede interview- og

⁵ INSAG = International Nuclear Safety Advisory Group

spørgeskemateknikker til en sådan monitoring, ligesom det er muligt at indhente konsulentassistance fra IAEA til en gennemgang af organisationens sikkerhedskultur.

5.5 Sikkerheds- og ekspertpanel

Det planlægges at etablere et sikkerheds- og ekspertpanel som et af drifts- og projektorganisationen uafhængigt rådgivende organ vedrørende blandt andet DD's generelle sikkerhedsforhold inden for strålingssikkerhed og affaldshåndtering. Panelet vil træde i stedet for den hidtidige sikkerhedskomite og vil i sikkerhedsspørgsmål være rådgivende for direktionen. Medlemmerne skal have kendskab til DD's organisation og skal vurdere generelle sikkerhedsforhold, beredskabsforhold samt større organisatoriske ændringer. Medlemmerne skal desuden tilsammen have viden, der dækker de fagområder, som har sikkerhedsmæssig betydning for dekommissioneringen af de nukleare anlæg. Andre sagkyndige end panelets faste medlemmer kan inddrages i sagsbehandlingen efter behov.

6 Organisatoriske forhold

6.1 Indledning

Det forudsættes, at Dansk Dekommissionering (i det følgende DD) etableres som en statsvirksomhed under Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, og at DD vil få ansvaret, dels for at forestå dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø, dels for behandling og midlertidig opbevaring af lav- og mellemaktivt radioaktivt affald fra hele det danske samfund.

Organisationsplanen for DD er udarbejdet under følgende forudsætninger:

- Ønsket om at udnytte de eksisterende ressourcer bedst muligt
- Ansvar for dekommissioneringsopgaven fra planlægning til gennemførelse er placeret hos en projektchef
- Gradvis overflytning af personale fra driftsopgaver til dekommissioneringsopgaver.

Ansvarsforhold og organisatoriske tilhørsforhold vil blive vurderet nærmere i den indledende planlægningsfase.

6.2 DD's organisation

DD vil organisatorisk blive opdelt i en direktion, to stabsfunktioner, tre støttefunktioner samt tre liniefunktioner; jf. organisationsplan på næste side.

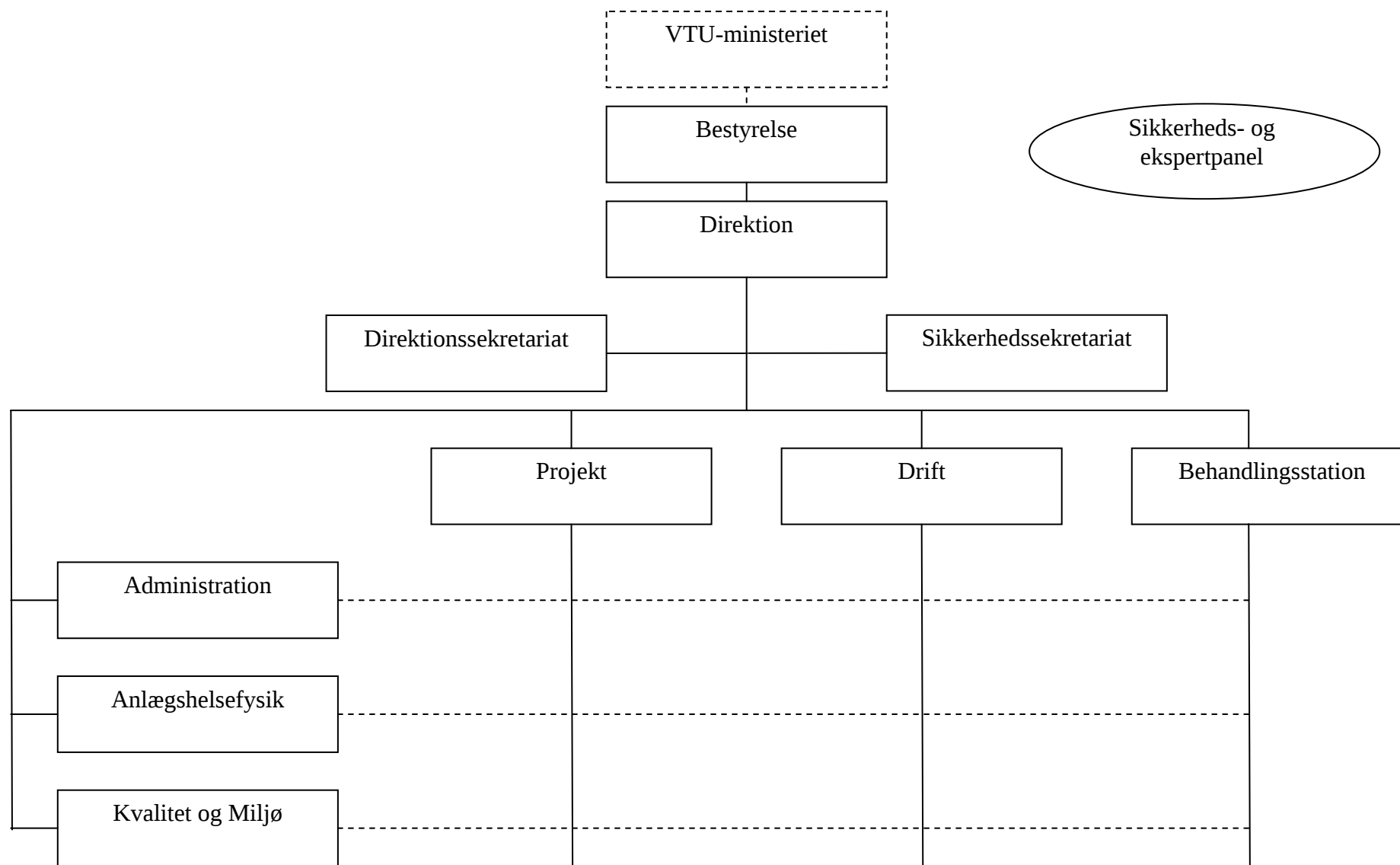
DD skal ledes af en bestyrelse, der udpeges af Forskningsministeren for 3 år ad gangen.

6.2.1 Direktion

Direktionen består af en administrerende direktør og en teknisk direktør. Direktionen varetager den daglige ledelse af virksomheden og skal følge de retningslinier og anvisninger, som bestyrelsen har givet.

Den administrerende direktør er ansvarlig for sikkerheden i DD. Han skal herunder påse, at DD's drift og vedligehold i sikkerhedsmæssig henseende sker på forsvarlig måde og i overensstemmelse med gældende lovgivning og myndighedskrav.

Den interne arbejdsfordeling i direktionen beskrives i øvrigt ikke nærmere.



6.2.2 Stabsfunktioner

Stabsfunktionerne omfatter følgende:

- Direktionssekretariat
- Sikkerhedssekretariat

Nedenstående er kort beskrevet de arbejdsopgaver, der hører under de enkelte stabsfunktioners ansvarsområder:

Direktionssekretariat

- Sekretariatsfunktion for DD's bestyrelse
- Udarbejdelse af direktionens rapporter til bestyrelse
- Koordinering af relationer til politiske organer og institutioner.

Sikkerhedssekretariat

- Varetagelse af kontakt til de nukleare myndigheder
- Vurdering af sikkerhedsmæssig optimering af planlægningen i forbindelse med dekommissioneringsopgaverne; herunder stillingtagen til behov for at inddrage Sikkerheds- og ekspertpanelet ved særlig kritiske operationer
- Varetagelse af det interne tilsyn med at de konventionelle sikkerhedsforhold overholdes og varetagelse af sikkerhedslederfunktionen ifølge arbejdsmiljøloven.
- Kritikalitetskontrol
- Safeguard i overensstemmelse med EURATOM/IAEA's regler herfor
- Tilsyn med sikring
- Sekretariat for Sikkerheds- og ekspertpanelet
- Vedligehold af lovsamling.

6.2.3 Støttefunktioner

Støttefunktionerne omfatter følgende:

- Administration
- Anlægshelsefysik
- Kvalitet og Miljø

For disse funktioner gælder det, at de dels servicerer liniefunktionerne ved at stille ressourcer til rådighed inden for deres respektive arbejdsområder, dels varetager en controller rolle med direkte reference til direktionen.

Lederen af de enkelte afdelinger er ansvarlig for:

- at afdelingens opgaver gennemføres i overensstemmelse med lovgivning, Betingelser for Drift og andre myndighedskrav samt regler udstedt af DD's direktion.
- at der udarbejdes lokale instruktioner og retningslinier i fornødent omfang, samt at arbejdet sker på forsvarlig måde.
- at strålingsudsættelse af personalet i afdelingen holdes så lavt som det er rimeligt opnåeligt, og at strålingsdoserne ikke overskrider de tilladelige grænseværdier.

- at direktionen orienteres om forhold af væsentlig betydning for sikkerheden eller for afdelingens virksomhed i øvrigt.

Lederen af den enkelte afdeling har endvidere budgetansvar for afdelingens virksomhed.

Nedenstående er kort beskrevet de arbejdsopgaver, der hører under de enkelte støttefunktioners ansvarsområder:

Administration

- Sekretariat; udfører sekretariatsopgaver for hele organisationen, herunder journalisering og arkivering
- Økonomi; varetager selskabets økonomiske forhold, herunder drift af økonomisystem
- IT-funktion, varetager drift af selskabets IT-systemer, web-master
- Indkøb; ansvarlig for indkøbsadministration; dog ekskl. indkøb af rådgiver- og entreprenørydelser til projektorganisationen
- Personale; varetagelse af løn- og ansættelsesforhold
- Uddannelse af internt personale samt af eksternt personale, der skal medvirke ved dekommissioneringen
- Information og kommunikation
- Sikring af bygninger; adgangskort, nøgler mv.

Anlægshelsefysik

- Rådgivning i strålingsbeskyttelse
- Kontrol og overvågning
- Udarbejdelse af helsefysiske instruktioner
- Uddannelse og undervisning i helsefysik; gennemføres i samarbejde med administrationsafdelingens personalefunktion
- Helsefysisk beredskab for uheld på de nukleare anlæg
- Helsefysiske laboratorier
- Helsefysiske vurderinger af mellemlager for radioaktivt affald
- Persondosimetri og omegnskontrol.

Kvalitet og Miljø

- Etablering og ajourføring af kvalitetsstyringssystem for DD
- Etablering og ajourføring af miljøledelsessystem for DD (forudsætter beslutning herom i DD)
- Gennemførelse af audits hos øvrige stabsfunktioner samt i drifts- og projektorganisationerne, herunder hos involverede eksterne firmaer
- Dokumentstyring

6.2.4 Driftsorganisation

Driftsorganisationen består af en driftsledelse og en række delfunktioner, der omfatter følgende:

- Vagtordning
- Afprøvning og vedligeholdelse af tekniske anlæg, installationer og udstyr
- Ombygning af tekniske anlæg, installationer og udstyr

- Generel bygningsvedligehold
- Håndtering af fissilt materiale (skæring, lagring, flytning etc.)
- Oprettelse og vedligeholdelse af nødvendige beredskaber inden for DD (personuheld, brand og kontamination)
- Drift af sikringsanlæg

Driftschefen er med reference til den tekniske direktør ansvarlig for, at driftsorganisationens arbejdsopgaver gennemføres i overensstemmelse med lovgivning, Betingelser for drift og andre myndighedskrav samt regler udstedt af DD's direktion. Driftschefen er endvidere ansvarlig for, at godkendte budgetter overholdes, og krav til kvalitet, miljø og sikkerhed opfyldes.

I forhold til de nukleare myndigheder er driftschefen ansvarlig leder for alle de nukleare anlæg, indtil udførelsen af dekommissioneringen af det enkelte anlæg påbegyndes. Dette indebærer, at driftschefen er ansvarlig for:

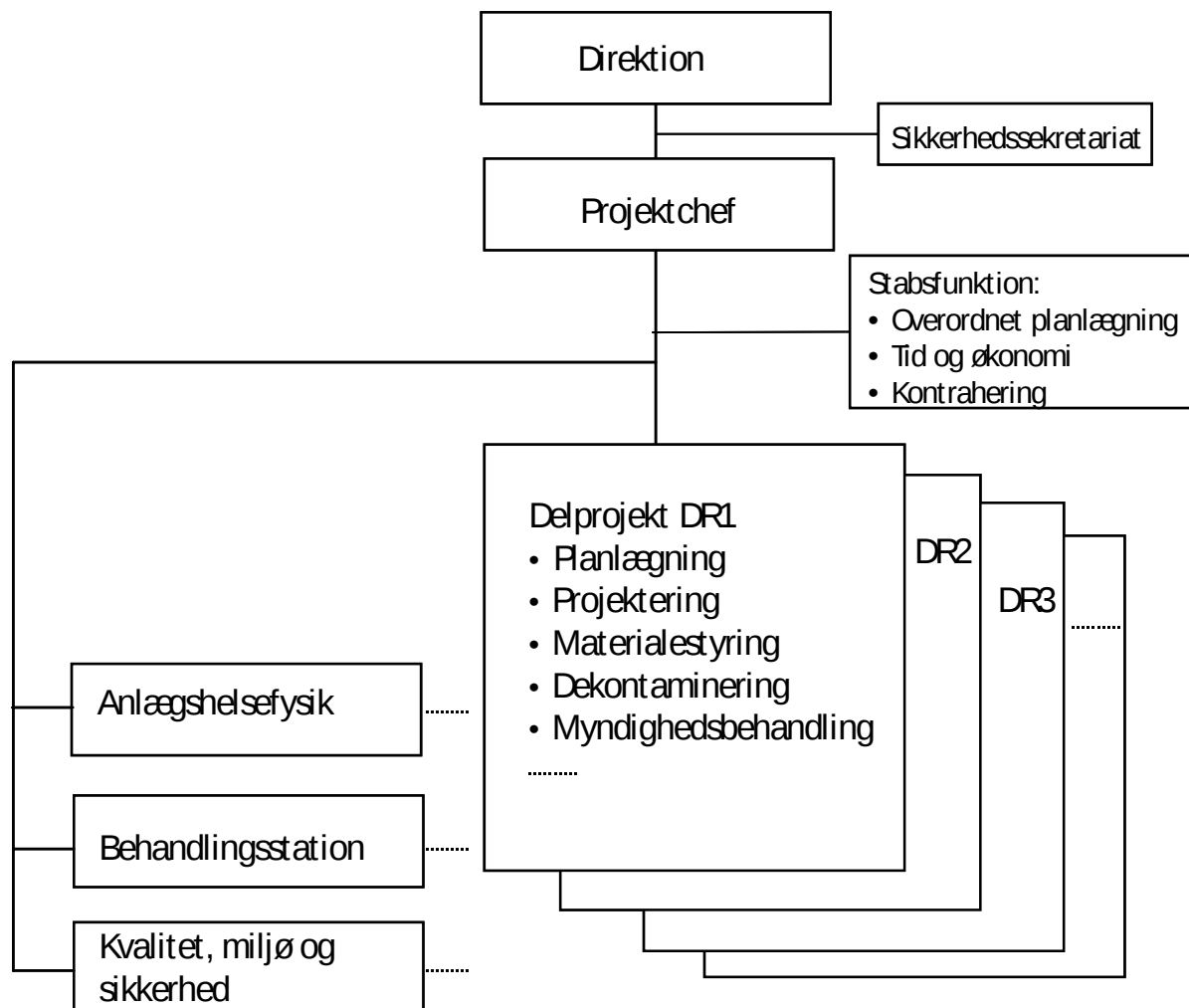
- at de i Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 823 af 31. oktober 1997 fastsatte regler overholdes samt at strålingsdoser og udslip holdes så lave, som det med rimelighed kan opnås.
- at der foretages målinger af udslip fra de nukleare anlæg.
- at der rekvireres målinger af strålings- og kontaminationsniveauer hos Afdelingen for Anlægshelsefysik i forbindelse med driften af afdeling/anlæg.
- et enhver arbejdsproces samt ændring i arbejdsprocedurer eller forsøgsopstillinger, der kan indebære strålings- og kontaminationsrisiko, forelægges for Afdelingen for Anlægshelsefysik.
- at aflevere radioaktivt affald til behandlingsstationen.

6.2.5 Projektorganisation

Projektorganisationen består af en projektledelse og en række delfunktioner, der som udgangspunkt omfatter følgende:

- Planlægning; udarbejdelse af dekommissioneringsplaner for de enkelte anlæg; hel eller delvis projektering heraf samt tilsyn med nedbrydningsarbejderne, tilvejebringelse af særlige ydelser, specialværktøjer mm.
- Dekontaminering
- Materialestyring; ledelse, koordinering og detailplanlægning af materialetransport, aktivitetsmåling af materialer, registrering af materialer
- Helsefysik; helsefysisk rådgivning og kontrol, måling/klassificering af materialer, frigivelse af materialer
- Projektadministration, projektets administrative forhold, herunder tid og økonomi
- Kontrahering; udarbejdelse af udbudsmateriale til rådgiver- og entreprenørudbud samt ansvar for at gældende lovgivning, herunder EU-direktiver, normer, standarder, bekendtgørelse mv. overholdes
- Kvalitet og miljø; opstilling af krav til kvalitets- og miljøledelsessystemer hos eksterne rådgivere og entreprenører, gennemførelse af audits hos disse, udarbejdelse og vedligehold af dokumentationsplaner samt håndtering og registrering af dokumentation
- Sikkerhed; gennemførelse af nødvendige sikkerhedsvurderinger
- Myndighedsbehandling af projektet.

Projektorganisationen vil rumme langt hovedparten af de aktiviteter, der vil foregå i DD, og nedenstående er det derfor illustreret, hvorledes DD's funktioner hænger sammen set ud fra projektets synsvinkel.



Projektorganisationen vil i modsætning til driftsorganisationen, der er statisk, være en dynamisk organisation, der løbende skal tilpasses det behov, der er i relation til dekommissioneringen af det enkelte anlæg. Det betyder, at antallet af medarbejdere i projektorganisationen vil variere over tid, ligesom der kan ske en ændring i de kompetencer, der skal være tilstede i organisationen. Projektorganisationen skal derfor udstyres med nogle gode ledelsesværktøjer, eksempelvis en Projekthåndbog, der kan håndtere denne situation.

Projektchefen har ansvaret for dekommissionering af hvert anlæg fra start af planlægning til "green field" status er opnået. Projektchefen er med reference til den tekniske direktør ansvarlig for, at projektorganisationens arbejdsopgaver gennemføres i overensstemmelse med lovgivning, Betingelser for drift og andre myndighedskrav samt regler udstedt af DD's direktion. Projektchefen er endvidere ansvarlig for, at projektet planlægges og udføres i overensstemmelse med de af direktionen fastlagte retningslinier samt for at godkendte budgetter og tidsplaner overholdes og krav til kvalitet, miljø og sikkerhed opfyldes.

I forhold til de nukleare myndigheder overtager projektchefen ansvaret og bliver ansvarlig leder for det enkelte nukleare anlæg, når udførelsen af dekommissioneringsarbejderne påbegyndes. Dette indebærer, at projektchefen fra dette tidspunkt er ansvarlig for:

- at de i Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 823 af 31. oktober 1997 fastsatte regler overholdes samt at strålingsdoser og udslip holdes så lave, som det med rimelighed kan opnås.
- at der foretages målinger af udslip fra de nukleare anlæg.
- at der rekvireres målinger af strålings- og kontaminationsniveauer hos Afdelingen for Anlægshelsefysik i forbindelse med nedbrydningen af anlægget.
- et enhver arbejdsproces samt ændring i arbejdsprocedurer eller forsøgssopstillinger, der kan indebære strålings- og kontaminationsrisiko, forelægges for Afdelingen for Anlægshelsefysik.
- at aflevere radioaktivt affald til behandlingsstationen.

6.2.6 Behandlingsstationen

Behandlingsstationen, der tillige omfatter lagre for radioaktivt affald, varetager følgende opgaver:

- Radioaktivt spildevand; indsamling og behandling af radioaktivt spildevand fra de nukleare anlæg mm. og varetagelse af udslipkontrol i den anledning
- Fast radioaktivt affald; indsamling og behandling af fast lavaktivt affald fra nukleare anlæg samt fra eksterne danske leverandører
- Affaldsenheder; levering af affaldsbeholdere og vejledning ved pakning og mærkning af radioaktivt affald.
- Mellemlagre; varetagelse af driften af mellemlagrene for radioaktivt affald og tilsynet med at lagrene er i forsvarlig stand
- Affaldsegenskaber; indsamling af oplysninger og regnskabsføring med inventoriets af radioaktive materialer samt affaldets fysiske og kemiske egenskaber
- Almindeligt spildevand; biologisk rensning af almindeligt spildevand fra Risø-området, slamhåndtering og aktivitetskontrol i forbindelse hermed
- Vask og dekontaminering; varetagelse af dekontaminering af beskyttelsesudstyr fra aktive områder samt vask og reparation af almindeligt arbejdstøj
- Modtagestation for kemikalieaffald.

Lederen af behandlingsstationen er med reference til den tekniske direktør ansvarlig for behandlingsstationens sikkerhed og for, at drift og vedligehold inkl. oplagring af radioaktivt affald sker i overensstemmelse med lovgivning, Betingelser for Drift og andre myndighedskrav samt regler udstedt af DD's direktion.

Lederen af behandlingsstationen er endvidere ansvarlig for, at godkendte budgetter overholdes.

6.2.7 Sikkerheds- og ekspertpanel

Der etableres et Sikkerheds- og ekspertpanel, et uafhængigt rådgivende organ, der følger dekommissioneringsprocessen på et overordnet niveau. Herudover kan Sikkerheds- og ekspertpanelet medvirke som rådgiver for Sikkerhedssekretariatet i forbindelse med særlige problemstillinger.

Sikkerheds- og ekspertpanelet etableres af direktionen og har reference til den tekniske direktør. Sikkerheds- og ekspertpanelet er rådgivende for direktionen.

Sikkerheds- og ekspertpanelet, der vil erstatte den eksisterende Sikkerhedskomiteé, vil bestå dels af medlemmer fra Sikkerhedskomiteen, der har et nøje kendskab til de nukleare anlæg på Risø, og af internationale eksperter, der har erfaring med dekommissionering af nukleare anlæg.

6.3 Implementering af organisationen

Ved lukningen af DR 3 skiftede organisationen sigtepunkt fra at være en driftsorganisation for DR 3 reaktoren til at være en projektorganisation rettet mod dekommissionering af alle de nukleare anlæg. Ved dannelsen af DD vil denne omstillingsproces blive formaliseret. En del af organisationens personaleressourcer vil dog fortsat være bundet op i driftsopgaver omkring DR 3 og behandlingsstationen. Ud over projekt- og driftsfunktionerne vil organisationen bestå af en række støtte- og controllerfunktioner.

Fordelingen af årsværk på hovedopgaver i udgangssituationen kan opstilles som følger:

- Drift (af DR 3) 22,0
- Behandlingsstation 12,3
- Projekt (planlægning) 6,5
- Anlægshelsefysik 14,0
- Administration 6,5
- Kvalitet og miljø 3,0
- **64,3**

Henover den samlede tidsperiode, hvor dekommissioneringen gennemføres, vil driftsfunktionen omkring DR 3 få mindre vægt. Indtil dekommissioneringen af DR 3 er afsluttet, vil der til vagt og vedligehold, fra såvel drift som støttefunktioner, dog fortsat være et årligt forbrug på ca. 20 årsværk. Det er tanken, at driftsafdelingens personale skal overgå til at udføre opgaver i forbindelse med dekommissioneringen i takt med reduktionen i omfanget af driftsopgaver. I det videre forløb skal det vurderes, om personaleansvaret for denne medarbejdergruppe skal overflyttes fra driftschefen til projektchefen eller om projektorganisationen skal "købe" disse ydelser af driftsorganisationen, således at personaleansvaret fastholdes hos driftschefen.

Det påregnes, at indsatsen af såvel den faste interne stab, som indsatsen af eksterne ressourcer vil variere over tiden. I de indledende faser vil hovedindsatsen ligge på planlægningen af den samlede proces og planlægning af de enkelte anlæg. De konkrete nedbrydningsopgaver vil være beskedne. Der vil blive rekrutteret ekstern arbejdskraft til planlægnings- og kontraheringsopgaverne, hvor organisationen ikke besidder de nødvendige kompetencer. Eksterne ressourcer i et betydeligt omfang vil især blive benyttet i det indledende investeringsprogram, der skal etablere produktionsapparatet til hele dekommissioneringsprocessen. I de senere faser vil eksterne entreprenører og arbejdskraft især blive benyttet til nedbrydning af de større anlæg.

Om end planlægningen af dekommissioneringen af de enkelte anlæg vil foregå i sammenhæng og løbende over årene er det, som beskrevet i afsnit 4, forventningen at den praktiske dekommissionering af anlæggene vil foregå sekventielt. Det er nødvendigt at lære af erfaring-

gen fra de simple anlæg (DR 1 og DR 2), inden man begynder på de komplekse (DR 3 og Hot Cell). Der regnes med en større inddragelse af eksterne ressourcer omkring traditionelle projekteringsopgaver og installations- og nedrivningsarbejder end i Risø-rapporten [1], men der vil være grænser for, hvor meget operationen kan skaleres op. De flaskehalse eller kapacitetsgrænser, der kan forudses på personalesiden, er dels knyttet til antallet af anlægshelsefysikere, der skal stå for adskillelsen af det radioaktive og det ikke aktive affald samt for en stor del af den uddannelse, der skal iværksættes såvel internt som eksternt og antallet af affaldsbehandlere, der skal stå for karakterisering af det radioaktive affald, der skal lagres. Tilsvarende vil kapaciteten i de laboratorier der skal bygges til de anlægshelsefysiske målinger og til karakterisering/frikllassificering af affaldet inden lagring sætte nogle grænser for, hvor meget affald der løbende kan behandles i dekommissioneringsprocessen.

I de første år af dekommissioneringen vil det være en vigtig opgave at vurdere og planlægge organisationens størrelse og dens kapacitet til at behandle og lagre affald når den kører på fuld kapacitet. Der skal herunder tages hensyn til ønsket om at få en "jævn" produktion af affald over tiden, således at der opnås en optimal udnyttelse af såvel anlæg som de knappe personaleressourcer med nøglekompetencer. I den sammenhæng skal det også vurderes, hvor mange eksterne ressourcer der kan kombineres med DD's aktiviteter under hensyntagen til den uddannelse, som også de eksterne ressourcer vil være omfattet af.

Når Folketingets tilladelse til iværksættelse af dekommissioneringsprojektet foreligger, vil det første trin i implementering af organisationen være besættelse af følgende nøglefunktioner:

- Teknisk direktør (DD har allerede en administrerende direktør)
- Projektchef
- Driftschef

samt overførsel fra Risø af Risø Dekommissionering, inklusive Behandlingsstationen for Radioaktivt affald.

6.4 Personaleressourcer og uddannelse

Dette afsnit vil i det væsentlige beskrive hovedopgaver på personale- og uddannelsessiden inden for en tidshorisont på 4 år (Budgetåret 2003 og budgetoverslagsårene 2004-06).

6.4.1 Personaleressourcer

Inden for de første 3-4 år forventes en væsentlig udskiftning af det interne personale, især på akademikersiden. Dels fordi mange vil gå på pension i de nærmere år, dels fordi der er behov for nye kompetencer. Der forventes desuden en tilførsel af eksterne kompetencer i form af rådgivere o.l.

Dekommissioneringen vil således ikke kræve færre personaleressourcer i forhold til den tidligere driftsorganisation, snarere tværtimod.

Den vigtigste opgave er derfor at rekruttere personale til de behov organisationen skal dække fremover, og at uddanne og oplære det nye og det eksisterende personale til de kompetencer organisationen skal have. Ingeniører og anlægshelsefysikere, der skal stå for detailplanlægningen af dekontamineringen og nedbrydningen de komplekse nukleare anlæg, skal også stå for en væsentlig del af uddannelsen af nye medarbejdere, der skal oplæres i nukleare forhold

og kompetencer til dekommissionering. Det gør disse personer til en knap ressource, hvilket skal ses i relation til behovet for nyrekruttering.

Dekommissioneringsopgaverne i de første år vil især være knyttet til DR 1 og DR 2. Det er operationer af et omfang, der stort set forventes at kunne klares af det eksisterende og det ny-rekrutterede personale - bortset fra fx nedbrydning af større betonkonstruktioner og bygninger. Dekommissioneringen af de to anlæg tjener samtidig til opbygning af den erfaring, der er nødvendig til dekommissioneringen af de mere komplekse anlæg.

Der vil derudover være behov for at rekruttere eller tilknytte eksterne ressourcer på områder hvor organisationen har begrænsede kompetencer. Inddragelse af eksterne ressourcer vil forekomme i forhold til internationale samarbejdspartnere og til målrettet rådgivning på områder, hvor DD har begrænset ekspertise, fx omkring planlægning af kontrahering.

6.4.2 Rekruttering

De tidligere rapporter fra Risø og COWI peger samstemmende på, at alderssammensætningen i den nuværende arbejdsstyrke på Risø Dekommissionering udgør et problem, set i forhold til at det samlede projekt vil strække sig over 15-20 år.

Det generationsskifte, der skal gennemføres, udgør derfor en selvstændig begrundelse for, at dekommissioneringen snarest bliver begyndt. Hvis man yderligere udskyder beslutningen, vil der ikke kunne findes dansk ekspertise til at gennemføre projektet.

Tabel 6.1 Aldersfordeling for den eksisterende medarbejder stab i Risø Dekommissionering

Medarbejder kategori	Alder					I alt
	20-29 år	30-39 år	40-49 år	50-59 år	60 - år	
Ledelse + opgaveledere			3	3	2	8
Akademisk uddannede		1	2	2	6	11
Fagligt uddannede	1	5	13	19	6	44
Andre ¹⁾			2	3	1	6
Samlet	1	6	20	27	15	69

¹⁾ Ledig stilling på BEH

Problemet er generelt for næsten alle personalekategorier. Generationsproblemet er særlig udtalt for den akademiske arbejdskraft og specielt for den gruppe, der skal forestå planlægning og projektstyring af dekommissioneringen, hvor 5 ud af 7 ingeniører kan forventes at gå på pension inden for 5 år.

Der foreligger derfor både et akut rekrutteringsproblem og et behov for at udarbejde en langsigtet rekrutteringsplan for alle personalekategorier, således at man ved periodevis "overinvestering" sikrer en glidende overførsel af ekspertise fra de nuværende til de fremtidige

medarbejdere og afsætter de fornødne midler til løn og til den langsigtede uddannelse af nye medarbejdere, der vil optræde som overtallige, indtil uddannelsen er gennemført, jf. næste afsnit.

Det kan på nuværende tidspunkt forudses, at der er behov for en styrkelse af organisationen omkring projektledelse, projektadministration og kontrahering. Specielt omkring projektledelse er det af stor betydning snarest muligt at få ansat en person med erfaring fra projektledelse af større bygge- eller anlægsprojekter, der med den nødvendige nukleare uddannelse på sigt kan varetage funktionen som projektchef.

Især for den akademiske arbejdskraft, hvor arbejdsmarkedet for personer med teknisk naturvidenskabelig baggrund kan forventes at blive særdeles stramt i de kommende år, skal der formuleres en strategi, der gør det attraktivt for nye kandidater at arbejde med dekommissionering. I betragtning af, at der ikke er en nuklear industri i Danmark, og at de nukleare anlæg på Risø er de eneste danske anlæg, der skal dekommissioneres, bør der gives de nyansatte akademiske medarbejdere mulighed for at tilegne sig bred viden, herunder international uddannelse og erfaring inden for dekommissionering, således at der kan tilegnes kompetencer, der vil kunne anvendes i en international sammenhæng.

6.4.3 Uddannelse

De særlige krav til sikkerhed og kontrol, der gælder for drift af nukleare anlæg, bevirker, at man i forbindelse med driften af DR 3 har en lang tradition for oplæring af nyt personale i forskellige sider af de nukleare kompetencer og for fortsat vedligeholdelse af denne viden og kompetence. Dertil kommer, at den videnskabelige ekspertise på en række forskningsfelter vedrørende stråling og nukleare forhold befinder sig på Risø. Der er derfor også på nogle områder en tradition for at give undervisning ”ud af huset”. Denne tradition for uddannelse og vedligeholdelse af kompetencer giver DD et stærkt grundlag for at iværksætte den uddannelse og oplæring, der vil være forbundet med dekommissionering.

Der er næppe tvivl om, at de seneste halvandet års venten på en politisk beslutning om iværksættelse af dekommissioneringen har slidt på de eksisterende kompetencer og på motivationen til at gå i gang med nye opgaver uden fastsættelse af et klart mål. Det er også klart at dekommissioneringen indebærer, at uddannelsesindsatsen skal orienteres i en andre retninger end hidtil, men der er et godt udgangspunkt. Uddannelsesindsatsen i DD skal forstærke den igangværende reorientering af uddannelsesindsatsen i retning af dekommissionering.

Ud over at tilpasse indholdet af de forskellige former for uddannelse til de ændrede mål skal der også foretages en dimensionering af hele uddannelsesindsatsen til de fremtidige opgaver, som DD skal håndtere. Det drejer sig både om den uddannelse af nyrekrutterede akademikere, der skal gennemføres på kort sigt, og den mere langsigtede indsats over for alle interne personalegrupper og i forhold til eksternt personale, for at DD skal kunne gennemføre de mest omfangsrige og komplekse dele af dekommissioneringsprojektet, der ligger 5-10 år fremme i tiden.

Tilrettelæggelsen af uddannelsesindsatsen skal begynde med, at de forskellige afdelinger i DD anslår den kapacitet og de kompetencer, der skal rådes over i fremtiden, både på kort og på langt sigt, hvor DD skal foretage de største og mest komplekse dekommissioneringsopgaver.

På kort sigt skal der gennemføres en kortlægning af det nuværende personales kompetencer. Kortlægningen planlægges gennemført i forbindelse med de årlige medarbejderudviklingssamtaler i efteråret 2002. Kortlægningen skal stilles overfor de kompetencer, der vil være behov for til gennemførelsen af dekommissioneringen.

På grundlag af opgørelsen af kapacitets- og kompetencebehovet samt kompetencekortlægningen kan der opstilles en rekrutterings- og uddannelsesplan. Den skal både dække indsatsen på kort sigt i budgetåret 2003 og den investering i uddannelse, der skal gennemføres over de følgende 3 år. Den 3 årige uddannelsesplan etableres som en rullende plan.

Der skal i den forbindelse udarbejdes et flerårigt uddannelsesprogram i dekommissionering for nyansatte akademiske medarbejdere med en teknisk-naturvidenskabelig baggrund.

Der skal foretages en gennemgang af de eksisterende uddannelsesprogrammer med henblik på tilpasning af deres indhold og orientering i retning af dekommissionering.

I forbindelse med medarbejderudviklingssamtalerne i efteråret 2002 udarbejdes uddannelsesplan for hver enkelt medarbejder for 2003. Når DD er dannet, og den 3 årige plan for rekruttering og uddannelse udarbejdes skal der også aftales en flerårig udviklingsplan for hver enkelt medarbejder.

Der skal iværksættes et program for udvikling af ledelsesgruppen i DD. I første omgang skal man arbejde med projektstyring og -samarbejde, med personaleledelse og med ekstern og intern kommunikation.

I Bilag 3 er beskrevet de kvalifikationskrav for nøglepersoner i DD's organisation, som skal opfyldes i forhold til de nukleare myndigheder. Det vil formentlig ikke være muligt at nyanstætte nøglepersoner, der kan leve op til disse kvalifikationskrav. Gennem et af DD tilrettelagt og finansieret uddannelsesprogram skal det derfor sikres, at nyansatte kan opfylde kvalifikationskravene kort tid efter ansættelsen. Uddannelsen af nyansatte bør desuden sikre, at de ud over at dække et specialistområde skal uddannes bredt til at dække flere dele af dekommissioneringsprocessen.

7 Kontraheringsstrategi

7.1 Indledning

DD's overordnede kontraheringsstrategi er at sikre, at den nødvendige tekniske og administrative kompetence er til rådighed i alle faser af projektforsløbet. Strategien for udvælgelse af eksterne samarbejdspartnere vil basere sig på:

- at der skal være konkurrence om den enkelte opgave
- at der lægges vægt på erfaring og kompetence frem for prisbillige tilbud
- at krav til kvalitet, sikkerhed, tid og økonomi kan opfyldes.

Tre forskellige koncepter kan grundlæggende opstilles for kontrahering:

- Hovedentreprise
- Totalentreprise
- Partnering

Disse koncepter er forskellige, bl.a. i forbindelse med placering af ansvaret for projektudformningen.

Hovedentreprise, hvor projektering og udførelse er adskilt, anvendes typisk, hvor bygherren ønsker stor indflydelse på projektudformningen og projektførelsen, og hvor bygherren er indstillet på at tage det større ansvar, der følger heraf.

Totalentreprise anvendes først og fremmest, hvor det er hensigtsmæssigt at give entreprenøren større frihed til at forme projekt og udførelse på baggrund af specialviden eller hvor bygherren ønsker ansvaret for projektering og udførelse placeret ét sted.

Partnering, der er et relativt nyt begreb, anvendes typisk, hvor der ønskes et tæt samarbejde mellem byggesagens parter, og hvor bygherren ønsker og har kompetence til at spille en aktiv rolle. Partnering anvendes primært ved projekter, der er komplekse og af længerevarende karakter.

Bilag 4 indeholder en nærmere beskrivelse af de nævnte kontraheringsformer.

7.2 Partnering

Gennem en afvejning af fordele og ulemper ved forskellige kontraheringsstrategier har DD vurderet, at en kontraheringsstrategi, baseret på partnering er den bedst egnede. Der kan dog undervejs forekomme nogle arbejder, hvor en anden kontraheringsform viser sig mere anvendelig, eksempelvis ved etablering af de nødvendige driftsfaciliteter, jf. afsnit 10.

I overvejelserne har indgået følgende elementer:

- I modsætning til den traditionelle bygherre har DD en unik viden om anlæggene og de strålingsrisici, der er forbundet med dekommissioneringen heraf. Ud over at have det sædvanlige bygherreansvar for opgavens gennemførelse vil DD således være den eneste danske part, der har kompetence til at stå for planlægning og projektering (helt eller delvist) af dekommissioneringsopgaverne samt yde den nødvendige helsefysiske assistance i forbindelse hermed og i forbindelse med håndtering af radioaktivt affald. Med hensyn til overholdelse af myndighedskrav til projektet vil det formentlig ligeledes kun være DD, der har den fornødne kompetence til at varetage denne delopgave.
- DD har til gengæld begrænset erfaring med projektering af nedrivningsarbejder, ombygnings-/renoveringsopgaver og eventuelle nybygningsopgaver. Disse opgaver må derfor løses af eksterne rådgivere.
- Omkring udførelsen vil der ligeledes være opgaver, som DD's driftspersonale har kompetence til at udføre, eksempelvis opgaver, der vedrører håndtering af radioaktivt affald, mens andre opgaver naturligt kan overdrages til eksterne entreprenører.
- Fra internationale dekommissioneringsprojekter vides det, at det kan være vanskeligt på forhånd at forudsætte alle de problemstillinger, der kan opstå undervejs under dekommissioneringen. Det gør det vanskeligt at udarbejde et projekt, der kan danne grundlag for indgåelse af en fastprisaftale med en eller flere entreprenører om opgavens gennemførelse.
- Omfanget af arbejde er ret begrænset, men en del er teknisk kompliceret.
- For flere arbejder vil der være behov for en tæt sammenhæng mellem projektering og udførelse.
- På grund af affaldshåndteringen og dokumentation heraf vil arbejdet strække sig over længere tid end hvad der ville være ønskeligt set ud fra et nedrivningssynspunkt.

- Gennemførelsen af dekommissioneringen er underlagt strenge myndigheds- og sikkerhedsbestemmelser.
- De eksterne rådgivere og entreprenører, der bliver involveret i opgaven, skal gennemgå et kursus, der introducerer dem til opgaven og til de sikkerhedsmæssige aspekter, der er forbundet med opgavens gennemførelse.

Sidstnævnte aspekt om uddannelse af eksterne rådgivere og entreprenører understøtter en kontraheringsstrategi, der baserer sig på etablering af et tæt og langvarigt samarbejde, hvor den viden og erfaring, der er opbygget hos eksterne personer i forbindelse med de første anlæg, kan overføres til de efterfølgende opgaver. Udbud skal derfor så vidt muligt omfatte flere anlæg. På grund af køletiden for DR 3 vil det dog formentlig ikke være realistisk at udbyde alle arbejder i et samlet udbud.

Uddannelsesbehovet taler endvidere for, at antallet af eksterne rådgivere og entreprenører, der skal involveres i opgaven, bør begrænses mest muligt.

I forbindelse med udenlandske dekommissioneringsprojekter er der høstet nogle erfaringer, der ligeledes har indgået i overvejelserne omkring kontraheringsstrategien. Som eksempler her på kan nævnes:

- Forbered og planlæg projektet i detaljer
- Uddan de rådgivere og entreprenører, der skal gennemføre projektet, til at kunne håndtere radioaktive materialer
- Projekter går ikke altid som de er planlagt
- Brug risk-management; forvent det uventede; der vil altid opstå situationer, der ikke var forudset ved planlægningen
- Det er en fordel at opdele opgaven i flere aktiviteter, der kan myndighedsbehandles hver for sig, da det mindsker risikoen for forsinkelser.

Det er DD's opfattelse, at der gennem et partneringskoncept, baseret på en fælles målsætning og et fælles værdigrundlag kan etableres et samarbejde mellem parterne, hvor alles kompetencer udnyttes bedst muligt, og hvor der gennem dialogen mellem parterne kan findes de løsninger på opgaverne, der samlet set sikrer, at dekommissioneringen kan gennemføres inden for den aftalte tid og økonomi, og med en tilfredsstillende kvalitet, herunder overholdelse af alle sikkerhedsbestemmelser. DD er opmærksom på, at der hersker nogen tvivl om, hvorvidt partnering kan gennemføres indenfor rammerne af EU's udbudsdirektiver. DD vil derfor snarest iværksætte en undersøgelse af, dels om udbudsdirektiverne er gældende for alle delopgaver under dekommissioneringer, jf. afsnit 1.3; dels om partneringskonceptet kan gennemføres i overensstemmelse med direktiverne.

Såfremt det ikke viser sig muligt at anvende partnering, vil DD for de arbejder, hvor der ønskes en nær sammenhæng mellem projektering og udførelse, formentlig udbyde disse i totalentrepriser. Det skal i den forbindelse overvejes, om nogle af de elementer, der har vist at have en positiv effekt i partneringaftaler - eksempelvis økonomiske incitamenter - kan indarbejdes på fornuftig vis i en totalentrepriseraftale.

I Bilag 4 er der nævnt nogle ulemper ved partnering, som kort skal kommenteres her.

Det er ikke muligt i partnering at indhente en fast pris på arbejdets udførelse. I relation til den aktuelle sag vurderes det ikke som problematisk, idet det på forhånd - blandt andet på

baggrund af udenlandske erfaringer - ikke vurderes som realistisk at få en fast pris på opgavens gennemførelse. Det gælder såvel rådgiver- som entreprenørydelser. Gennem partnerindbudet skal der derimod tilvejebringes et afregningsgrundlag, der gør det muligt at prissætte og dermed afregne ydelserne uden for store administrationsomkostninger.

Risikoen for at samarbejdet ikke fungerer vil altid være tilstede. Denne risiko kan imødegås ved hele tiden at have fokus på samarbejdet. Det kan ske ved løbende afholdes af workshops for de involverede parter eller inddragelse af en proceskonsulent, der kan sikre, at samarbejdet og dermed processen holdes på ret kurs.

7.3 Lovgrundlag

7.3.1 EU-udbudsdirektiver

Som en statsvirksomhed under Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling er Dansk Dekommissionering (DD) underlagt det regelsæt, der gælder for offentlige bygherrer. Dette medfører som udgangspunkt, at blandt andet EU's udbudsdirektiver skal overholdes ved indgåelse af kontrakter, der overstiger de tærskelværdier, der er gældende for det enkelte udbudsdirektiv. Tærskelværdierne, der fastsættes for 2 år ad gangen, er for perioden 1.1.2002 til 31.12.2003 følgende:

• Tjenesteydelser	130.000 SDR	=	1.209.390 kr.
• Indkøbsaftaler	130.000 SDR	=	1.209.390 kr.
• Bygge- og anlægsaftaler	4.000.000 SDR	=	46.515.012 kr.

I forbindelse med det videre arbejde skal det undersøges, om alle arbejder skal udbydes i henhold til udbudsdirektiverne. Af undtagelsesbestemmelserne i udbudsdirektiverne, eksempelvis artikel 4, stk. 2 i Tjenesteydelsesdirektivet fremgår det, at:

”Dette direktiv finder ikke anvendelse på tjenesteydelser, der er erklæret hemmelige, eller hvis udførelse skal ledsages af særlige sikkerhedsforanstaltninger i overensstemmelse med gældende love og bestemmelser i den pågældende medlemsstat, eller når beskyttelsen af vitale nationale sikkerhedsinteresser i denne stat kræver det.”

En tilsvarende bestemmelse findes i bygge- og anlægsdirektivets artikel 4, stk. 1, pkt. b.

En stor del af dekommissioneringsprojektet vil være omfattet af særlige sikkerhedsforanstaltninger, og der kan derfor argumenteres for, at disse delopgaver ikke skal udbydes i henhold til udbudsdirektiverne. For visse kritiske arbejder kan det være en stor fordel for DD, hvis der kan indhentes tilbud fra én eller to entreprenører uden om EU's formelle udbudsprocesser.

Omvendt vil en række opgaver, som eksempelvis etablering af et nyt laboratorium til anlægshelsefysik og nedbrydning af rensede bygninger, ikke være omfattet af sådanne sikkerhedsbestemmelser, og de vil formentlig skulle udbydes i henhold til udbudsdirektiverne.

Såfremt en nærmere undersøgelse af dette spørgsmål viser, at visse arbejder ikke er omfattet af direktiverne, skal der i forbindelse med planlægningen for hvert enkelt anlæg tages nøje stilling til, hvilke arbejder dette er gældende for.

Uanset om udbudsdirektiverne er gældende eller ej, ønsker DD dog, at der skal være konkurrence på så vidt muligt alle eksterne opgaver. På grund af opgavens komplekse karakter vil det dog ikke nødvendigvis være prisen, der vil være afgørende for valg af samarbejdspartnere, men i højere grad tilbudsgivernes kompetencer og evne til samarbejde. Dette falder godt i tråd med et partneringskoncept, hvor det netop ikke er prisen, der er det grundlæggende tildelingskriterium.

I det følgende er det forudsat, at udbudsdirektiverne vil være gældende for hovedparten af arbejderne.

7.3.2 Rådgiveraftaler

Alle rådgiveraftaler, hvor den forventede honorarsum overstiger tærskelværdien skal udbydes i henhold til EU's tjenesteydelsesdirektiv.

Der skal således for hver enkelt aftale tages stilling til, om honoraret forventes at overstige tærskelværdien eller ej. Samtidig gælder der et generelt forbud mod at opdele tjenesteydelser i flere aftaler for at komme under tærskelværdien og derved undgå udbud.

Der vil formentlig kunne argumenteres for, at rådgiveraftaler, der er knyttet til hvert anlæg (DR 1, DR 2, osv.) er selvstændige aftaler, der blot hver for sig skal være under tærskelværdien, mens rådgiverbistand til tværgående opgaver, eksempelvis kontrahering, skal ses som en samlet opgave for hele dekommissioneringen. Det samme gælder anvendelse af ressourcerpersoner fra eksterne firmaer.

7.3.3 Entreprenøraftaler

Aftaler med eksterne entreprenører skal indgås enten i henhold til Tilbudsloven eller i henhold til EU's bygge- og anlægsgdirektiv. Hvis anlægssummen overstiger tærskelværdien, er aftalen omfattet af bygge- og anlægsgdirektivet og skal udbydes i henhold hertil.

For aftaler, der alene er omfattet af Tilbudsloven, gælder der en række formkrav, der skal opfyldes:

- Flere skal opfordres til at afgive bud
- Der skal være fastsat et licitationstidspunkt, inden hvilket buddene skal være afgivet
- De bydende skal have samme grundlag at konkurrere på
- Der skal kræves skriftlige bud
- Disse skal være bindende
- Det skal ved opfordringen tilkendes gives, "at også andre er opfordret til at byde".

Tilbudsloven åbner mulighed for, at kriteriet for tildeling af en ordre kan være enten "laveste pris" eller "økonomisk mest fordelagtige bud". Det betyder, at entreprenører kan konkurrere på andet end en pris, hvilket formentlig vil være relevant for den aktuelle opgave.

I henhold til Tilbudsloven kan der indhentes underhåndsbud på opgaver, men det følger af den tilhørende bekendtgørelse, at underhåndsbud som udgangspunkt ikke kan anvendes, hvis opgavens omfang overstiger 1 mio. kr. Der er dog en undtagelsesbestemmelse, hvis opgavens omfang har en sådan karakter, at den kun vanskeligt kan beskrives og dermed prissættes, hvilket kan være tilfældet for flere af de arbejder, der indgår i den aktuelle opgave.

Alle opgaver, der overstiger bygge- og anlægsgodkendelsens tærskelværdi, skal udbydes i henhold hertil. De formkrav, der er gældende for udbud i henhold til Tilbudsloven, er principielt også gældende for udbud for i henhold til bygge- og anlægsgodkendelsen. Hertil kommer krav om offentliggørelse af udbudet i EU-Tidende samt en række tidsfrister, der medfører, at udbudsprocessen som minimum må forventes at tage 3½ måned.

Det følger af ovenstående, at DD som udgangspunkt har pligt til at udbyde alle eksterne entreprenøropgaver.

7.4 Intern-ekstern arbejdsdeling

Som tidligere nævnt bliver der i forbindelse med udarbejdelsen af projektbeskrivelsen for hvert enkelt anlæg taget stilling til, hvilke opgaver der mest hensigtsmæssigt skal løses internt, og hvilke der skal løses ved hjælp af eksterne ressourcer.

Nedenstående er givet det foreløbige bud på en sådan fordeling:

Interne opgaver

- Udarbejdelse af projektbeskrivelse, arbejde med myndighedsgodkendelser mv.
- Anskaffelse/fremstilling af fjernbetjeningsudstyr, modificering af bygninger til dekommissionering mv.
- Udførelse af tilsyn og overvågning af sikkerhed og miljøhensyn ved arbejder, hvori der indgår håndtering af radioaktive materialer
- Projektering, ledelse og for nogle opgavers vedkommende udførelse af processer, hvori der indgår håndtering af radioaktive materialer
- Ansvar for arbejder vedrørende radiologisk sikkerhed
- Projektering, ledelse og udførelse af opgaver vedrørende håndtering af radioaktivt affald.

Eksterne opgaver

- Projektering og udførelse af arbejder til forbedring af infrastrukturen
- Projektering og udførelse af driftsfaciliteter (laboratoriefaciliteter, faciliteter til dekontaminering af forurenede genstande og mellemlager for radioaktivt affald)
- Projektering og udførelse af typiske installationsarbejder, VVS og el mv.
- Udførelse af tilsyn og overvågning af sikkerhed og miljøhensyn ved arbejder, der ikke omfatter håndtering af radioaktive materialer
- 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 forurenede jord og reetablering af pladsen efter afslutning af de enkelte arbejder.

7.5 Uddannelse af eksterne rådgivere og entreprenører

Eksterne rådgivere og entreprenører, der skal arbejde på Risø, skal evalueres m.h.t. behov for en indføring i strålingsbeskyttelse og helsefysiske forhold. Det indebærer, at de skal kende de elementære forholdsregler ved forskellige Risø-alarmer og vide, hvorledes de skal forholde sig ved arbejde og færden i helsefysisk klassificerede områder. Anlægshelsefysik kører i dag et introduktionskursus for nyansatte Risø-medarbejdere, og det vurderes, at dette kursus vil være velegnet også for eksterne medarbejdere.

Eksterne medarbejdere, der skal medvirke ved de i forhold til strålingsrisici mest kritiske arbejdsoperationer forudsættes at have et uddannelsesniveau, der sikrer, at de kan løse opgaven på et sikkerhedsmæssigt forsvarligt niveau. Såfremt dette ikke er tilfældet kan uddannelsen købes hos DD's afdeling for Anlægshelsefysik, der planlægger et uddannelsesforløb for de interne medarbejdere, der skal medvirke ved dekommissioneringen.

Kurset er planlagt til at omfatte otte undervisningsmoduler á ca. 2 timers varighed og 4 øvelsesmoduler á ca. 3 timers varighed. Gennem kurset får deltagerne en indsigt i de elementære principper for strålingsbeskyttelse samt indsigt i strålings- og kontaminationsniveauer, de heraf følgende strålingsdoser og deres betydning for den personlige risiko. Endvidere får man prøvet at udføre gammastrålingsmålinger med håndbårne instrumenter til vurdering af de arbejdshygiejniske forhold ved forskellige dekommissioneringsopgaver, specielt med henblik på pludseligt opståede unormale situationer, og hvilke forholdsregler der er nødvendige i sådanne situationer. Undervisningen vil således give deltagerne et samlet overblik over de væsentligste faktorer, der har indflydelse på eget arbejdsmiljø.

8 Lovgivningsmæssige rammer

Dekommissionering af nukleare anlæg er som al anden virksomhed her i landet underlagt gældende dansk lovgivning. I det følgende omtales den lovgivning som har særlig interesse i forbindelse med dekommissionering af DD's nukleare anlæg.

Ved dekommissioneringen skal der lige som ved anden aktivitet tages højde for lovgivningen inden for mange områder. Ved visse projekter og arbejdsgange mv. kan der være flere myndigheders krav, der skal tages højde for samtidig. For at sikre en optimering af løsninger vil der i fornødent omfang blive indkaldt til samlet drøftelse med alle involverede myndigheder.

De i det følgende nævnte love er hovedlovene; senere udstedte ændringslove indgår i lovgrundlaget, men er ikke nævnt specifikt. I de tilfælde hvor hovedloven og ændringslovene er sammenskrevet til en lovbekendtgørelse er denne anført i parentes.

8.1 Lovgivning vedrørende nukleare forhold

Drift og nedlæggelse af nukleare anlæg er reguleret ved:

- lov nr. 170 af 16. maj 1962 om nukleare anlæg (atomanlæg)
- lov nr. 332 af 19. juni 1974 om erstatning for atomskader (nukleare skader)
- lov nr. 244 af 12. maj 1976 om sikkerhedsmæssige og miljømæssige forhold ved atom-anlæg mv.

Lov nr. 170 er den grundlæggende lov for nuklear drift og sikkerhed selvom dele af loven er ophævet ved senere lovgivning. I kraft er definitioner på nukleare anlæg, bestemmelser vedrørende anlæg, drift, tilsyn og hjemmel til at stille vilkår vedrørende drift og nedlæggelse af nukleare anlæg samt straffebestemmelserne (det er §1 litra d, §2, §§4-8, §9 1. led og §§37-39). Øvrige definitioner vedrørende nukleare stoffer findes nu i lov nr. 332, hvori også bestemmelser vedrørende erstatninger i forbindelse med eventuelle nukleare uheld er anført.

I lov nr. 244 er kun §11 og §12 stk. 1 i kraft. Heri fastsættes at Miljøstyrelsen udøver myndighedskompetencen vedrørende nukleare anlæg. Ved senere ændring er myndighedskompetensen overført til Indenrigs- og Sundhedsministeriet, hvor den udøves af Nukleart Kontor i Beredskabsstyrelsen.

For arbejdet på nukleare anlæg gælder også:

- lov nr. 94 af 31. marts 1953 om brug mv. af radioaktive stoffer

I medfør af loven er udstedt bekendtgørelser om bl.a. dosisgrænser for ioniserende stråling, anvendelse af lukkede og åbne radioaktive kilder, transport af radioaktive stoffer og frigivelsesniveauer.

Myndighedskompetencen i henhold til loven indehaves af Statens Institut for Strålehygiejne i Indenrigs- og Sundhedsministeriet.

Myndighedsudøvelsen fra Nukleart Kontor og Statens Institut for Strålehygiejne i forhold til de nukleare anlæg er tæt knyttet sammen. Der er aftale mellem disse myndigheder og Risø om procedurer for sagsbehandling i medfør af disse love: Risø sender korrespondance parallelt til begge myndigheder, der så indbyrdes aftaler hvem af dem, der sørger for behandlingen. Sagsbehandlingen er i henhold til aftalen opdelt i følgende kategorier:

- Ansøgning om tilladelse
- Orientering før en ændring gennemføres
- Underretning efter en ændring
- Rapportering

I aftalen er opstillet kriterier for, hvilken kategori en given sag tilhører, og det er beskrevet, hvilke redegørelser, der skal foreligge og tidsmæssigt forløb.

8.2 Arbejdsmiljø-, miljø- og planlovgivning

For udførelse af arbejde af enhver art gælder:

- lov nr. 681 af 23. december 1975 om arbejdsmiljø (lovbekendtgørelse 784 af 11. oktober 1999)

I medfør af loven er udstedt en række bekendtgørelser om arbejdets udførelse, indretning af arbejds- og byggepladser, arbejde med farlige stoffer og materialer, specifikke forholdsregler ved bestemte arbejdsoperationer, brug af bestemte hjælpemidler, støj, personlige værnemidler og lægelig kontrol med ioniserende stråling. Myndighedskompetensen i henhold til loven indehaves af Arbejdstilsynet.

For beskyttelse af miljøet gælder:

- lov nr. 358 af 6. juni 1991 om miljøbeskyttelse (lovbekendtgørelse nr. 753 af 25. august 2001)

I medfør af loven er udstedt en række bekendtgørelser om bl.a. spildevand, udledning af miljøfarlige stoffer, støj, asbest, affald og genanvendelse. Myndighedskompetencen i henhold til loven indehaves – afhængig af sagens karakter – af den kommune eller den amtskommune virksomheden foregår i. For DD's vedkommende er det Roskilde Kommune og Roskilde Amtskommune.

For forurenede jord og genanvendelse af restprodukter gælder:

- lov nr. 370 af 2. juni 1999 om forurenede jord

Myndighedskompetencen indehaves af miljømyndighederne se ovenfor under lov nr. 358

For transport af farligt gods gælder:

- lov nr. 252 af 10. juni 1960 om luftfart (lovbekendtgørelse nr. 543 af 13. juni 2001)
- lov nr. 287 af 10. juni 1976 færdselsloven (lovbekendtgørelse nr. 712 af 2. august 2001)
- lov nr. 851 af 21. december 1988 om godskørsel (lovbekendtgørelse nr. 64 af 25. januar 2000)
- lov nr. 170 af 16. marts 1994 søloven (lovbekendtgørelse nr. 39 af 20. januar 1998)
- lov nr. 336 af 1. maj 1996 om jernbanesikkerhed

I medfør af lovene er udstedt bekendtgørelser om transport af farligt gods herunder radioaktive stoffer og om krav til sagkyndig rådgivning (sikkerhedsrådgiver).

I medfør af:

- lov nr. 388 af 6. juni 1991 om planlægning (lovbekendtgørelse 518 af 11. juni 2000)

er udstedt bekendtgørelse, hvori det foreskrives at der skal udarbejdes en VVM-redegørelse (vurdering af virkninger på miljøet) før nærmere angivne nukleare anlæg (reaktorer og anlæg til fremstilling af nukleart brændsel) kan dekommissioneres. Myndighedskompetencen indehaves for DD's vedkommende af Hovedstadens Udviklingsråd.

8.3 Lovgivning vedrørende byggeri

Statens byggevirkksomhed er reguleret ved:

- lov nr. 228 af 19. maj 1971 om statens byggevirkksomhed

I medfør af loven er udstedt en række bekendtgørelser om specifikke forhold vedrørende statens byggevirkksomhed. Nogle af disse gælder analogt for nedrivning af bygninger; det kan være om: gennemførelse, ydelser og honorering, pris og tid, nedrivning og kvalitetssikring. Myndighedskompetencen i henhold til loven indehaves af Erhvervs- og Boligstyrelsen.

For opførelse og nedrivning af bygninger gælder:

- lov nr. 323 af 26. juni 1975, byggeloven (lovbekendtgørelse 452 af 24 juni 1998)

Myndighedskompetencen indehaves af Erhvervs- og Boligstyrelsen, der for de fleste sagsområder har delegeret kompetencen til kommunalbestyrelserne, således at myndigheden for DD's vedkommende er Roskilde Kommune.

Staten har højhedsret over søterritoriet. Dette indebærer bl.a. at byggeri på dette (og analogt nedrivning af fx. Fjordkøleanlægget) er underlagt statens bestemmelser. Højhedsretten udøves af Trafikministeriet, der vedrørende byggeri har delegeret kompetencen til Kystdirektoratet.

For udbud af bygge- og anlægsopgaver, herunder nedrivningsopgaver gælder:

- lov nr. 366 af 8. juni 1990 om indgåelse af offentlige bygge- og anlægskontrakter og offentlige indkøb mv. (lovbekendtgørelse nr. 600 af 30 juni 1992)

og i begrænset omfang:

- lov nr. 450 af 7. juni 2001 om indhentning af tilbud i bygge- og anlægssektoren

Bestemmelserne i lov nr. 366 er udmøntet i bekendtgørelser med henvisning til bagved liggende EF-direktiv.

For samordning og fremgangsmåder ved indgåelse af kontrakter:

- bekendtgørelse nr. 799 af 10. november 1998 om samordning af fremgangsmåderne ved indgåelse af offentlige bygge- og anlægskontrakter i Den Europæiske union (Direktiv 93/37/EØF, og direktiv 97/52/EF) samt i begrænset omfang lov nr. 450 af 7. juni 2001 om indhentning af tilbud i bygge- og anlægssektoren.

For indkøb af tjenesteydelser:

- bekendtgørelse nr. 789 af 5. november 1998 om fremgangsmåderne ved offentlige indkøb af tjenesteydelser i Den Europæiske Union (Direktiv 92/50/EØF og direktiv 97/52/EF).

For indkøb af varer:

- bekendtgørelse nr. 788 af 5. november 1998 om fremgangsmåderne ved offentlige indkøb af varer i Den Europæiske Union (direktiv 93/36/EØF og direktiv 97/52/EF).

Regler for brandtilsyn, brandbeskyttelse, brandbekæmpelse og bekæmpelse af forureningsuheld herunder uheld med nukleare anlæg findes i:

- lov nr. 1054 beredskabsloven af 23. december 1992 (lovbekendtgørelse 912 af 2. oktober 2000)

Myndighedskompetencen indehaves af Indenrigs- og Sundhedsministeren, der vedrørende brandtilsyn, brandbeskyttelse, brandbekæmpelse og bekæmpelse af forureningsuheld har delegeret kompetencen til kommunalbestyrelserne så det i DDs tilfælde er Roskilde Kommune der er myndighed. Vedrørende bekæmpelse af virkningerne af uheld på nukleare anlæg ligger myndighedskompetencen hos Beredskabsstyrelsen.

8.4 Andre relevante bestemmelser

Udover dansk lovgivning vil DD i tilrettelægge sin virksomhed i overensstemmelse med internationale konventioner, standarder, anbefalinger og god praksis. De vigtigste er:

- Notifikation i henhold til Euratomtraktatens artikel 37
- International Atomic Energy Agency, Decommissioning of nuclear Power Plants and Research Reactors. IAEA Safety Guide No. WS-G-2.1
- International Commission on Radiological Protection, 1990 Recommendations of the international Commission on Radiation Protection, Publication 60
- International Commission on Radiological Protection, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4 Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 71 (1995)
- International Commission on Radiological Protection, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 72 (1995)
- Rådets Direktiv 96/29/Euratom af 13. maj 1997 om fastsættelse af grundlæggende sikkerhedsnormer til beskyttelse af befolkningens og arbejdstageres sundhed mod de farer, som er forbundet med ioniserende stråling.

9 Samarbejde med de nukleare og andre tilsynsmyndigheder

Drift og nedlæggelse af nukleare anlæg er reguleret ved en række love som omtalt i kapitel 8. I loven om sikkerheds- og miljømæssige forhold ved atomanlæg mv. fastsættes, at Indenrigs- og Sundhedsministeriet udøver myndighedskompetencen vedrørende nukleare anlæg ved Nukleart Kontor i Beredskabsstyrelsen (NUC). I medfør af loven om brug af radioaktive stoffer mv. er der udstedt bekendtgørelser om bl.a. dosisgrænser for ioniserende stråling, anvendelse af åbne og lukkede kilder og transport af radioaktive stoffer, og myndighedskompetencen indehaves af Statens Institut for Strålehygiejne i Indenrigs- og Sundhedsministeriet (SIS). I henhold til EURATOM traktaten har myndighederne også pligter vedrørende fastsættelse af sikkerhedsnormer og udarbejdelse af sikkerheds- og miljøvurderinger.

På grund af dekommissioneringsprojektets særlige karakter forudses det, at langt den største del af kontakten til myndigheder vil blive til de nukleare tilsynsmyndigheder, Nukleart Kontor i Beredskabsstyrelsen (NUC) og Statens Institut for Strålehygiejne (SIS). Der vil dog naturligvis også - som der hidtil har været under driften af anlæggene - være forhold, som sorterer under andre myndigheder så som Arbejdstilsynet, miljømyndigheder og brandmyndigheder.

9.1 Dekommissioneringsplaner og sikkerhedsvurderinger

EURATOM traktaten forudsætter blandt andet, at EU (Rådet) vedtager ensartede sikkerhedsnormer for al brug af ioniserende stråling, herunder nukleare anlæg og kontrol med nu-

kleart materiale. De ensartede sikkerhedsnormer udmøntes normalt i form af direktiver, der efterfølgende gennemføres i de nationale lovgivninger.

Efter traktatens artikel 37 skal hver medlemsstat forsyne EU-kommissionen med alle almindelige oplysninger vedrørende planer om dekommissionering af nukleare anlæg for derved at kunne afgøre, om iværksættelsen af denne plan kunne medføre radioaktiv forurening af et andet medlemslands vande, jord eller luftrum. Efter høring af en ekspertgruppe, afgiver Kommissionen en udtalelse inden for en frist på seks måneder.

Artikel 37 redegørelsen kan opfattes som en VVM-redegørelse for nabolandene til det land, som skal foretage dekommissioneringen af et nukleart anlæg. Redegørelsen skal indeholde vurderinger af strålingsdoserne til de nærmeste befolkningsgrupper i et naboland fra forventede driftsudslip af radioaktive stoffer til atmosfæren og til det akvatiske miljø under dekommissioneringen af det nukleare anlæg. Redegørelsen skal også vurdere mulige strålingsdoser til de samme befolkningsgrupper fra eventuelle uheldsudslip til atmosfæren eller der akvatiske miljø. SIS har ansvaret for udarbejdelsen af Artikel 37 redegørelsen til EU Kommissionen.

9.2 Fastsættelse af driftsbetingelser og kriterier

NUC og SIS er ansvarlige for udarbejdelsen af de regler og betingelser, under hvilken DD kan udføre sin virksomhed. Indledningsvis skal myndighederne sikre kontinuiteten ved overdragelse af ansvaret for de nukleare anlæg fra Forskningscenter Risø til DD, således at den nødvendige nukleare ekspertise til driften af anlæggene (i drift og under dekommissionering) er tilstede i DD, og således at organisationen vedrørende sikkerhed og beredskaber fortsat kan fungere. Denne proces omfatter bl.a. en vurdering og godkendelse af den sikkerhedsdokumentation, som DD har udarbejdet, og udarbejdelse af et sæt *Betingelser for Drift* (BfD) af DD's virksomhed. BfD indeholder en række bestemmelser og krav til driften af DD.

Strålingsbeskyttelseskrav

Rådet for Den Europæiske Union har under henvisning til traktaten om oprettelse af Det Europæiske Atomenergifællesskab (EURATOM), særligt artiklerne 31 og 32 m.m., defineret de grundlæggende normer til beskyttelse af befolkningens og arbejdstagernes sundhed mod de farer, som er forbundet med ioniserende stråling. Disse normer er blevet revideret og offentliggjort som et nyt basisdirektiv om strålingsbeskyttelse⁶. Revisionen er foretaget som følge af de seneste generelle anbefalinger fra den internationale strålingsbeskyttelseskommision, ICRP, der blev publiceret i 1990 (ICRP Publikation nr. 60). SIS udarbejder regler for strålingsbeskyttelse af arbejdstagere og befolkning baseret på dette strålingsbeskyttelsesdirektiv, og disse regler omfatter bl.a.:

- principper for begrænsning af strålingsdoser
- dosisgrænser for arbejdstagere og unge under uddannelse
- regler for strålingsbeskyttelse ved utilsigtet bestråling og bestråling i ulykkessituationer
- dosisoveryvågning af arbejdstagere m.v.

⁶ Rådets Direktiv 96/92/EURATOM af 13. maj 1996 om fastsættelse af grundlæggende sikkerhedsnormer til beskyttelse af befolkningen og arbejdstagernes sundhed mod de farer, som er forbundet med ioniserende stråling.

- dosisgrænser for befolkningen
- bestemmelse af ækvivalent dosis og effektiv dosis ved ekstern og ved intern bestråling

Udslipsgrænser

De nukleare tilsynsmyndigheder fastsætter grænser for udslip af radioaktive materialer til omgivelserne i forbindelse med drift og dekommissionering af nukleare anlæg. Udslipsgrænserne fastsættes for hvert af de enkelte nukleare anlæg, og de er baseret på en dosisbinding til den kritiske gruppe på 50 μSv pr. år fra udslip fra hvert enkelte anlæg. Samtidige udslip fra flere anlæg skal respektere en dosisbinding på 100 μSv pr. år. Eksempler på udslipsgrænser er 1000 TBq/år ^3H og 1 TBq/år ^{60}Co til atmosfæren samt 1000 TBq/år ^3H til Roskilde Fjord.

De nukleare tilsynsmyndigheder vil endvidere fastsætte regler for særskilt rapportering af udslip til omgivelserne med udgangspunkt i forventede årlige udslip (Expected Annual Discharge, EAD). Hvis udslippet fra et nukleart anlæg har overskredet eller forventes at ville overskride værdien af EAD i løbet af en måned, skal der udarbejdes en særskilt rapport til de nukleare tilsynsmyndigheder.

Frigivelsesniveauer for affald

SIS udsteder tilladelser til bortskaffelse, genvinding eller genanvendelse af radioaktive stoffer. Indenrigs- og Sundhedsministeriet har i bekendtgørelse nr. 192 af 2. april 2002 om undtagelsesregler fra lov om brug m.v. af radioaktive stoffer defineret *frigivelsesniveau* som et niveau til angivelse af, hvornår et radioaktivt stof i praksis kan frigives som ikke-radioaktivt. Disse frigivelsesniveauer udtrykkes i aktivitetskoncentration og/eller samlet aktivitet af et radioaktivt stof. Frigivelsesniveauer fastsættes af Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålehygiejne).

I bekendtgørelsens kapitel 3 om frigivelse af radioaktive stoffer er følgende krav fastsat:

§ 12. Bortskaffelse, genvinding eller genanvendelse af radioaktive stoffer, som hidrører fra en besiddelse, der er omfattet af kravet om tilladelse fra Sundhedsstyrelsen i henhold til § 1, stk. 1, i radioaktivtetsloven og denne bekendtgørelse, kræver uanset aktivitetsmængden tilladelse fra Sundhedsstyrelsen.

Stk. 2. Undtaget herfra er dog bortskaffelse, genvinding eller genanvendelse af radioaktive stoffer, som sker i overensstemmelse med regler fastsat af Sundhedsstyrelsen for et givet anvendelsesområde af radioaktive stoffer.

Stk. 3. Ved udstedelse af tilladelser til eller fastsættelse af regler for bortskaffelse, genvinding eller genanvendelse af radioaktive stoffer skal der tages hensyn til de principper, der er beskrevet i bilag 3. Sådanne tilladelser kan dække enkelttilfælde eller typer af ensartede frigivelser over længere tidsrum inden for samme virksomhedsområde. Sundhedsstyrelsen kan opstille betingelser om bl.a. karakterisering og måling af materialerne før frigivelse samt om dokumentation og kvalitetssikring.

Stk. 4. I forbindelse med frigivelse af faste, menneskeskabte radioaktive stoffer er det ikke tilladt at foretage fortynding med henblik på at opfylde et givent frigivelsesniveau.

Frigivelse af affald fra dekommissioneringen af Risø's nukleare anlæg falder ind under "typer af ensartede frigivelser over længere tidsrum inden for samme virksomhedsområde".

Frigivelsesniveauer for bygninger og landområder

SIS udsteder kriterier for frigivelse af bygninger og landområder, der som følge af driften af de nukleare anlæg, har været kontamineret med radioaktive stoffer. Dosisbindingen for fastsættelse af udslipsgrænser kan eventuelt bruges til at fastsætte frigivelsesniveauer for kontamineret land, jf. afsnit 14.1. En anden mulighed er at anvende samme dosiskriterium som for frigivelse af affald, nemlig 10 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ sammen med ikke alt for konservative scenarier.

9.3 Tilsyn med dekommissioneringsprocessen

SIS og NUC har tilsynspligten i forbindelse med DD's drift. Det betyder i praksis, at myndighederne løbende skal vurdere de rutinemæssige rapporterede doser til personalet og udslip af radioaktive stoffer til omgivelserne. Endvidere skal de vurdere eventuelle ekstraordinære rapporteringer af unormale forhold af sikkerhedsmæssig karakter som eksempelvis forhøjede persondoser, forøgede udslip af radioaktive stoffer o. lign. SIS og NUC kan til enhver tid uanmeldt komme på besøg i DD og anmode om at inspicere operationer, måleudstyr, dokumenter etc.

Det er i øjeblikket aftalt med de nukleare tilsynsmyndigheder, at operationer med større sikkerhedsmæssigt islæt i forbindelse med dekommissioneringen af de nukleare anlæg eller større driftsmæssige eller organisatoriske ændringer efter en sikkerhedskomitebehandling skal forelægges myndighederne, enten til orientering eller til en egentlig godkendelse. Efter den egentlige iværksættelse af dekommissioneringen vil en ny aftale blive forhandlet. Såfremt der viser sig behov herfor, vil lignende aftaler blive søgt etableret med andre myndigheder.

10 Faciliteter til dekommissionering

En række driftsfaciliteter skal etableres, inden dekommissionering af de nukleare anlæg kan påbegyndes. Målelaboratorier skal indrettes til karakterisering af det radioaktive affald samt til målinger af det affald, som forventes at kunne frigives. Afskærmede faciliteter med fjernbetjent udstyr skal etableres til blandt andet håndtering af de indre konstruktionsdele i reaktorerne. Dekontamineringsfaciliteter kan benyttes til at reducere de radioaktive affaldsmængder. Et mellemlager til opbevaring af affaldet skal bygges, da der ikke i dag eller inden for de nærmeste år foreligger eller vil foreligge et slutdepot, som kan modtage det radioaktive affald. Herudover vil det være nødvendigt at etablere en facilitet, eventuelt en uisoleret stålbuehal til midlertidig opbevaring af containere, køretøjer m.v.

10.1 Laboratorier

Der planlægges med indretning af et målelaboratorium i bygning 208 til karakterisering af indholdet af radioaktive stoffer i radioaktivt affald og opførelse af et målelaboratorium til kontrolmålinger af, at potentielt ikke-radioaktivt affald ikke indeholder radioaktive stoffer, der overstiger de nukleare tilsynsmyndigheders fastsatte kriterier for ubetinget frigivelse.

10.1.1 Målelaboratorium til karakterisering af radioaktivt affald

Ved dekommissionering af de nukleare anlæg skal indhold af radionuklider i det producerede affald kunne dokumenteres. I kapitel 13.2 er listet en række metoder, som kan benyttes til dette formål. Ved kendskab til affaldets forhistorie samt brug af beregningsmodeller og akti-

vitetsmålinger vil der kunne opstilles et isotopinventorium over affaldet som skal sendes til slutdepot.

Aktivitetsmålingerne skal foretages i et dertil indrettet målelaboratorium. Det planlægges at indrette en eksisterende bygning på Risøs ø-del som målelaboratorium. Laboratoriet skal indeholde en facilitet til modtagelse og håndtering af prøverne. Neddeling af prøverne ved brug af saks, sav, kniv eller boremaskine kan blive nødvendig. Arbejdet skal foregå i handskeboks med udsugning og eventuel afskærmning. Med prøverne skal følge nøjagtig dokumentation af prøvernes oprindelse og placering i anlægget under nedrivning. De neddelte prøver nummereres samt arkiveres i et afskærmet prøvebibliotek på laboratoriet. Registreringer og beregnede resultater for hver enkel prøve lægges ind på database. Det er naturligvis vigtigt at en oversigt over mængder og placering af nedrivningsaffald, som den pågældende prøve refererer til, ligeledes indgår i databasen.

Prøverne skal måles med γ -spektrometer i en afskærmet fast måleopstilling. Det påtænkes at afstanden mellem prøve og detektor er så tilpas stor, at prøvegeometri er underordnet. Prøven vil formentlig skulle rotere rundt om sig selv under tællingen. Det overvejes at anskaffe et aktivt γ -system, hvor et mål af prøvens densitet samtidig bestemmes ved gennemstråling fra en ekstern kobolt kilde. Med bedre kendskab til prøvens selvafskærmning, vil en mere nøjagtig måling kunne opnås.

Det kan blive nødvendigt at bestemme indhold af α - og β -emittere med lange halveringstider. Destruktive analyser skal benyttes for at kunne isolere de aktuelle isotoper, inden de tælles på spektrometer. Der skal således være en facilitet i laboratoriet, hvor det er muligt at arbejde med koncentrerede syrer i stinkskab.

For konstruktionsmaterialer der er blevet aktiveret, kan indhold af radioaktive isotoper beregnes med brug af aktiveringsprogrammer og ud fra kendskab til indhold af sporstoffer i konstruktionsmaterialerne. Bestemmelse af sporstoffer foretages i samarbejde med Risø/NUK ved brug af ICP-MS og AAS. Metoder til oplukning af konstruktionsmaterialer mm (beton, aluminium, stål, bly og grafit) skal udvikles. En arbejdsgruppe med deltagelse af RD og NUK er allerede i gang med at se på dette arbejde. Gruppen ser ligeledes på udvikling af praktisk anvendelige metoder til måling af ^3H , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{63}Ni ved brug af scintillationstæller. Praktisk anvendelse af disse metoder skal formentlig ikke foregå i nærværende målelaboratorium, men sammen med de øvrige målinger og beregninger, vil de indgå til opstilling af et tilfredsstillende aktivitetsinventorier over det lav- og mellemaktive dekommissioneringsaffald.

10.1.2 Low-level laboratorium til frigivelsesmålinger

Kontrol af potentielt ikke-aktivt affald fra dekommissioneringen af de nukleare anlæg skal baseres på gammaspektrometriske målinger med store germaniumdetektorer. Analyser for indhold af α - og β -aktive stoffer og eventuelle tungmetaller, hvis der er formodning om indhold heraf, vil blive udført på grundlag af prøvetagning med efterfølgende laboratorieanalyser.

Det nye målelaboratorium skal placeres i en tilpas stor afstand fra DR 3 og andre strålingskilder, så eksterne gammastrålingsfelter fra operationer i forbindelse med dekommissioneringen ikke kan virke forstyrrende på målingerne. På den anden side bør laboratoriet ikke placeres så langt væk fra DR 3, at transport af store emner vanskeliggøres.

Laboratoriet skal forsynes med adgangsforhold, der tillader adgang for gaffeltruck/traktor, og der skal installeres en kranfacilitet af passende størrelse samt et opspændingsbord, der skal kunne rotere emnet under måling. Affaldet transporteres til målelaboratoriet på gaffeltruck, lastbil etc.

Målemetoderne til bestemmelse af lave koncentrationer af radioaktive stoffer i affald skal kvalitetssikres efter gældende ISO-standarder. De nukleare tilsynsmyndigheder skal godkende hele proceduren for kontrol og frigivelse af ikke-radioaktive materialer, før de vil udstede generelle frigivelsesniveauer for ikke-radioaktivt affald.

Laboratoriet skal klassificeres som et "low-level" laboratorium med omklædnings- og bade-faciliteter, så aktivitet fra Risø-området udelukkes fra laboratoriet. Der bliver således tale om en "omvendt" klassifikation sammenlignet med den kendte hvid/blå/rød forureningsklassifikation af arbejdsområder på Risø, hvor formålet er at holde radioaktiv forurening inde i de helsefysisk klassificerede områder.

10.2 Fjernbetjent udstyr til dekommissionering af de nukleare anlæg

Det vil være nødvendigt at anvende fjernbetjent udstyr til nedbrydning/rengøring af de mest aktive dele af de nukleare anlæg for at reducere strålingsdoserne til personalet. Sådant udstyr kan f.eks. omfatte skærebassiner med flere meters vanddybde, hvori de aktive dele kan opskæres, robotudstyr til fjernbetjent sandblæsning (eller anden overfladebehandling) af de indre overflader i betoncellerne, specialfremstillede blyafskærmede containere til at udtage, rumme og aflevere stærkt radioaktive dele samt afskærmningsmure eller afskærmede celler med manipuleringsfaciliteter. Der vil under alle operationer, uanset om der anvendes fjernbetjening eller afskærmning, være helsefysisk overvågning af personalet.

Reaktor DR 3

De indre konstruktionsdele i reaktor DR 3 har igennem 40 års drift været udsat for en intens bestråling med neutroner. Som følge heraf er de blevet stærkt radioaktive ved neutronaktivering, og de kan ikke skæres i mindre stykker i fri luft. Det drejer sig først om fremmest om gammastrålingen fra ^{60}Co , men andre isotoper som $^{152+154}\text{Eu}$ kan bidrage til doserne, og ^3H kan bidrage til doser fra indånding. Det bliver derfor nødvendigt at anvende fjernbetjent udstyr, når de indre dele af reaktoren skal skæres op og placeres i affaldsenheder, da gammastrålingsniveauet i de mest aktive dele kan være op til 1 mSv pr. sekund i nogle meters afstand, og dette kan medføre alt for store persondoser, hvis komponenten håndteres i fri luft.

Mens afskærmning, ventilation og containment er intakte, kan man med fjernbetjent udstyr skære de indre, aktive dele væk f. eks. med spåntagende udstyr eller små rundsave, og fjerne dem enten fjernbetjent eller afskærmet i flasker. DD's personale har erfaring i sådanne operationer fra reaktorens levetid, idet der flere gange er udskiftet udstyr som linere og plugs. Ved disse operationer er der anvendt en kombination af fjernbetjening og afskærmning, og reaktortpersonalet har selv fremstillet det nødvendige udstyr. Da det primære kølesystem var utæt, blev det tætnet ved at indsætte en aluminiumsprop; dette skete med fjernbetjening fra reaktortoppen med udstyr fremstillet til formålet. Efterfølgende blev indersiden af reaktortanken undersøgt for korrosion ved hjælp af fjernbetjent udstyr, der blev bevæget rundt langs tanken med en multiakse-manipulator. Udstyret var computerstyret og der var kameraovervågning af operationerne. Dette system med udstyr blev sat ind gennem et brændselselementhul efter at være afprøvet i en mock-up opstilling. Det var et eksternt firma, der stod for projektet,

men det blev gennemført med hjælp af reaktorens personale. Figur 10.1 viser en tegning af reaktortanken med undersøgelsesudstyret indsat.



Figur 10.1. Illustration af DR 3's reaktortank med forsøgs- og bestrålingsrør men uden brændselselementer. Det fjernbetjente udstyr til undersøgelse af tankens inderside ses i tegningens højre side.

Nedbrydningen af de indre dele af reaktoren kan startes med fjernelse af undersiden på topshield; herved fjernes det materiale, der er meget radioaktivt. Det afskårne materiale placeres så vidt muligt direkte i standardaffaldsbeholdere tættest muligt på nedbrydningsstedet.

Visse af de stærkt radioaktive konstruktionsdele kan med fordel skæres i mindre stykker i et vandbassin ved hjælp af specialfremstillet undervandsværktøj. Vand yder en god afskærmning mod gammastråling og muliggør ved sin gennemsigtighed, at skærende operationer kan udføres og overvåges visuelt under flere meter vand. Det kræver dog, at man kan transportere disse aktive dele til bassinet enten fjernbetjent eller afskærmet i flasker. De neddelte komponenter pakkes i drænbare metalkurve, der passer ned i standardaffaldsbeholderne. Af hensyn til strålingen fra de opskårne komponenter foregår transporten til standardaffaldsbeholderne i fornødent omfang fjernbetjent og bag fleksible afskærmningsvægge.

Princippet i metoden er blevet anvendt i AH-hallen på DR 3 til skæring af brændselselementer, hvor selve brændselszonen er blevet adskilt fra den tilhørende plug. Dette er illustreret i Figur 10.2.



Figur 10.2. Skæring af et brændselement i skærebassinet i AH-hallen på DR 3.

Hot Cell anlægget

Restaktiviteten i betoncellerne på Hot Cell anlægget er spredt diffust over gulve, borde og vægge. Hovedparten af aktiviteten, dvs. mere end 90%, befinder sig i cellerne 1 - 3. Det drejer sig primært om fissionsprodukterne ^{90}Sr og ^{137}Cs samt aktiniderne $^{238+239+240}\text{Pu}$, $^{241+243}\text{Am}$ og ^{244}Cm . Ud over disse nuklider befinder der sig mindre aktivitetsmængder af ^{134}Cs og ^{154}Eu . ^{60}Co optræder både som aktiveringsprodukt i resterne fra bestrålet reaktorbrændsel og som Co-piller fra produktionen af terapikilder til danske hospitaler.

Ved en fremtidig oprensning og nedbrydning af cellerne vil personalet kunne få relativt store doser over kort tid. Den gennemsnitlige gammadosishastighed i cellerne 1 - 3 er af størrelsesordenen 0,1 - 0,2 mSv pr. minut. Enkelte 'hot spots' i cellerne giver en gammadosishastighed tæt på kilden af størrelsesordenen 1 - 2 mSv pr. minut. Overfladeforureningen i betoncellerne 1 - 3 kan medføre doser fra indånding af ophvirvlet materiale på op til 1 - 10 mSv pr. minut, hvis der ikke bruges åndedrætsbeskyttelse under oprensningsarbejdet. Mere end 90% af de potentielle indåndingsdoser vil komme fra aktiniderne.

Før oprensningen begynder, er det nødvendigt at etablere afsugning og filtreret ventilation, så aktiviteten ikke kan spredes uden for cellerne under rengøringen. Det vil være nødvendigt med en fjernbetjent manipulator/robot, der kan betjene alle cellerne og som også dækker et areal for enden af cellerækken, hvor affaldsbeholdere kan anbringes.

Anvendelse af robotudstyr til cellerengøring i form af sandblæsning, shot-blasting el.lign. vil være nødvendigt i cellerne 1 - 3 for at nedbringe strålingsniveauerne mærkbart, inden personalet får adgang til cellerne. Ved hjælp af støvsugning vil det være muligt at fjerne det radioaktive materiale til anbringelse i standardaffaldsbeholdere. Herefter kan det i specielle situationer være påkrævet, at personalet bliver ikklædt frømandsudstyr eller lignende åndedrætsbeskyttelse, når der skal arbejdes i cellerne.

Centralvejslageret

En del af de eksisterende affaldsenheder i Centralvejslageret indeholder enheder med store aktivitetsmængder, bl.a. store ^{60}Co -kilder fra bestrålingsanlæg. Når disse enheder skal udtas-

ges og overføres til standardaffaldsbeholdere skal det bl.a. ske ved hjælp af afskærmede containere ("flasker") og andet afskærmet hjælpeudstyr. De udtagne dele fra Centralvejslageret skal endvidere anbringes i en afskærmning inden i standardaffaldsbeholderen.

Udstyr til fjernbetjening

Der vil formodentlig være brug for tre forskellige større typer af "robot"udstyr, nemlig til hhv. undersiden af topshield, reaktortanken og cellerne i Hot Cell. Derudover er der brug for mindre udstyr tilpasset forskellige opgaver. Priserne på sådant udstyr til fjernbetjening må forventes at ligge på 0,1 til 5 Mkr. Noget af udstyret vil kunne købes eller lejes, men det må forudses, at det skal suppleres af dele, som skal fremstillet af eget personale.

10.3 Faciliteter til dekontaminering af forurenede genstande

Affaldet fra dekommissioneringen af Risøs nukleare anlæg vil optræde i mange forskellige former. De største mængder vil være som beton-, grafit-, bly- eller stålaffald.

De emner, der indeholder store mængder af radioaktive stoffer, vil blive neddelt så tæt på nedbrydningsstedet som muligt (se afsnit 10.2).

De mindre aktive dele af disse komponenter kan eventuelt med fordel dekontamineres således at ikke-aktive dele kan frasorteres. Det kan forudses, at aktiviteten i mange tilfælde vil være koncentreret i en mindre del af de enkelte enheder. Det vil derfor med fordel være muligt at fjerne den aktive del ved forskellige metoder såsom opdeling, sandblæsning, højtryksspuling etc. Til dette formål skal der indrettes en facilitet, hvor kontamineret materiale med lavt strålingsniveau kan dekontamineres.

Ved dekontamineringen af de enkelte emner tilstræbes det, at aktiviteten ikke spredes; derfor foretrækkes det at bruge klipning eller spåntagende skæring ved fjernelse af aktiverede dele af komponenter og ved fjernelse af fastsiddende kontamination. For nogle typer af dekontaminering kan det være nødvendigt, at det forgår i en kabine i en fugtig atmosfære og med af-sugning gennem et aktivt filter. Neddelingen skal i visse tilfælde foregå afskærmet f.eks. med vand som afskærmning. Dette kan foregå i vandbassiner. Heri kan fjernbetjent udstyr med skærende, klippende eller slibende værktøjer nedsænkes til brug for opgaven. Et sådant bassin skal udstyres med både partikelfiltre og 2 ionbyttere, dels for at holde vandet klart og rent, dels for at fjerne radioaktive småpartikler, der frigøres ved dekontamineringen. De to ionbyttere skal stå i reserve for hinanden. Hver af disse skal kunne oprense, genskabe sigtbarheden og nedbringe radioaktivitetsniveauet på maksimum 10 minutter. Skærebassinet i AH-hallen på DR 3 (se Figur 10.2) vil efter en udbygning være velegnet til formålet.

Ved ikke-fastsiddende overfladekontamination afvaskes overfladerne med rent vand under højt tryk - op til 2000 bar – i specielt indrettede vaskekabiner. Det skal være muligt at kunne genbruge vaskevandet. Fra disse kabiner ledes vaskevandet gennem filtre til aktive tanke, hvor vandet slutbehandles på normal vis på Behandlingsstationen. Filtrene skal eventuelt kunne afskærmes og skiftes fjernbetjent.

Til brug ved rengøring af bygninger og større komponenter findes mobiludgaver af udstyr til 2000 bars højtryksrensning. Til opsamling af spulevandet og de løsrevne fragmenter findes industrielle slamsugere. Fragmenterne filtreres fra vandet før det ledes til aktivtanke.

En alternativ metode til rensning af bygninger og vejoverflader er shot-blasting, som er en form for sandblæsning, hvor sandet er erstattet af stålkugler. Stålkuglerne recirkuleres i systemet og de løsrevne fragmenter suges ud gennem en slange og gennem et filter. I 1984 blev der på Risø gennemført forsøg, hvor det blev undersøgt, hvor effektiv metoden var over for radioaktive stoffer spredt på forskellige former for vejbelægning. Ved blot en enkelt behandling kunne der fjernes ca. 50 % af en påført radionuklid. På Figur 10.3 ses selve maskinen og en illustration af effektiviteten.



Figur 10.3. Forsøg med shot-blasting på Risø.

Dekontamineringsopgaverne kræver en bygning på omkring 800 m² med fleksible indretnings- og afskærmningsmuligheder samt fuld krandækning med minimum otte meter under krogen. Krandækningen skal række uden for bygningen, således at direkte kørsel ud og ind af bygningen undgås. Er det økonomisk fordelagtigt, vil der gøres brug af eksisterende bygningsmasse med de nødvendige om- og tilbygninger, eksempelvis den eksisterende AH-hal på DR 3.

Bygningen skal indeholde flere kar til neddykning af emner på 2 - 4 m³, og der skal indrettes kabiner til sandblæsning, shot-blasting, højtryksrensning (0 - 2000 bar) og skære- og klippefaciliteter. Alt udstyr skal kunne betjenes både manuelt og fjernbetjent. I bygningen skal der være et afskærmet område, hvor emnerne kan kontrolleres for restaktivitet efter behandlingen, således at det kan afgøres, om der eventuelt skal ske en yderligere bearbejdning før emnet transporteres til low-level laboratoriet til frigivelsesmålinger (se afsnit 10.1). Til bygningen hører endvidere et antal gaffeltrucks med specielt løfte- og håndteringsudstyr.

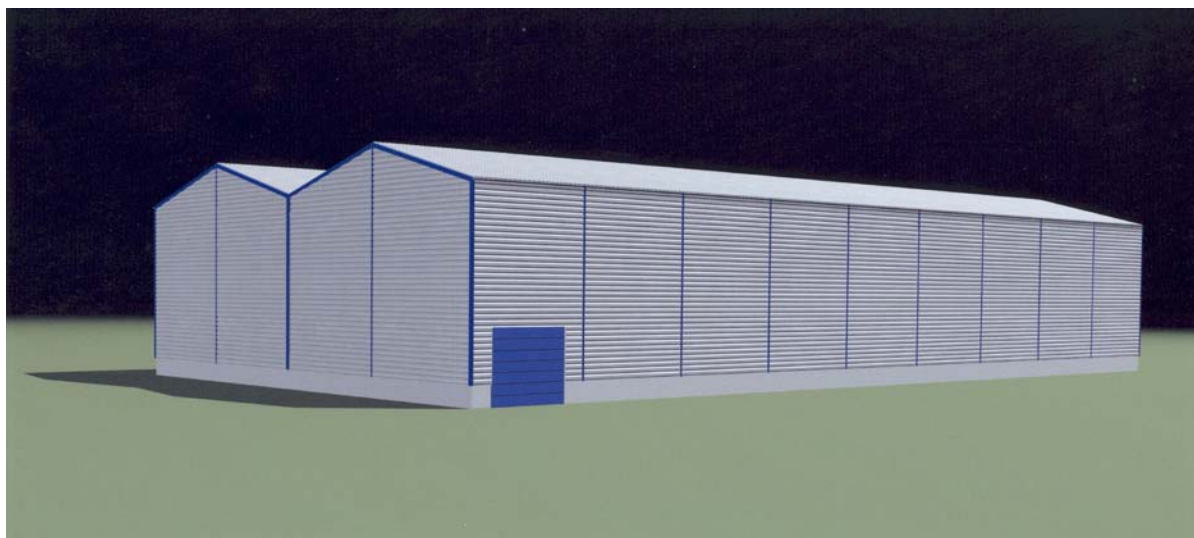
Ved dekommissioneringsopgaverne vil der i størst muligt omfang gøres brug af industrielt standardudstyr. Ved specielle opgaver, som f.eks. fysisk komplicerede adgangsforhold eller ved bearbejdning af emner bag afskærmning eller under vand, udbygges standardudstyret med specielt designet værktøj eller hele standardudrustningen indbygges i en speciel enhed. Ved at bruge standardudstyr sikres nem mulighed for servicering og adgang til reservedele, ligeledes undgår man krævende afprøvninger og kvalitetssikring af en prototype, da standardudstyr oftest vil være afprøvet udstyr, der er fremstillet i større styktal.

10.4 Mellemlagre for radioaktivt affald

Ved dekommissionering af de nukleare anlæg på Risø vil den omtrentlige mængde lav- og mellemaktivt affald udgøre ca. 1200 m³ [11], som skal håndteres på forsvarlig vis og i henhold til nationale og internationale rekommandationer. Det er i dag i Danmark ikke muligt at deponere affaldet eller lagre det på eksisterende lagre (kapacitetsproblem). Da et slutdepot først kan forventes at være til rådighed en del år ud i fremtiden, skal der for at gennemføre en praktisk dekommissionering forefindes et mellemlager, der kan rumme affaldsenheder med dekommissioneringsaffald. Dimensioneringen af mellemlageret afhænger af affaldsenhedernes antal og størrelse samt tidsforløb hvormed affaldet fremkommer i forhold til hvornår slutdepotet vil være til rådighed. Såfremt det korte dekommissioneringsscenario vælges, skal der benyttes 500-700 af de i afsnit 0 omtalte betonbeholdere til opbevaring af dekommissioneringsaffald. Dette forudsætter imidlertid effektiv pakning samt frasortering af inaktivt affald.

Mellemlagret skal benyttes indtil det er muligt at overflytte affaldsenhederne til et slutdepot. Hvornår dette står færdigt er uvist. IAEA anbefaler en designkapacitet for mellemlagre på minimum 10 år til lande uden slutdepoter [12]. Lagerets designlevetid vil typisk ligge inden for 30-50 år.

Den arbejdsgruppe i RD som har set på mulige typer af affaldsenheder til opbevaring af dekommissioneringsaffald, har kort berørt design og placering af et mellemlager for dekommissioneringsaffald. I gruppen er der enighed om at bygge en uopvarmet dobbelt lagerhal som skitseret på Figur 10.4 noget i lighed med det nuværende lager for lavaktivt affald på Risø.



Figur 10.4 Modelfoto af mellemlager for radioaktivt affald

I hallens ene del opbevares affaldsenhederne i den anden opbevares tomme enheder og der er her mulighed for at foretage forskellige arbejdsoperationer. Lageret bør placeres i nærheden af de anlæg, som skal dekommissioneres. Præliminære jordbundsundersøgelser har vist at området ved hjørnet af Centralvejen og Tværvejen ned til Behandlingsstationen (op mod knusehuset ved tailingsbassinerne) kan benyttes til formålet. Erfaringer fra brug af den nuværende lagerhal ved Behandlingsstationen er indgået i overvejelserne. Til facader og tag kan benyttes profiler af henholdsvis stål- og aluminiumplader. Isolering og indvendig beklædning med gipsplader kan eventuelt udføres. Tørring af luften i hallen er påkrævet for at

reducere mulighed for kondensproblemer på overflader af affaldsenhederne. Nødvendighed for etablering af ventilation skal vurderes på grund af risiko for ophobning af uønskede korrosionsgasser og/eller radon i hallen. Som ved den eksisterende lavaktive lagerhal opbygges gulvkonstruktionen af 20 cm beton, drænfilt, membran ovenpå 15 cm beton samt ca. 2,5 m komprimeret grus. Gulvkonstruktion kan eventuel gøres 1,5 gange større end lageret for at imødekomme en mulig udbygning senere. Det antages at tidsforbrug til projektering inklusiv myndighedsbehandling og byggetid vil være ca. 12-14 måneder. Projektet skal godkendes af Statens Institut for Strålehygiejne samt af Teknisk Afdeling ved Roskilde Kommune.

Henstand på mellemlagret anses for en passiv tilstand, der ikke ændrer på affaldsenhedernes egenskaber (bortset fra radioaktivt henfald). Lageret skal yde beskyttelse af personale, befolkningen og omgivelserne mod radiologiske påvirkninger fra affaldet. Lageret skal designes så der er mulighed for at kontrollere gas- eller væske udsivning fra affaldsenheder. Sumpe i lagerets gulv etableres og kontrolleres for væskekontamination.

Håndtering af affaldsenheder på mellemlageret sker primært med traverskran, blandt andet for at minimere doser til personalet. Enhederne forventes stablet i 3 lag, hvor enheder med lavt eller ingen eksternstråling anbringes langs lagerets yderkanter, så strålingen på bygningens ydersider bliver mindst mulig. Enheder med højere ekstern stråling kan eventuel isoleres bag særlig afskærmning. Ved stabling skal behov for at have mulighed for visuel inspektion (evt. kamera) af hver enkelt enhed vurderes. Visuel inspektion af hver enkelt beholder kan være ønskelig ved langtids mellemlagring, men det vil fordyre hallens pris væsentligt. Isolering af beholdere med bestemt type indhold kan eventuelt reducere antallet af beholdere, som skal kunne inspiceres.

Hver affaldsenhed mærkes tydeligt med farve og nummer. Farven fortæller personalet om enhedens eksterne strålings niveau (lav, mellem, høj). Nummeret registreres i en database, hvorefter fremgår: affaldets art og oprindelse, total indhold af radioisotoper, ekstern stråling, vægt, konditioneringsmetode og enhedens præcise placering på lageret. Databasen findes både elektronisk og i papirform.

Ved design af lageret skal der tages hensyn til brandrisiko samt mulighed for indgreb ved uheld med håndtering af affaldsenhederne. Brandrisiko ved materialevalg til lageret bør indtages. Affaldsenheder indeholdende brændbart materialer bør eventuelt isoleres og koncentration af brændbare korrosionsgasser bør minimeres.

Lageret skal både kunne modtage færdig konditionerede og foreløbig pakkede affaldsenheder. For nogle enheder kan det være en fordel at vente med at konditionere til slutdepotet står klar, da det således er muligt indtil da at få fat på affaldet i enhederne. For større ISO-containerer med affald med meget lav aktivitet, kan det ligeledes være en fordel at vente med konditionering pga. enhedernes væsentlige vægtforøgelse.

11 Kvalitetssikring

Kvalitetssikring er at skabe tillid til at opgaven løses i overensstemmelse med indgåede aftaler og myndighedskrav. Dette gøres ikke kun ved at kontrollere måleresultater men ved at styre kvaliteten i alle led i DD mod de mål som er et resultat af kvalitetspolitikken. Kvalitetssikringen er alles ansvar og derfor skal alle drages ind i arbejdet.

11.1 Kvalitetsstyringssystem

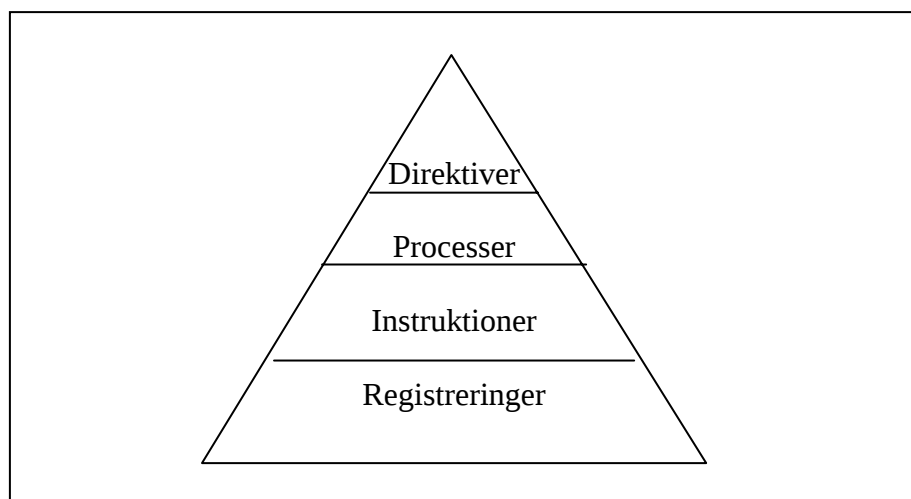
DD har besluttet at implementere et certificeret kvalitetsstyringssystem i overensstemmelse med DS/EN ISO 9001:2000 som skal omfatte hele virksomheden. Denne standard indeholder en række krav som netop fokuserer på forudsætningerne for at den ønskede kvalitet kan opnås. Standarden indeholder følgende hovedpunkter:

- Kvalitetsstyringssystem
- Ledelsens ansvar
- Styring af ressourcer
- Produktfrembringelse
- Måling, analyse og forbedring

Da standarden er generisk passer den til alle virksomheder med passende fortolkning af enkelte begreber, f.eks. produkt, kunder, produktion og service.

Selvom der er en række specielle krav til nuklear virksomhed vil styring af DD's virksomhed ikke adskille sig væsentlig fra styring af andre virksomheder. Disse specielle krav, hvoraf de fleste har været indeholdt i Risøs Regelsystem i forbindelse med driften af de nukleare anlæg, vil være et supplement til standardens krav.

Da DD's regelsystem skal være kendt i hele organisationen er det bestemt at organisere dokumenterne i en konventionel pyramidestruktur.



Figur 11.1 Dokumentstruktur

11.1.1 Dokumentstyring

Strukturen indeholder forskellige dokumenttyper:

- Eksterne dokumenter
 - Love
 - Myndighedskrav
 - Internationale og nationale standarder
- Interne dokumenter
 - Systemdokumenter
 - o Politikker
 - o Direktiver
 - o Procesbeskrivelser (Procedurer)
 - o Planer
 - o Instruktioner
 - o Registreringer
 - Måleresultater
 - Analyser
 - Rapporter
 - Registreringer vedr. medarbejdere
 - Registreringer vedr. måleudstyr
 - Registreringer vedr. affald
 - Certifikater
 - osv.

Eksterne dokumenter styres af udstederen men DD vil identificere udstederen og styre distributionen i virksomheden.

Systemdokumenterne er rygraden i regelsystemet og de skal styres iht. en dokumenteret procedure. Da de jævnligt vil blive opdateret, skal de versionsstyres. Dvs. indholdet skal være godkendt inden udstedelse, ændringerne skal identificeres og det skal sikres at kun gyldige udgaver er umiddelbart tilgængelige. For at sikre tilgængelighed på alle arbejdssteder distribueres de elektronisk.

Politikker og direktiver udstedes af direktionen og er de overordnede regler vedr. DD's drift og løsning af opgaverne.

Procesbeskrivelser udstedes af afdelingslederne og beskriver de forretningsgange som er nødvendige for at opfylde direktiverne og sikre en effektiv drift af DD. Processer er en række aktiviteter som vedrører flere funktionsområder. Den funktion som er modtager af processens output er processens ejer, hvilket vil motivere til processens vedligeholdelse. På samme tid er de øvrige funktioner underlagt standardens krav om "kundefokus" over for de interne kunder.

Planer og konstruktionstegninger betragtes som systemdokumenter og skal derfor versionsstyres.

Instruktioner skal udarbejdes i nødvendigt omfang og udstedes af afdelingslederen. Instruktionernes indhold tilpasses opgavens kompleksitet og medarbejdernes kvalifikationer.

Registreringer udgør en særlig dokumenttype. De skal foretages og opretholdes for at bevise overensstemmelse med kravene og kvalitetsstyringssystemets effektivitet. Registreringerne skal identificeres og arkiveres iht. en dokumenteret procedure på samme måde som sagsdokumenter der skal journaliseres.

Da kvalitetsstyringssystemet skal være kendt og tilgængeligt for alle medarbejdere er der anskaffet en database ved navn "Qualiware Life Cycle Manager" til præsentation og distribution af systemdokumenter. Den elektroniske distribution er bl.a. valgt på grund af databasens grafiske brugerflade og høj grad af tilgængelighed for alle medarbejdere er kombineret med hurtig og rationel opdatering.

11.1.2 Ledelsens ansvar

Topledelsen vil bevise sit engagement i udvikling, implementering og løbende forbedring af kvalitetsstyringssystemet ved i virksomheden at kommunikere vigtigheden af at opfylde lov- og myndighedskrav. Topledelsen vil fastlægge kvalitetspolitikken og sikre at der opstilles målbare kvalitetsmål samt gennemføre ledelsens evalueringer. Resultatet fra ledelsens evalueringer vil omfatte beslutninger i relation til forbedring af kvalitetsstyringssystemet, produktforbedringer i relation til kundekrav og ressourcebehov.

Standarden lægger vægt på kundefokus. DD's kunde er reelt samfundet repræsenteret ved myndighederne som modtager planer og rapporter.

Topledelsen vil også sikre at ansvar og beføjelser er defineret og kommunikeret internt i virksomheden.

11.1.3 Styring af ressourcer

Medarbejdere, der udfører arbejde, som har indflydelse på produktkvaliteten, skal være kompetente på grundlag af relevant uddannelse, træning, færdigheder og erfaring. DD vil identificere behovet for kompetence og sørge for nødvendig uddannelse og træning. Uddannelses- og træningsaktiviteterne skal registreres.

DD vil fastsætte og styre de arbejdsforhold, der er nødvendige for at opnå overensstemmelse med kravene.

11.1.4 Produktfrembringelse

DD's produkt er dekommissionering. DD vil derfor planlægge og udvikle de processer, der er nødvendige for dekommissioneringen samt fastsætte måle- og verifikationsprocesser og kriterier for godkendelse. DD vil fastsætte de registreringer, som er nødvendige for at tilvejebringe bevis for, at processerne og resultatet af dekommissioneringen opfylder kravene. DD vil sørge for at myndighedskrav bliver gennemgået og indarbejdet i kvalitetsstyringssystemet.

I forbindelse med udvikling og konstruktion vil DD sørge for at opgaven planlægges og styres. Faserne i forløbet skal fastlægges og relevante godkendelsesaktiviteter skal gennemføres ved faseovergangene. Før opgaven påbegyndes skal der udarbejdes kravspecifikation, som bl.a. omfatter funktions- og præstationskrav samt relevante lov- og myndighedskrav. Når opgaven er løst skal det sikres at resultatet er i overensstemmelse med kravspecifikationen. Udviklings- og konstruktionsændringer skal identificeres, registreres og godkendes inden implementering.

I forbindelse med indkøb vil DD sikre at indkøbte produkter er i overensstemmelse med specificerede indkøbskrav. DD vil bedømme og udvælge leverandører på grundlag af deres evne til at levere produkter i overensstemmelse med DD's krav. Kriterier for udvælgelse og bedømmelse skal fastlægges og resultatet heraf skal registreres.

DD vil planlægge og gennemføre dekommissioneringen under styrede betingelser, som bl.a. vil omfatte tilgængelighed af information og instruktion vedr. arbejdets udførelse, anvendelse af egnet udstyr til demontage, måling og overvågning samt godkendelse og levering til genbrug eller oplagring af affaldet.

Af hensyn til sikkerheden bør lavaktivt affald ikke optages efter nedpakning i lagerbeholdere. Derfor skal det sikres at affaldet er karakteriseret og at der er taget de planlagte prøver til et prøvebibliotek inden nedpakning. Det er et krav at der opretholdes sporbarhed i processen for det lavradioaktive affald. Alt affald skal registreres, og registreringen skal opretholdes. DD vil sørge for at affaldet kan opbevares sikkert i en fastlagt lagerperiode.

DD vil fastlægge hvilke målinger og overvågninger der skal foretages og hvilket udstyr der er nødvendigt for at tilvejebringe bevis for at dekommissioneringen er gennemført i overensstemmelse med de fastsatte krav. Processer til mærkning, kalibrering og verificering af måleudstyr skal etableres. Hvis det konstateres at udstyret ikke er i overensstemmelse med kravene vil DD vurdere og registrere gyldigheden af tidligere måleresultater og træffe passende foranstaltninger for udstyret og de berørte resultater.

11.1.5 Måling, analyse og forbedring

DD vil planlægge og implementere måle-, analyse- og forbedringsprocesser der er nødvendige for at overholde fastlagte krav og forbedre kvalitetsstyringssystemets effektivitet. Kvalitetsstyringssystemets præstationer skal bl.a. dokumenteres ved at vurdere myndighedernes opfattelse heraf.

Der skal udføres interne audit med planlagte mellemrum for at afgøre om kvalitetsstyringssystemet er i overensstemmelse med standardens krav og DD's egne krav og de planlagte foranstaltninger. Ansvar og krav til planlægning og udførelse af audit samt rapportering af resultaterne skal defineres i en dokumenteret procedure. Ledelsen med ansvar for det område

der auditeres vil iværksætte handlinger til at fjerne de konstaterede afvigelser og årsagerne hertil. Disse handlinger skal verificeres i forbindelse med opfølgning.

DD vil sikre at affald og systemdokumenter som ikke er i overensstemmelse med kravene identificeres og styres for at hindre utilsigtet behandling eller anvendelse og for at undgå gentagelse. Ud over korrigerende handlinger vil DD gennemføre forebyggende handlinger for at fjerne årsagerne til potentielle afvigelser.

11.2 Projekter

Kvalitetsstyring i forbindelse med de enkelte projekter vil ikke være forskellig fra kvalitetsstyringen i den resterende del af DD og der vil derfor ikke, på grund af virksomhedens størrelse, være basis for at opbygge flere ensartede systemer. På grund af forskellige myndighedskrav (Betingelser for Drift) ved de forskellige nukleare anlæg kan der være forskelle i forbindelse med registreringer. Projektorganisationen for et anlæg vil identificere de nødvendige registreringer og sikre overensstemmelse med kravene.

11.3 Akkreditering af laboratorier

Laboratorier som vil udstede certifikater skal være akkrediteret, og da akkreditering kræver at laboratoriet har et kvalitetsstyringssystem, vil det være naturligt at udbygge kvalitetsstyringssystemet med en akkreditering af DD's målelaboratorier. Der er netop nu, 1. juni 2002, udgivet en ny standard for akkreditering, ISO/IEC 17025 til erstatning for to af de tidligere anvendte, nemlig EN 45001 og ISO Guide 25, vedr. god laboratoriepraksis.

11.4 Miljøledelse

I forbindelse med opbygning af et kvalitetsstyringssystem i overensstemmelse med DS/EN ISO 9001:2000 er det besluttet at undersøge fordele og ulemper ved indførelse af et miljøstyringssystem i overensstemmelse med standarden ISO 14001. Standarden er tilpasset ISO 9001 hvilket letter det praktiske arbejde og miljøledelse kan integreres i det anskaffede værktøj "Qualiware Life Cycle Manager".

Ligeledes vil det blive vurderet om kvalitetsstyringssystemet i nødvendigt omfang beskriver krav og forebyggende aktiviteter i forbindelse med sikkerhed og arbejdsmiljø og hvorvidt standarden OHSAS 18001 skal integreres i kvalitetsstyringssystemet.

12 Strategiske partnerskaber

Dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø skal gøres på en sikkerhedsmæssig forsvarelig måde samt udnytte de forskellige ressourcer bedst muligt. Da Danmark kun har nukleare anlæg på Risø-området vil det være naturligt at indgå partnerskaber eller samarbejdsaftaler med både danske og udenlandske virksomheder og/eller institutioner for at kunne gennemføre dekommissioneringen som "the state of the art". Det skal dog pointeres at Risø har erhvervet en del erfaring ved dekommissionering til forskellige faser af bl.a. en reaktor (DR 2), et hot cell anlæg og et lager for lavaktivt affald (Betonrørslageret).

En partner vil både kunne indgå direkte i udformningen af løsningsmodeller for problemstillinger, udarbejdelse af planer og rapporter samt review af DD-rapporter.

Når det er besluttet at dekommissioneringen skal foregå vil der blive søgt indgået en kontrakt med en strategisk partner og evt. indgå aftale med en eller flere centre vedr. review af planer m.v. Dansk Dekommissionering vil i denne forbindelse være opmærksom på eventuelle juridiske problemstillinger med hensyn til konkurrence.

12.1 Udenlandske partnere

Mange nukleare anlæg blev bygget for 30 til 45 år siden og det har bevirket at der i udlandet gennem de sidste 10 år er blevet opbygget en egentlig nuklear dekommissioneringsindustri. Denne industri der består af både offentlige og private virksomheder er indstillet på at arbejde på tværs af landegrænser.

En udenlandsk partner vil nødvendigvis bevirke en del rejseaktivitet og eventuel udstationering. For at minimere denne ses der for nuværende på de nærmeste lande som ville kunne være mulige partnere selvom der naturligvis også er andre lande hvori en mulig partner kunne findes.

Skandinavien: Sverige er det nærmeste naboland set fra Risø og der er en meget veludviklet nuklear industri også indenfor dekommissionering. I Studsvik, som er et forsøgsanlæg som Risø er der foretaget dekommissionering af forskellige anlæg.

Affaldshåndteringen foregår dog i en væsentlig større skala da der er jo er adskillige kernekraftværker.

Norge har kun forsøgsanlæg og er derfor sammenlignelig med Danmark. Norge har ikke besluttet at afvikle de nukleare anlæg, hvorfor man ikke har så megen praktisk erfaring i forbindelse med dekommissionering. Derimod har Norge bygget et depot for lav og mellemaktivt affald

Storbritannien: I England er Harwell området et forsøgsanlæg tilsvarende Risø (dog nogle gange større) og de derværende nukleare anlæg er nedlukket. Harwell er derfor i samme situation som Risø om end de indgår i et større konsortium i Storbritannien. I Harwell startede den reelle dekommissionering for omkring 10 år siden med lukningen af DIDO og PLUTO reaktorerne der er tilsvarende DR 3, og som må anses at være den mest komplicerede at nedrive.

Tyskland: Jülich som også er et forsøgscenter tilsvarende Risø findes der også en DIDO reaktor, men den er ikke planlagt nedlukket. Jülich indgår dog sammen med Harwell og Hifar i Australien foruden Risø i et mangeårigt samarbejde med udveksling af driftserfaringer for DIDO reaktorerne, men på sidste møde i Jülich i 2001 blev man enige om at udvide dagsordenen til også at omfatte dekommissionering.

I Jülich findes desuden en reaktor tilsvarende DR 2 og som er i samme fase mht. dekommissionering.

12.2 Indenlandske partnere

Af indenlandske partnere med nuklear erfaring er Forskningscenter Risø den eneste reelle kandidat, vel vidende at der findes danske virksomheder med nogen nuklear erfaring. Virksomhederne vil således fortrinsvis kunne være entreprenører i forbindelse med dekommissioneringsprojektet.

Risø er og skal fortsat være et nationalt videntcenter indenfor det nukleare område. Selvom DD udskilles fra Risø vil der fortsat være stor viden på Risø, enten direkte vedr. dekommissionering eller nært relateret denne. Det vil derfor være af stor betydning i forbindelse med dekommissioneringen at DD kan indgå partnerskab og/eller aftaler med Risø herom.

13 Affaldsbehandling

Affald fra dekommissioneringen skal behandles i overensstemmelse med strategi for håndtering af dansk radioaktivt affald, som skal overvejes af en arbejdsgruppe nedsat af Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling. Vigtigste formål er at håndtere og bortskaffe affaldet på en måde, så det påvirker mennesker og miljø mindst mulig i dag og i fremtiden. Sortering og dekontaminering benyttes for at reducere de affaldsmængder, som senere deponeres i et slutdepot for lav- og mellemaktivt affald. Myndighedsbestemte frigivelseskriterier vil i den forbindelse blive benyttet. En grundig karakterisering og dokumentation skal udarbejdes, herunder nuklidinventorium, for at kunne imødekomme de krav der stilles til affaldet ved mellemlagring og senere slutdeponering.

13.1 Sortering af affald

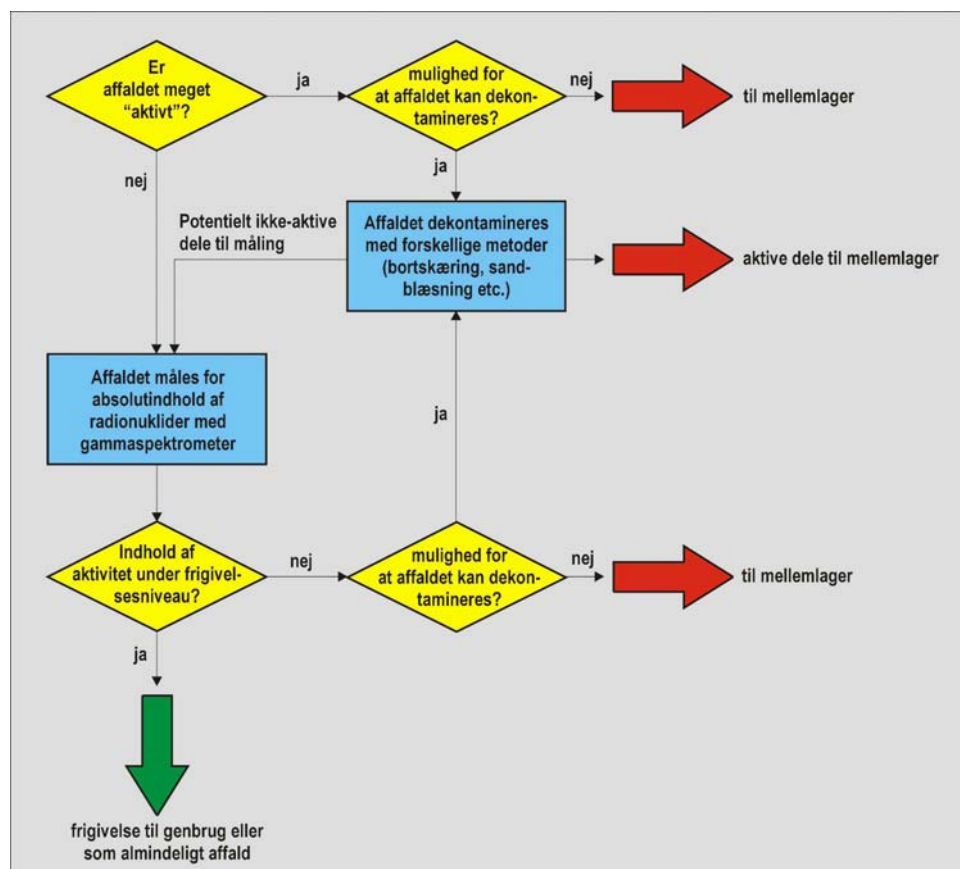
Det frembragte affald fra dekommissioneringen af de nukleare anlæg vil blive sorteret i radioaktivt affald og ikke-radioaktivt affald.

Det radioaktive affald skal anbringes i standard affaldsenheder i mellemlagrene for lav- og mellemaktivt affald på Risø-området. Inden affaldet anbringes i standardbeholdere, skal indholdet af radioaktive stoffer dokumenteres ved målinger og analyser. Når et dansk slutdepot for radioaktivt affald er opført, skal affaldet fra Risøs mellemlagre overføres til dette slutdepot.

Det ikke-radioaktive affald kan genbruges eller deponeres som almindeligt bygnings- eller metalaffald i henhold til kommunale regulativer for bygge- og anlægsaffald. For at kunne dokumentere over for de nukleare tilsynsmyndigheder at ikke-radioaktivt affald fra dekommissioneringen af de nukleare anlæg kan genbruges eller sendes til lossepladser eller skrot-handlere uden for Risø, skal der foretages kontrolmålinger af, at affaldet ikke indeholder radioaktive stoffer over et vist niveau. Grundreglen for denne procedure er, at alt affald fra kontrollerede områder skal betragtes som radioaktivt, indtil det er dokumenteret ved måling, at det ikke indeholder radioaktive stoffer, og at det derfor kan frigives som almindeligt ikke-radioaktivt affald.

Figur 13.1 viser de forskellige trin i sorteringen af affald fra dekommissioneringen af de nukleare anlæg. Forskelligt farvede containere - blå containere til potentielt ikke-radioaktivt affald, der afventer målinger, gule containere til radioaktivt affald, der afventer dekontamine-

ring, og hvide containere til frigivet affald - sikrer, at forskellige affaldskategorier ikke blandes.



Figur 13.1. Flow i sorteringen af radioaktivt affald fra dekommissioneringen af Risøs nukleare anlæg. Hvis koncentrationen af radioaktive isotoper er mindre end frigivelseskoncentrationen, kan det frigives som ikke-radioaktivt affald. Er koncentrationen større end frigivelseskoncentrationen, skal affaldet enten dekontamineres eller opbevares i mellemlageret for lavaktivt affald.

13.2 Karakterisering af radioaktivt affald

Karakterisering af det radioaktive affald, som fremkommer ved dekommissionering, er vigtig for at opnå en sikker affaldshåndtering både mht. doser til driftspersonalet men også mht. vurdering af påvirkninger på miljø og omgivelserne. Det konditionerede radioaktive affald skal kunne overholde de fremtidige af myndighederne udstedte krav til affaldsenhederne (waste acceptance criteria - WAC). Heri må det forventes, at der indgår krav til affaldets og affaldsbeholderens radiologiske, mekaniske, fysiske, kemiske og biologiske egenskaber. Dette indebærer en nøje dokumentation af hver enkelt affaldsenhed.

Nedenstående gennemgås vigtige karakteristika, som bør indgå i beskrivelse af affaldsenhederne:

13.2.1 Indhold af radionuklider

Kendskab til indhold af radionuklider i affaldet bestemmer affaldets klassificering, eksterne dosishastighed og interne dosishastighed i enheden samt varmeudvikling. Varmeudvikling er dog af ringe betydning ved det her betragtede affald. Inderafskærmning kan blive nødvendig

i nogle affaldsenheder for at reducere doser til personalet. Et veldokumenteret aktivitetsinventorium er nødvendigt at have, når sikkerhedsanalyser for det kommende slutdepot skal udføres. Ved slutdeponering kan der blive stillet krav til den enkelte affaldsenheds specifikke aktivitet samt til depotets totale aktivitet på de forskellige nuklider. Indhold af radionuklider med lange halveringstider (>30 år), er især vigtig at få dokumenteret, hvis affaldet skal sendes til slutdepot tæt på jordoverfladen. Her vil maksimalværdier for indhold af α -emittere i hver enkel affaldsenhed samt maksimal gennemsnitsværdi for alle affaldsenhederne formentlig blive opstillet.

Ved bestemmelse af indhold af radionuklider i affaldet kan benyttes forskellige metoder:

- Dokumentation af affaldets historie og eksakte oprindelse er en stor hjælp. Indhold af bestemte isotoper vil eventuelt kunne udelukkes. Kendskab til sporstoffer i konstruktionsmaterialer samt kendskab til den neutronflux, materialet har været udsat for kan give en vurdering over aktivering af materialerne.
- Computermodeller (fx Origen) og aktiveringsprogrammer kan benyttes ved nogle typer affald til at vurdere total aktivitet og isotopsammensætning. Beregninger bør dog valideres med målinger.
- Måling med γ -spektrometer bruges regelmæssigt på udtagne prøver, for at bestemme indhold af γ -emittere i affaldet. Aktive γ -systemer kan eventuelt også benyttes.
- Brug af "key-nuclides" til bestemmelse af radionuklider, der er svære at måle. "Key-nuclides" er fx γ -emittere, der er lette at måle med måleudstyr. Skaleringsfaktorer giver forholdet mellem indhold af key-nuclide og indhold af andre nuklider. Så vidt muligt bør skaleringsfaktorer, som er repræsentative for en affaldsstrøm bestemmes for at minimere antallet af prøver.
- Indhold af γ -emittere kan bestemmes ud fra målinger af ekstern stråling såfremt isotopsammensætningen i affaldet er kendt.
- For nogle typer affald kan det blive nødvendigt at måle indhold af β -emittere og α -emittere med lange halveringstider ved brug af destruktive metoder. Dette er ofte tidskrævende metoder, da de aktuelle radionuklider først skal opløses, isoleres og først herefter måles.

13.2.2 Affaldets fysiske form

En beskrivelse af affaldets fysiske form vil indeholde:

- Affaldets type/oprindelse: metaller, beton, grafit mm
- Affaldets form: støvende, porøst, korroderbart mm
- Affaldets rumvægt
- Indhold af større enheder (beholdere, motorer, rør mm)
- Indre affaldsbeholdere eller afskærmning herunder brug af backfill.

Affaldsenhedens permeabilitet, porøsitet og homogenitet kan få betydning for vurderingen af muligheder for udslip af aktivitet. Det samme gælder tilstedeværelse af frie væsker, kompleksforbindelser og gasser.

Avancerede målemetoder kan om nødvendigt benyttes til karakterisering af bestemte affaldsenheder. Det er kostbart udstyr, som med fordel kan lejes. Tomografi er et eksempel på en af disse, som kan benyttes til bestemmelse af enheders homogenitet (inkl. revnedannelser). Et andet eksempel er radiografi, som bl.a. kan benyttes til bestemmelse af indhold af luftlommer og frie væsker i affaldsenheder.

13.2.3 Affaldets biologiske/kemiske stabilitet

Kendskab til følgende kemiske karakteristika er vigtig:

- Indhold af fugt. Som udgangspunkt bør affaldet fyldes på affaldsenheder i tør form. Affaldsenheder med affald fra skærebassinet bør henstå i en periode (tørres) inden de efterfyldes ned backfill og låget tilstøbes.
- Indhold af organisk materiale. Mikrobiel nedbrydning af disse kan få indflydelse på affaldet opløselighed og evne til at sive ud fra affaldsenheden. Dannelse af gasser vil opstå ved mikrobiel nedbrydning (CO_2 , CH_4 eller H_2) med indirekte risiko for øget transport af radionuklider.
- Indhold af organiske kompleksforbindelser. Disse kan ændre stoffers opløselighed, hvorved mobiliteten øges. Kompleksforbindelser kan dannes ud fra organiske forbindelser i affaldet (biologisk/kemisk nedbrydning) eller optræde i additiver brugt i beton. De kan ligeledes forekomme i kemikalier anvendt ved dekontaminering.
- Indhold af metaller. Korrosion af stål under anaerobe forhold og generel korrosion af andre metaller, især aluminium ved høj pH, kan producere større mængder brint. Indhold af toksiske metaller (Be, Cd, Hg, Pb) skal kortlægges inden slutdeponering.

Affaldets kemiske stabilitet kan vurderes gennem forsøg:

- Udsivningstest. Langtidsmekanisme mellem affaldsenhed og omgivelser undersøges.
- Gasproduktion. Udvikling af gas i udvalgte enheder måles.

13.2.4 Affaldsenhedens mekaniske stabilitet

Affaldsenhedens mekaniske stabilitet er vigtig ved transport, håndtering, lagring og deponering af enhederne. Aktivitetsudslip ved brand, tab af enhederne eller ved forandring af affaldet (svelling, gasproduktion) skal vurderes. Ved transport af affaldsenhederne på offentlig vej, skal danske transportregler og regler givet af IAEA overholdes evt. med brug af ydre transportbeholder. Reglerne gennemgår ligeledes en række test som affaldsenhederne, skal kunne modstå.

13.3 Helsefysiske forhold ved fyldning og lagring af nye affaldsbeholdere

De nye standardaffaldsbeholdere til aktivt affald skal anvendes dels til nyt aktivt affald fra dekommissioneringen, dels som emballering ("overpack") for gamle standardtønder og andre

affaldsenheder, hvor der er behov herfor. De nye standardbeholdere er tiltænkt at kunne overflyttes til og lagres direkte i et slutdepot. Inden overflytning til slutdepot lagres beholderne i et mellemlager på Risø.

Affaldsbeholderne er kasseformede og udført i stålarmet beton med en godstykkelse på 12 cm. Med låget fastspændt vil beholderne indkapsle indholdet. Beholderne afskærmer noget mod gennemtrængende γ -stråling, men de udgør ikke en egentlig afskærmning.

Fyldning af beholdere vil indgå som en integreret del af planlægningen i de enkelte dekommissioneringsprojekter og vil så vidt muligt foregå på det sted, hvor de aktive emner nedtages. Planlægningen skal tage hensyn til, at fyldningen kan ske med minimal risiko for luftkontamination og således, at den vil medføre så lave eksterne strålingsdoser, som det er rimeligt muligt at opnå.

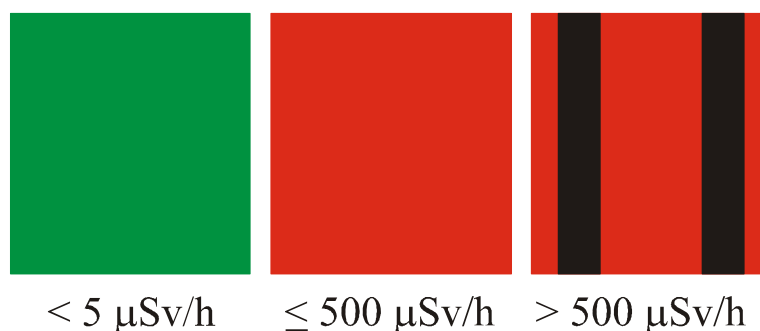
Helseassistenter vil foretage en løbende helsefysisk overvågning af fyldningen, og der vil, når det er nødvendigt, blive opstillet måleudstyr til monitorering af luftkontamination og til måling af ekstern stråling.

Under fyldning og efter fyldning kan den enkelte beholders helsefysiske betydning groft angives ved den maksimale γ -dosishastighed på beholderens overflade. Håndtering på fyldningsstedet og lagring på mellemlageret er med til at bestemme, hvor høje overfladedosishastigheder der kan accepteres; jo større overvågning og kontrol, der er med beholderne, jo større overfladedosishastighed vil der kunne accepteres.

Fyldning, anden håndtering og mellemlagring af beholdere vil også indgå i den overordnede planlægning af dekommissioneringsprojekterne, f.eks. kan en overordnet styring af blanding af affald fra forskellige projekter blive nødvendig.

For at styrke fokus på de beholdere, der har høj overfladedosishastighed, vil der blive anvendt tre inddelinger af de fyldte beholdere, nemlig: beholdere med lav overfladedosishastighed, beholdere med middel overfladedosishastighed og beholdere med høj overfladedosis. Inddelingerne kan f.eks. blive følgende: overfladedosishastighed $< 5 \mu\text{Sv/h}$, $\leq 500 \mu\text{Sv/h}$ og $> 500 \mu\text{Sv/h}$. Beholdere med høj overfladedosishastighed vil være de beholdere, der fyldes med meget aktivt affald, og hvor yderligere neddeling af affaldet ikke er helsefysisk hensigtsmæssig (f.eks. adskillelse af allerede konditioneret eller emballeret affald.). Ved fyldningen med meget aktivt materiale, vil det blive tilstræbt, at den maksimale overfladedosishastighed på beholderne bliver mindre end ca. $1500 \mu\text{Sv/h}$, for bl.a. uden yderligere afskærmning af beholderne at kunne overholde IAEA's krav med hensyn til ekstern stråling ved vejtransport uden særlig tilladelse. Fyldning af beholdere med høj overfladedosishastighed vil hovedsagelig foregå langt henne i dekommissioneringsforløbet, hvor det er klarlagt, hvorledes transporten til slutdepotet kan foregå.

Fyldte beholderne vil være farvemærket efter maksimal overfladedosishastighed, f.eks. som angivet på Figur 13.2. Når beholderne er fyldte, vil den maksimale overfladedosishastighed blive målt, og denne information vil tilgå databasen med oplysninger om de fyldte beholdere.



Figur 13.2 De tre inddelinger af affaldsbeholdere efter maksimal overfladedosishastighed og et forslag til farvemærkning.

Efter fyldning vil affaldsbeholderne hurtigst muligt blive overflyttet til mellemlageret. Beholderne vil her blive håndteret fjernbetjent ved hjælp af kran. Beholdere med stor overfladedosishastighed vil blive placeret mellem beholdere med lav overfladedosishastighed, således at dosishastigheden uden på mellemlagerets ydervægge er mindre end omkring $10 \mu\text{Sv/h}$.

13.4 Konditionering og lagring af radioaktivt affald

Ved konditionering bringes det producerede affald på en form, som er passende for håndtering, transportering, lagring og deponering. Ved konditionering skal der være høj kompatibilitet mellem affald, affaldsenhed og fyldmateriale (backfill). Høj homogenitet er ønskelig men ikke nødvendig. Derimod skal der være minimum af fri væske, lav risiko for udsivning samt kontrol over indhold af kompleksforbindelser og andre organiske forbindelser.

Den samlede konditionerede affaldsenhed (affald+enhed+backfill) skal kunne opfylde de af myndighederne udstedte "waste acceptance criteria" (WAC). WAC laves ud fra kendskab til det kommende slutdepots sikkerhedsanalyse. Depotets type, udformning og til en vis grad beliggenhed må således være kendt. Såfremt de konditionerede affaldsenheder opfylder WAC, antages med baggrund i sikkerhedsanalysen at udslip af radionuklider til depotets omgivelser med en ofte stor sikkerhedsmargin overholder fastsatte grænseværdier, hvorved beskyttelse af mennesker og miljø sikres. Hvis type og beliggenhed af slutdepotet ikke er besluttet, kan myndighederne ikke udstede WAC. I dette tilfælde bliver det nødvendigt at lave foreløbige specifikationer for affaldsenhederne, som skal bruges til slutdeponering af affaldet. Disse designspecifikationer skal tilgodese, at rimelige krav til radiologiske, fysiske og kemiske egenskaber af affaldsenheder er opfyldt ved mellemlagring og for en række tænkelige deponeringsbetingelser. Her inddrages transportregulativer samt parametre med betydning for lagring og deponering.

En arbejdsgruppe i RD fik i foråret 2001 til opgave at fastlægge udformningen af en eller flere 'standard' enheder, der kan bruges til mellemlagring og senere slutdeponering af affaldet fra dekommissioneringen samt som overpack for dele af det eksisterende affald. Fra efteråret 2001 har Ingeniørfirmaet Niras fungeret som rådgiver ved materialevalg og detailudformning af affaldsenhederne. Af hensyn til pH forholdene i et kommende slutlager har det været

ønskeligt at anvende betydelige mængder beton i konstruktionerne. En kasseformet betonbeholder er derfor blevet valgt som primær standardenhed. ISO- containere af stål vil eventuelt også kunne anvendes som beholder for særlig lavaktive komponenter. Det er ønskeligt at betonbeholderne kan tillægges en længevarende værdi som selvstændig barriere mod udsivning af aktivitet efter anbringelsen i depotet. Designværdien for opretholdelse af barrierekvaliteten er af størrelsesordenen 300 år, uden at dette skal opfattes som et absolut krav.

Betonbeholderens dimensioner er ca. $1,5 \times 2,3 \times 1,4$ m svarende til et samlet volumen på $5,0 \text{ m}^3$. Vægttykkelsen er 12 cm svarende til et indre volumen på $2,62 \text{ m}^3$. Beholderen er støbt mod en indre formpresset beholder i 1 mm rustfri stål. Låget er 12 cm tykt med en indvendig fortykkelse som passer ned i beholderen. Fortykkelsen er støbt mod formpresset 1 mm rustfri stål. Enhederne antages at blive mellemlageret med løst påsat låg så affaldet om ønsket stadig er tilgængeligt. Endelig fastgørelse af låg finder sted umiddelbart før overførsel til slutlageret ved injektionsstøbning med specialmørtel af den omløbende fordybning i beholderkanten. Beholderen vil kunne løftes med gaffeltruck eller med kran.

En betontype baseret på sulfatresistent Portlandcement med micro-silika samt rent kvarts-sand og marmor som tilslag benyttes. Tilslagsmaterialerne er valgt så cementkemien er simpel og risikoen for langtidsdegradering af betonen er mindst mulig. Armeringen udføres i syrefast rustfri stål for at eliminere risiko for kloridkorrosion. Årsagen er dels at nogle af affaldsprodukterne indeholder store mængder klorid, dels sikring mod korrosion som følge af saltholdigt vand, der måtte trænge ind udefra.

Den indre metalmembran vil være en effektiv barriere mod transport ind af vand i form af damp. Så længe den er intakt (eller næsten intakt) vil den i kombination med betonen og det anvendte backfill materiale fungere som barriere mod udsivning fra det indre af beholderen.

Beholderne er armeret så de vil kunne modstå trykpåvirkninger på ca. 20 m vandsøjle kombineret med mulighed for udligning af trykforskelle under vandfyldning af en af de undersøgte versioner af et fremtidigt slutdepot.

Mængderne af dekommissioneringsaffald er rimelig godt kendte, men det er endnu uvist hvor tæt det er praktisk muligt at pakke metalaffald mm. i betonbeholderne. Nummererede beholdere vil blive fyldt med affald i området hvor dekommissioneringsarbejdet foregår. Det er forinden vurderet, om ekstra indvendig afskærmning er påkrævet. Affald med høj stråling kan fx pakkes i en relativt lille drænbar kurv, der anbringes centralt i affaldsenheden omgivet af lavaktivt affald eller backfill. Fyldte beholdere efterfyldes med backfill enten lokalt på stedet, centralt ved ankomsten til mellemlageret eller umiddelbart før deponeringen. Beholdere, hvor hele rumfanget er udnyttet, skal også fyldes efter med backfill tilpasset affaldets art. Tørt alkalisk porøst materiale vil typisk blive brugt som backfill (knust beton). For aluminiumsaffald, hvor alkalisk backfill bør undgås pga. korrosion, vil grus eller lerholdigt grus blive brugt. Efter fyldning lukkes beholderen til med låg.

13.5 Frigivelsesniveauer for ikke-radioaktivt affald

Frigivelse af ikke-radioaktivt affald fra en godkendt praksis kan ske uden betingelser, hvis koncentrationen af radioaktive stoffer er mindre end myndighedsbestemte frigivelseskriterier. Nuklidspecifikke aktivitetsniveauer, under hvilke affald fra en godkendt praksis kan frigives, kaldes *frigivelsesniveauer*. Disse fastsættes på grundlag af eksponeringsscenarier og en eksponering på omkring $10 \mu\text{Sv}/\text{år}$. De anvendte eksponeringsscenarier omfatter stort set

alle tænkelige eksponeringer, som frigivet materiale kan forårsage, både i og uden for arbejdstiden. Disse scenarier er ekstremt konservative, hvilket betyder, at de reelle strålingsdoser vil være langt mindre end 10 $\mu\text{Sv}/\text{år}$.

EU-kommissionen har anbefalet frigivelsesniveauer for både naturligt forekommende og menneskeskabte radionuklider. Eksempler på sådanne niveauer er 0.1 Bq/g for ^{60}Co og 1 Bq/g for ^{137}Cs . Det forventes, at de nukleare tilsynsmyndigheder vil basere sine krav til kontrol af ikke-radioaktivt affald på disse værdier. Kontrol af overholdelse af sådanne grænser vil i praksis betyde, at kun en lille del af det kontrollerede affald vil indeholde koncentrationer i nærheden af frigivelsesniveauerne. Resten vil indeholde langt mindre end svarende til frigivelsesniveauerne. Da de opstillede scenarier som sagt er yderst konservative, vil eventuelle doser fra genanvendelse af frigivet affald fra dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø-området i gennemsnit næppe overstige en lille brøkdel af 1 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ (svarende til mindre end en times udsættelse for den naturligt forekommende baggrundsstråling).

13.6 Frigivelse af ikke-radioaktivt affald

En stor del af det affald, der fremkommer ved dekommissioneringen af Risøs nukleare anlæg, vil kun indeholde lidt eller slet ingen radioaktive stoffer. Affaldet kan derfor frigives som ikke-aktivt affald og deponeres uden for Risø som almindeligt skrot.

Frigivet materiale vil blive genbrugt eller bortskaffet uden for Risø-området i overensstemmelse med gældende krav fra de kommunale og amtskommunale myndigheder. Disse krav pålægger affaldsproducenten en række pligter vedrørende sortering, opbevaring, håndtering, transport og bortskaffelse af bygge- og anlægsaffald. Den samlede mængde af ikke-radioaktivt affald fra dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø er skønnet at kunne blive op til omkring 18.000 tons. Hvis det antages, at dekommissioneringen af de nukleare anlæg udføres over en periode på 15 - 20 år, vil den gennemsnitlige "produktion" af ikke-radioaktivt affald blive 5 - 6 tons pr. arbejdsdag. Da nedrivningen af anlæggene ikke vil foregå jævnt, kan den daglige mængde affald, der skal transporteres ud af Risø i perioder blive betydeligt større.

14 Frigivelse af bygninger og landområder

Målet for dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø-området er, at bygninger og landområder skal kunne frigives uden restriktioner til andet brug, den såkaldte "green field" status. "Green field" opnås ved at fjerne alle bygninger og alt udstyr, som ikke kan rengøres til det gældende frigivelsesniveau. Ligesom for frigivelse af ikke-radioaktivt affald kan der fastsættes kriterier for, hvornår bygninger og landområder kan frigives som ikke-radioaktive. Grundlaget for bestemmelse af disse kriterier, som fastsættes af de nukleare tilsynsmyndigheder, er gennemgået i det efterfølgende.

Ud over kriterier vedrørende radioaktive stoffer skal også kriterier vedrørende andre forureningskilder, fx olieprodukter, iagttages før bygninger og områder kan frigives som "Green field". Det anses i denne forbindelse som væsentligt, at man på et tidligt tidspunkt foretager en undersøgelse af potentielle underjordiske forureningskilder på området, fx nedgravede kloak- eller andre rørledninger.

14.1 Kriterier for frigivelse af bygninger og områder med hensyn til radioaktivitet

Beregning af doser til den kritiske gruppe fra forurenede bygninger eller forurenede landområder kræver matematiske modeller, der skal kunne beskrive de forskellige eksponeringsveje og beregne resulterende strålingsdoser til kritiske grupper. I Bilag 5 er der givet en detaljeret beskrivelse af sådanne modeller. Modellerne kan anvendes til at fastlægge frigivelsesniveauer, det vil sige grænseværdier for radioaktiv kontamination af overflader. Som eksempel viser Tabel 14.1 de beregnede frigivelsesniveauer for ^{90}Sr og ^{137}Cs , når der er tale om uden-dørs forurening. Tilsvarende viser Tabel 14.2 frigivelsesniveauer for fastsiddende overfladekontamination af en række nuklider indendørs i bygninger, der anvendes til beboelse.

Tabel 14.1. Frigivelsesniveauer for overfladekontamination på udendørs arealer.

Radionuklid	Frigivelsesniveauer for udendørs overflade-forurening (Bq/m ²)
^{90}Sr	5000
^{137}Cs	5000

Tabel 14.2. Frigivelsesniveauer for indendørs overfladekontamination i bygninger, der anvendes til beboelse.

Frigivelsesniveauer for indendørs overflade-forurening (Bq/m ²)	
^{60}Co	2000
^{65}Zn	8000
^{133}Ba	13000
^{137}Cs	7000
^{152}Eu	4000
^{154}Eu	4000

14.2 Helsefysiske vurderinger efter dekommissioneringen

Når dekommissioneringen er afsluttet skal der udføres et måleprogram, der skal dokumentere, at de tilbageværende bygninger og arealer kan frigives uden betingelser til andre formål, eller om der fortsat - på grund af mindre mængder restaktivitet - skal knyttes betingelser til den fremtidige brug af bygninger og arealer.

De nødvendige målinger til vurdering af, om områder og/eller bygninger kan frigives uden betingelser, dvs. når dosisbindingen til den kritiske gruppe kan overholdes, vil omfatte områdemålinger og indsamling af prøver med efterfølgende laboratorieanalyser. Områdemålinger kan, afhængig af områdernes størrelse, udføres som målinger i diskrete punkter eller som kontinuerlige scanninger. Måleresultaterne skal anvendes i egnede dosismodeller. For både måleresultater og modelberegninger skal der gennemføres usikkerhedsvurderinger, der skal indgå i den endelige vurdering af, om landområdet/bygningen kan frigives.

14.2.1 Måleprogrammer

Der skal udføres målinger til kontrol af, om rengøring af landområder/bygninger er nødvendig, eller til kontrol af om allerede rengjorte områder kan overholde de fastsatte dosiskriterier (dosisbinding). Sådanne målinger kan udføres på flere måder og med mange forskellige typer af måleinstrumenter. De vigtigste metoder er kortfattet gennemgået i det efterfølgende.

Typer af direkte målinger

Målinger in-situ omfatter scanning (survey) af områder med mobile instrumenter. Flere instrumenttyper vil kunne anvendes til disse målinger. Det første survey kan ske ved brug af følsomme håndbårne instrumenter, der måler total (gross) γ -stråling i form af dosishastighed eller β -kontamination direkte på bygnings- eller landoverflader. Det næste mere detaljerede survey kan ske ved brug af en kollimeret germaniumdetektor, der kan måle isotopsammensætning og aktivitet af den eksisterende overfladekontamination inden for det areal, som kollimatoren ser. I stedet for scanning af områder kan der foretages målinger i diskrete punkter i en nærmere defineret matrix. Afstanden mellem punkterne i matricen skal afstemmes efter arealets størrelse og den forventede inhomogenitet af den horisontale udbredelse af forureningen. Den valgte procedure skal være tilpas følsom til at kunne detektere "hot spots".

Prøvetagning og laboratorieanalyser

Udtagning af omegns- eller bygningsprøver vil ofte være nødvendig, fordi den eksterne strålingsintensitet er for lav til at kunne måles direkte over relativ kort tid. Dette gælder under alle omstændigheder for α -emittere og lavenergetiske β -emittere. Omegnsprøver vil ofte være overfladeprøver suppleret med dybdeprøver (boreprøver) til analyse af den vertikale fordeling af aktiviteten. Bygningsprøver kan også være en kombination af overfladeprøver og dybdeprøver. En speciel form for prøve fra bygninger er afskrabningsprøver fra overflader, der er blevet påført overfladebehandling af flere omgange for eksempelvis at binde kontamination af α -emittere og lavenergetiske β -emittere. Middelværdien af et forureningsniveau på jord- eller bygningsoverflader kan bestemmes ud fra multiple prøver. De udtagne prøver samles fysisk til én samleprøve, og totalaktiviteten i samleprøven bestemmes. Middelkoncentrationen bestemmes herefter for det samlede areal (eller masse), som de udtagne prøver er repræsentative for.

14.2.2 Vurdering af usikkerheder

Usikkerheden skal kvantificeres for både måle- og beregningsresultater. Hvis usikkerheden på de estimerede doser til den kritiske gruppe vurderes at være for stor, skal den søges reduceret ved hjælp af mere detaljerede områdeundersøgelser og -målinger samt en mere præcis modellering. Der findes flere metoder til usikkerhedsvurderinger, lige fra kvalitative skøn af variabiliteten til mere stringente metoder, der omfatter statistiske analyser af fordelingerne af de indgående parametre i dosismodellerne. Hvis det er muligt, bør de estimerede doser angives som fordelinger og ikke kun som punktværdier.

14.2.3 Verifikation af overholdelse af frigivelseskriterier

De af myndighederne fastsatte frigørelseskriterier for bygninger og landområder skal overholdes, og dette skal verificeres. Verifikationen skal ske ved brug af egnede statistiske tests, der med en stor grad af sikkerhed afgør, at bygninger/landområder ikke medfører en årlig eksponering af den kritiske gruppe på mere end svarende til frigivelsesniveauet. Forskellige statistiske tests skal anvendes afhængig af, om de indgående radionuklider i forureningen af området findes som en del af den naturlige forekomst eller ej. Valg af testtype afhænger

endvidere af den underliggende fordeling af de beregnede doser fra de enkelte radionuklider. Antallet af det mindste antal prøvetagnings-/målepunkter vil afhænge af den valgte testtype. Hvis forureningen ikke er homogen, skal antallet af punkter være tilstrækkelig til, at man med høj sandsynlighed skal kunne detektere såkaldte "hot spots".

14.2.4 Dokumentation af målinger og beregninger

Resultater og målemetoder med tilhørende vurderinger og beregninger skal rapporteres i en samlet rapport ("final radiological survey report"). Rapporten skal, ud over generelle forhold som beskrivelse af de aktuelle anlæg, dets driftshistorie og praksis vedrørende radioaktivt affald og de foretagne dekommissioneringsaktiviteter - herunder også en beskrivelse af faktiske udslip og persondoser fra dekommissioneringen - indeholde en beskrivelse af måleprocedurer samt måleresultater og deres behandling, f. eks med følgende disposition:

- Måleprogrammer og -udstyr
 - prøvetagning og dens grundlag
 - identifikation af baggrunds niveauer
 - identifikation af de væsentlige radionuklider
 - frigivelsesniveauer og deres anvendelse
 - udstyr og måleprocedurer
 - anvendelse af instrumenter
- Måleresultater
 - sammendrag af måleresultater
 - evaluering og anvendelse af måledata
 - statistisk evaluering af måledata
 - vurdering af acceptabilitet af måledata
 - sammenligning af måledata med kriterier

14.3 Rengøring af bygninger

Ved gennemgang af en bygnings historiske anvendelser vil det blive klarlagt om beklædte overflader, malede overflader, gulvbelægninger og eventuelle ombygninger kan skjule radioaktiv forurening. Hvis det kan være tilfældet må disse "afdækninger" fjernes før første helsefysiske måling gennemføres.

På grundlag af helsefysiske målinger, vil radioaktiv forurening af bygningers indvendige overflader blive fjernet med de simplest mulige metoder. Simpel nedvaskning kan være tilstrækkelig i lette tilfælde. Hvor forureningen sidder dybere, kan der på mur- og betonoverflader anvendes sandblæsning, højtryksrensning med vand eller på hele eller partielle områder foretages en nedfræsning af overfladen i fornøden dybde med diamant/hårdmetal skærende/slibende værktøjer, således at forureningen kan suges bort sammen med det bortfræsedde materiale. Ved meget dybe afrensninger må det overvejes, om det resterende materiale har tilstrækkelig struktur til at blive stående; alternativt må f. eks. en hel bagvæg nedbrydes som konventionelt nedbrydningsaffald. Når den valgte rensning efterlader grove spor i bygningen, må det i hvert tilfælde overvejes, om reparation af de berørte områder er økonomisk fornuftig i relation til bygningens fremtidige brug, eller om de berørte områder efter afrensning nedbrydes helt for senere genopbygning, eller om hele bygningen skal nedbrydes

og anvendes som konventionelt nedbrydningsaffald. Lette skillerumsvægge, lofter med gips-beklædning og lignende med radioaktiv forurening vil blive nedbrudt.

Der vil blive foretaget helsefysiske målinger på det frembragte affald for at afgøre, om det skal deponeres, eller det kan frigives som almindeligt bygningsaffald.

Efter endt rengøring gennemføres et kontrollerende helsefysisk måleprogram til sikring af, at frigivelsesniveauer overholdes på hele bygningen. Således at hvis en bygning efterlades, er det uden brugsmæssige restriktioner for fremtidige brugere, for så vidt angår radioaktivitet.

14.4 Restaurering af landområder

Ved historisk gennemgang af et landområdes anvendelser vil det blive klarlagt, om der er mulighed for efterladt radioaktivitet eller anden forurening på området. Hvis dette er sandsynligt, vil et helsefysisk måleprogram blive iværksat for at afsløre forureningen, hvorefter forureningen fjernes for senere deponering.

Landområder, specielt i bygningers nærhed, som vil blive brugt under dekommissioneringen af både bygning og udstyr i denne, til transport og midlertidig oplagring af nedbrydningsprodukter, vil blive helsefysisk gennemmålt før dekommissioneringen påbegyndes, således at området kan efterlades i samme tilstand som det var (med mindre der ved denne gennemmåling konstateres radioaktiv forurening).

Når eventuel opgravning har fundet sted, vil området som hovedregel blive retableret til samme standard, udseende, bæreevne og overfladebeskaffenhed, som det befandt sig i umiddelbart før dekommissioneringen blev påbegyndt. Hvor særlige forhold, for eksempel nært forstående planlagte ændringer i udnyttelsen af landområdet, ikke opnår nogen positiv effekt af retablering, vil denne ikke blive gennemført.

Der vil blive foretaget målinger på det frembragte affald for at afgøre, om det skal deponeres som radioaktivt eller på anden måde farligt affald, eller det kan frigives som almindeligt bygningsaffald.

På samme måde som der for bygninger afslutningsvis gennemføres et kontrolprogram, vil landområder blive kontrolmålt, så de kan efterlades uden restriktioner for fremtidige brugere.

15 Bevillingsbehov til dekommissioneringen

Risøs og DD's analyser [1] og [3] af udgifterne til dekommissioneringen i et 20-årigt scenario – som bl.a. er blevet kvalitetssikret af en uafhængig konsulent, Lichtenberg & Partners [13] – viser et forventet omkostningsniveau til dekommissioneringen på ca. 1 mia. kr.

Denne foreløbige vurdering af omkostningsniveauet svarer stort set til det resultat, som COWI er nået frem til i forhold til et 11 årigt scenario [5]. Beregningerne er dog baseret på forskellige metoder og forudsætninger, og der da også betydelige variationer i forhold til delbudgetterne.

Udover udgifterne til selve dekommissioneringen samt til drift og vedligehold (fx beredskab og vagtordning) under dekommissioneringen, som er indeholdt i Risø / DD's analyser, skal

der afholdes udgifter bl.a. til Behandlingsstationens behandling af eksternt radioaktivt affald og slutdeponering af affaldet.

15.1 Udgifter til drift og til dekommissionering

Udover dekommissioneringsopgaven vil der også skulle afholdes udgifter til drift af de nukleare anlæg indtil dekommissioneringen af det enkelte anlæg er afsluttet.

En del af dekommissioneringen vil kunne gennemføres inden for det udgiftsniveau, der svarer til de hidtidige årlige bevillinger til RD på ca. 45 mio. kr.

De almindelige administrative overheads og de forskellige controllerfunktioner i RD vil dog også i DD lægge beslag på driftsmidler i hele dekommissioneringsperioden. Indtil dekommissioneringen af DR 3 er ved at være afsluttet vil der fortsat være et betydeligt årsværksforbrug (ca. 20 årsværk) og betydelige udgifter til vagt- og beredskabsfunktioner ved dette anlæg. Når dekommissioneringen af DR 3 indledes vil dette personale gradvis kunne kanaliseres til dekommissioneringen.

På grundlag af en detaljeret planlægning i 2003 vil det kunne fastlægges hvor stor en del af den nuværende driftsbevilling, der vil kunne anvendes til dekommissionering. Det drejer sig især om at beregne hvor mange årsværk, der kan sættes ind i de direkte dekommissioneringsopgaver.

De begrænsede bevillinger til "øvrige drift" vil imidlertid kun gøre det muligt at finansiere en mindre del af investeringsbehovet indenfor den nuværende bevilling. Den detaljerede planlægning vil også fastlægge den tidsmæssige placering af de nødvendige investeringer i den første fireårs periode.

De investeringer, der skal foretages i de første 3-4 år (budgetåret 2003 og budgetoverslagsårene 2004-2006), skal skabe kapitalapparatet til dekommissioneringen i form af ny- og ombygninger, udstyr og instrumenter, til uddannelse af nuværende og nyansat personale og til bistand fra eksterne konsulenter. Anlægsinvesteringerne vil skulle udføres af eksterne entreprenører og -arbejdskraft.

Ud over fornyelsen af staben på ingeniørsiden skal der på DD's budget afsættes yderligere lønmidler til ansættelse af nye medarbejdere med kompetencer, der kun i begrænset udstrækning er dækket med den nuværende personalesammensætning.

Den detaljerede planlægning, der skal finde sted i 2003, af opgaveløsningen, investeringsbehovet m.m., vil resultere i både en konkret vurdering af tidshorisonten for opgavens løsning inden for de korte scenarier (COWI's 11 år og Risø / DD's 15-20 år) og en mere detaljeret vurdering af budgetbehovet i de enkelte år. Det skal understreges, at de hidtidige vurderinger af budgetbehovet ikke fuldt ud kan indeholdes inden for de nuværende bevillinger til opgaven under Risø / DD.

15.2 Investering i anlæg og instrumenter til dekommissionering

Dekommissioneringen kan først gå i gang når man har etableret det produktionsapparat der skal bruges i processen. Det drejer sig bl.a. om et mellemlager til det radioaktive affald og målelaboratorier for høj og lav radioaktivitet, der skal benyttes til sortering og karakterise-

ring af affaldet. Behandlingskapaciteten i disse målelaboratorier vil være afgørende for dekommissioneringsprocessens omfang når store affaldsmængder skal behandles. I tilknytning til disse bygningsfaciliteter skal der også foretages anskaffelser af måle- og prøvetagningsudstyr.

Etablering af disse faciliteter vil ske hurtigst muligt i løbet af de første par år. Det må dog påregnes, at den overordnede planlægning af dekommissioneringsprojektet i sin helhed og projekteringen af de enkelte faciliteter vil lægge beslag på en betydelig del af 2003. Det kan bevirke, at hovedvægten i de indledende investeringer vil komme til at ligge i 2004.

Når rammerne for nedbrydningen og affaldsbehandlingen er etableret vil der inden for den første periode af dekommissioneringsarbejdet kun i begrænset omfang være behov for yderligere kapitalinvesteringer. Der må dog i de senere faser, hvor bl.a. DR 3 og Hot Cell skal dekommissioneres, påregnes udgifter til udstyr og bygningsindretning i forbindelse med disse mere komplekse anlæg. Forøgelsen af udgiftsniveauet i disse senere faser af dekommissioneringen vil således fortrinsvis være baseret på en forøgelse af arbejdsstyrken med inddragelse af eksterne rådgivere og entreprenører samt investeringer i materiel, til fjernbetjent nedbrydningsudstyr o.l.

15.3 Investeringer i personalet

Investeringer i personalet vil omfatte midler til uddannelse- og kompetenceudvikling, lederudvikling og en pulje til finansiering af nyansatte akademiske medarbejdere.

15.4 Ressourcer til ekstern bistand

Der vil være visse opgaver, der skal udføres af eksterne entreprenører i forbindelse med dekommissioneringen. Der skal også indregnes udgifter til rådgivning i tilknytning til projektering af de enkelte anlægsopgaver samt til generel planlægning. Endvidere vil der være behov for målrettet rådgivning på enkelte områder.

Entreprenører

I forbindelse med dekommissioneringen forudsættes nedbrydningen af visse dele af bygnings- og reaktorkonstruktionerne udført af eksterne entreprenører.

Rådgivning

Det er vigtigt at DD holder sig opdateret om den seneste internationale udvikling i metoder og teknologier til dekommissionering. Derfor vil der være behov for at købe international ekspertbistand på nøgleområder. Denne form for bistand kan eventuelt indarbejdes i et partnering arrangement, hvori der også indgår en eller flere samarbejdspartnere. I de første år påregnes indkøb af målrettet konsulentbistand fra udvalgte eksperter.

Der indregnes udgifter til rådgivning i forbindelse med projektering af anlæg.

Endvidere afsættes budget til målrettet indkøb af ekspertise hvor DD har begrænset kompetence, f.eks. på kontraheringsområdet.

Alt i alt vil der således ikke være tale om en jævn fordeling af udgifterne til dekommissioneringen. Særligt i den indledende fase samt den senere fase, hvor DR 3 og Hot Cell skal de-

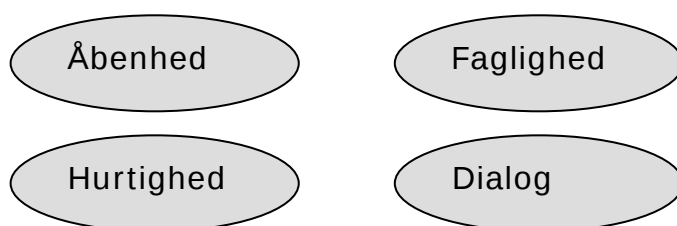
kommissioneres, vil der være et relativt større finansieringsbehov. Det konkrete tidsscenario vil endvidere have betydning for størrelsen og fordelingen af de årlige udgifter.

16 Oplysningsvirksomhed

16.1 Principper i oplysningsvirksomheden

DD skal løse en vigtig samfundsopgave og ønsker at gennemføre den med en aktiv kommunikationsindsats. Det gælder såvel i forhold til beslutningsprocesserne som selve arbejdet.

DD har besluttet, at kommunikationsindsatsen skal tage udgangspunkt i fire principper:



Åbenhed

DD skal skabe åbenhed, så offentligheden får adgang til de informationer, som de ønsker. Det handler om at skabe en kultur med åbenhed, og det handler om at gøre det let at få informationer – her vil hjemmesiden blive et centralt instrument. Åbenhed handler også om at sikre god adgang til nuancer og de ulemper, som der altid vil være ved enhver løsning.

Faglighed

DD skal skabe og formidle faglig viden om såvel teknik som beslutningsprocesser. Den faglige viden skal både formidles til faglige grupper på et højt niveau og til mennesker, der ikke er eksperter. Det er en vigtig opgave at få "oversat" den faglige viden, så den er tilgængelig for mennesker, der ikke umiddelbart forstår den komplicerede viden.

Dialog

DD skal deltage i dialogen med alle målgrupper, hvor det ønskes. Kommunikation fra DD skal ikke være envejs. DD skal lytte til de spørgsmål og problemstillinger, der rejser sig hos de forskellige målgrupper, og via forskellige medier skal DD gå i dialog med målgrupperne.

Hurtighed

DD skal være hurtig til at kommunikere. Når behovene for information og dialog opstår, skal DD være parat. Det kræver et beredskab og en parathed til at agere på de ting, som måtte komme op.

16.2 Fire hovedbudskaber

Der vil skulle formidles mange forskellige informationer og budskaber afhængig af fase, medie, målgruppe, emne mv. For DD vil der dog være fire hovedbudskaber, som der skal gøres en særlig indsats for at få formidlet:

- Det er sikkert
- Det er nødvendigt
- Det er fornuftigt
- Det er normalt.

16.3 Mål og målgrupper

Der er kortlagt ni forskellige mål med kommunikationen, hvor det for hvert mål er nødvendigt at få identificeret og kortlagt målgruppen eller målgrupperne. På nuværende tidspunkt nævnes de centrale målgrupper, men senere i arbejdet skal der gøres en indsats for at få identificeret de enkelte målgrupper mere præcist.

1. DD skal være en god arbejdsplads, og medarbejderne skal være rustede til at klare opgaven – herunder håndteringen af offentligheden.
Målgruppe: Medarbejderne.
2. DD skal være kendt som en virksomhed med kompetente medarbejdere.
Målgrupper: Medarbejderne, beslutningstagere, faglige miljøer i ind- og udland, myndigheder, ledere i relevante virksomheder samt borgere i Risøs nærområde.
3. Den interesserede offentlighed skal kunne følge arbejdet og have tillid til, at opgaven løses godt.
Målgrupper: Borgere, studerende, skoleelever, lærere, virksomheder, interesseorganisationer og journalister.
4. De faglige miljøer i ind- og udland skal kunne følge arbejdet og have tillid til, at opgaven løses godt.
Målgrupper: Forskere, rådgivende ingeniører, affalds- og miljøeksperter, faglige medarbejdere hos de nukleare tilsynsmyndigheder i Danmark og andre lande, faglige medarbejdere på nukleare anlæg internationalt – eksempelvis DIDO-klubben, relevante virksomheder, relevante foreninger og relevante internationale organisationer som IAEA, OECD og EU.
5. Det danske arbejde med dekommissioneringen og håndteringen af affaldet skal fremstå som et flot eksempel på, at Danmark på forsvarlig vis selv løser problemer med vanskeligt affald.
Målgrupper: Medarbejderne, beslutningstagere, faglige miljøer i ind- og udland, myndigheder og relevante internationale organisationer, ledere i relevante virksomheder, borgere i Risøs nærområde, øvrige borgere, studerende, skoleelever, lærere, virksomheder, interesseorganisationer, journalister,
6. De ansatte på Risø, DMU mv. skal være godt informerede og trygge.
Målgrupper: Medarbejderne på Risø-området.
7. Lokalt omkring Risø skal der skabes tryghed og et højt informationsniveau.
Målgrupper: Lokale myndigheder, politikere, virksomheder, foreninger, medier, borgere, skole og gymnasier.

8. Beslutningstagere og meningsdannere skal have et godt beslutningsgrundlag, de skal kunne følge arbejdet og have tillid til, at opgaven løses godt.

Målgrupper: Regeringen og Folketinget – særligt Forskningsudvalget og Miljø- og Planlægningsudvalget, HUR, Københavns Amt, Roskilde Amt, EU-Kommissionen, Roskilde Kommune, Gundsø Kommune, interesseorganisationer, lokale myndigheder, lokale, regionale og landsdækkende politikere, lokale samt regionale og landsdækkende medier.

9. Et eventuelt teknisk problem håndteres med åbenhed, faglighed, dialog og hurtighed.

Målgrupper: Alle målgrupper som det i den ene eller anden sammenhæng er relevant for.

16.4 Aktiviteter

For at nå målene skal der gennemføres en række aktiviteter. Mulige aktiviteter er

- Møder
- Intranet
- Nyhedsbrev
- Træning af medarbejdere i kommunikation
- Web
- Informationsmateriale
- Særlige møder med landsdækkende journalister
- Informationer rettet specifikt mod skole- og gymnasieelever
- Åbent Hus

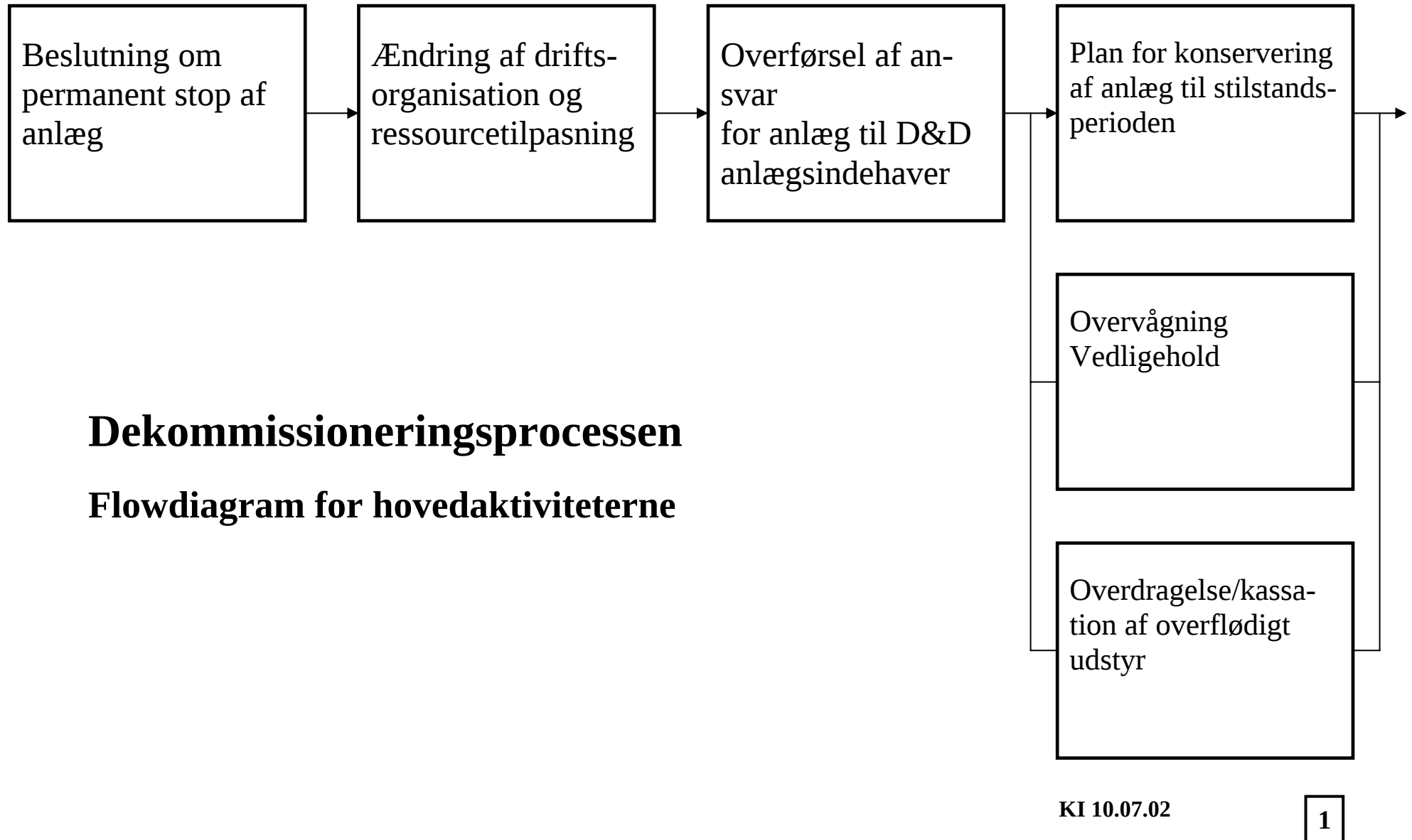
DD udarbejder sammen med en ekstern konsulent en detaljeret plan over de aktiviteter, der vil blive satset på i første omgang.

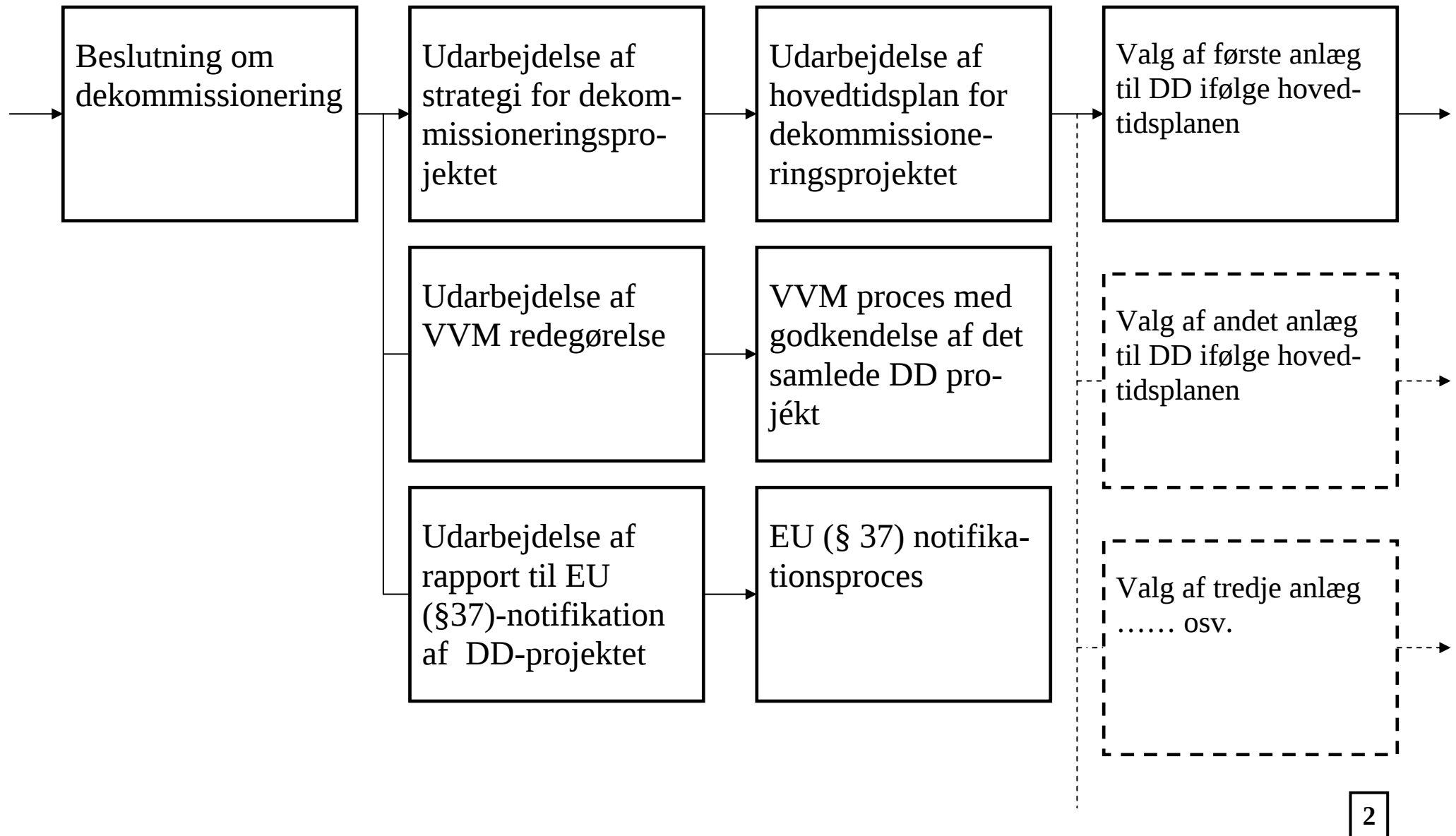
17 Referencer

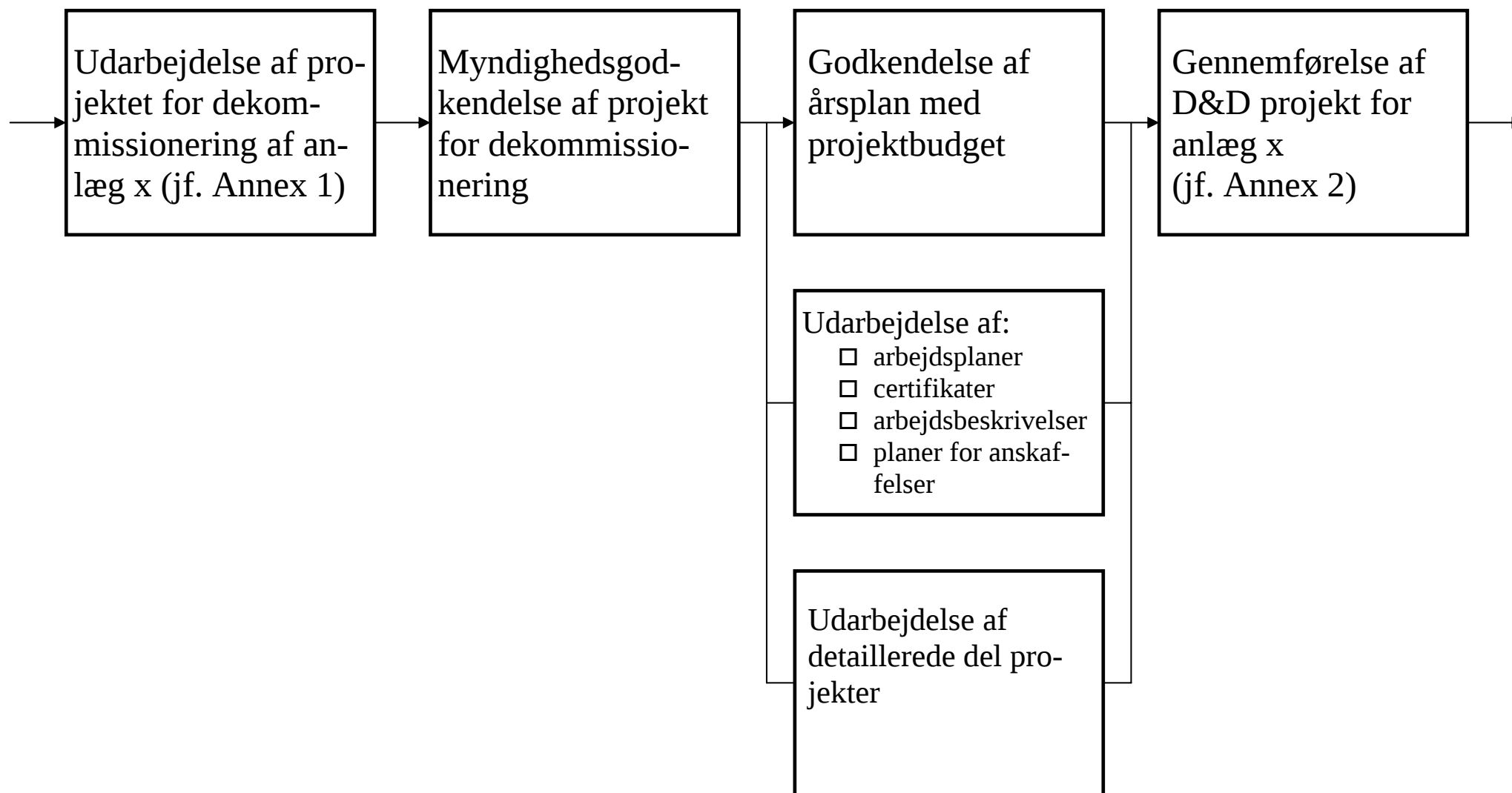
1. K. Lauridsen (editor), Decommissioning of the nuclear facilities at Risø National Laboratory. Descriptions and cost assessment. Risø-R-1250(EN) (2001).
2. K. Lauridsen, Dekommissionering af Risøs nukleare anlæg - vurdering af opgaver og omkostninger. Risø-R-1251(DA) (2001).
3. K. Iversen (editor), Revised cost estimate for the decommissioning of the reactor DR 3. Risø-R-1291(EN) (2001) 38 p
4. Dekommissionering af Risøs nukleare anlæg. VVM-redegørelse (endeligt udkast af Risøs bidrag udarbejdet af Per Hedemann Jensen). 26. juni 2002.
5. Dekommissionering af Risø's nukleare anlæg / Decommissioning of the nuclear facilities at RNL. Rapport udarbejdet for Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling af COWI & Associates. Juni 2002.
6. <http://www.sckcen.be/eccdecommissioning/>
7. P.L. Ølgaard, Postponed Decommissioning. August 2002.
8. Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors. IAEA Safety Standards Series. Safety Guide No. WS-G-2.1. IAEA, Vienna, 1999.

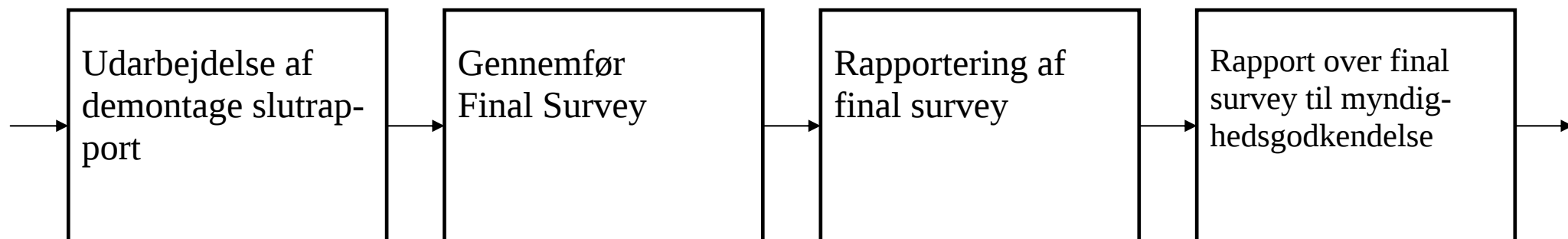
9. Safety Culture. A report by the International Nuclear Safety Advisory Group. Safety Series No 75-INSAG-4. International Atomic Energy Agency, Vienna 1991.
10. Reason, J. (1997). Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate Publishing Limited, 1997. ISBN 1 84014 105 0
11. Teoretisk udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald. Dansk Dekommissionering (2002)
12. International Atomic Energy Agency, Interim Storage of Radioactive Waste Packages, Technical Reports Series No. 390, IAEA, Vienna, 1998
13. Analyse af dekommissioneringsbudgettet, Januar 2002. Lichtenberg & Partners. Februar 2002.

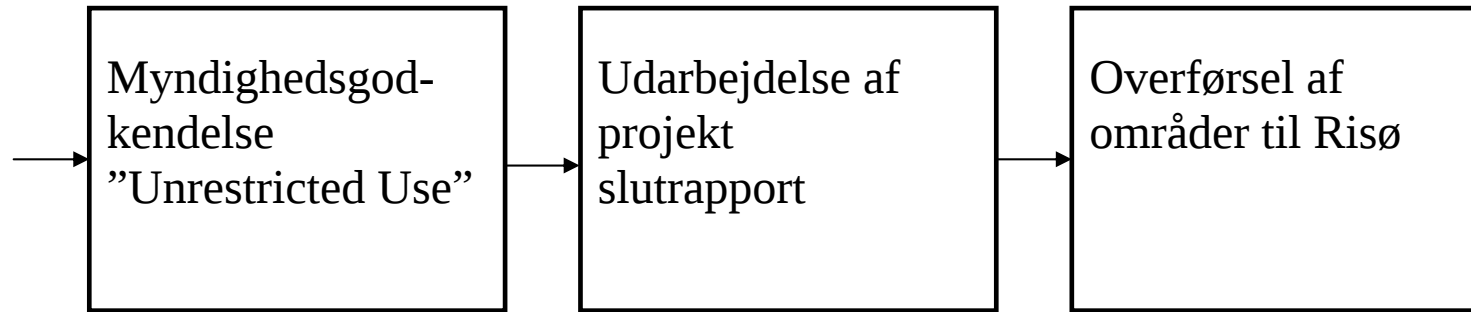
Bilag 1 Dekommissioneringsprocessen - Flowdiagram for hovedaktiviteterne













Dekommissioneringsplan for DR 1

Ifølge IAEA Safety Guide No. WS-G-2.1

Indholdsfortegnelse

1. Beskrivelse af anlæg og omgivelser.
2. Anlæggets driftshistorie samt evt. fremtidige brug.
3. Beskrivelse af det lovgivningsmæssige grundlag samt gældende myndighedskrav for dekommissioneringen.
4. Helsefysiske kriterier for gennemførelse af dekommissioneringen.
5. Beskrivelse af dekommissioneringens hovedopgaver samt tidsplan.
6. Argumentation for den valgte fremgangsmåde ved dekommissioneringen.
7. Sikkerhedsvurdering omfattende helsefysiske og konventionelle risici i forbindelse med arbejdet, for omgivelserne og miljøet inklusive de helsefysiske beskyttelsesforanstaltninger, som planlægges iværksat under dekommissioneringen.
8. Beskrivelse af det helsefysiske omegnsmonitoringsprogram som gennemføres.
9. Beskrivelse af erfaring, ressourcer, ansvarsforhold og strukturering af den projektorganisation, der gennemfører dekommissioneringen inklusive ledelsens kvalifikationer.
10. Vurdering af behovet for særlige ydelser, sagkyndig ingeniørbistand, dekommissioneringsteknikker, inklusive dekontamineringssteknikker, demontageteknikker, skæremetoder såvel som behov for fjernbetjeningsudstyr (robotter), som er nødvendige for en sikker gennemførelse af dekommissioneringen.
11. Beskrivelse af kvalitetssikringsprogrammet.
12. Vurdering af mængde, type og placering af radioaktive og farlige ikke radioaktive stoffer og materialer i anlægget, inklusive beregningsmetoder og målinger, som er anvendt ved vurderingen.
13. Beskrivelse af procedurer for håndtering af affaldet inklusive emner som:
 - Identifikation og karakterisering af kilder, typer og volumina af affald.
 - Kriterier for adskillelse (klipping, skæring mv.) af materialer.
 - Metoder vedrørende behandling, konditionering (pakning mv.) lagring og frigivelse.
 - Vurdering af mængder til genbrug og kriterier herfor.
 - Vurdering af udslip af radioaktive og farlige ikke radioaktive stoffer i forbindelse med dekommissioneringen.
14. Beskrivelse af andre væsentlige tekniske og administrative forhold, som f.eks. safe-guard, sikring og uheldsberedskab.
15. Beskrivelse af det måleprogram, udstyr og metoder, som planlægges anvendt i forbindelse med områdets frigivelse.
16. Budget for dekommissioneringsopgaven inklusive affaldsbehandling og lagring.
17. Beskrivelse af metode for gennemførelse af det endelige afsluttende helsefysiske måleprogram, når dekommissioneringen er gennemført.

Aktiviteter under gennemførelse af et dekommissioneringsprojekt.

- Planlægning af konkrete arbejdsopgaver
- Løbende opdatering af tidsplan
- Udarbejdelse af arbejdsopgavebeskrivelser
- Forberedelse af materialecertifikater
- Udarbejdelse af procedure for gennemførelse af særlige opgaver
- Planlægning af anskaffelser
- Planlægning af ekstern assistance
- Ordreskrivning
- Varemodtagelse
- Ledelse af egne og fremmede projektmedarbejdere under demontagen
- Dokumentation af materialer (certifikater)
- Måling/frigivelse af materialer
- Dekontaminering af materialer
- Dekontaminering/rengøring af arbejdsområder
- Løbende helsefysisk overvågning og kontrol
- Helsefysiske målinger
- Helsefysisk registrering/rapportering

Bilag 2 Strålingsbeskyttelse af medarbejdere og befolkning

Nærværende bilag tjener til uddybning af teksten i kapitel 5.

1 Strålingsbeskyttelse af medarbejdere

Der skal udføres overvågning og kontrol af den helsefysiske arbejdshygien. Dette sker bl.a. ved et omfattende måleprogram, der inkluderer rutinemæssige målinger af strålings- og kontaminationsniveauer på de nukleare anlæg og specifikke målinger under arbejdsoperationer, hvor der kan optræde høje strålings- og/eller kontaminationsniveauer. Der skal udføres rutinemæssige målinger af udslip af radioaktive stoffer til omgivelserne af hensyn til strålingsbeskyttelsen af befolkningen. Kontrollen af arbejdsmiljøet skal dokumenteres ved periodisk rapportering af dosisbelastning af medarbejdere og strålings- og forureningsniveauer på de nukleare anlæg.

Den vigtigste grundregel inden for strålingsbeskyttelsen er optimeringsprincippet, ifølge hvilket alle retfærdiggjorte strålingsdoser skal holdes så lave som det med rimelighed kan opnås (**As Low As Reasonable Achievable, ALARA**). Optimeringsprocessen er pålagt en begrænsning af individuelle doser (dosisbinding). En dosisbinding fastlægger et øvre mål for størrelsen af de individuelle doser fra en given kilde eller operation i en praksis. En dosisbinding fastsættes normalt til en mindre brøkdel af dosisgrænsen (10 - 30%). Beskyttelsen af medarbejdere, der udfører dekommissioneringen af de nukleare anlæg, skal optimeres i overensstemmelse med disse principper. Herved opnås, at strålingsdoserne til de enkelte medarbejdere holdes på en passende lav brøkdel af de gældende dosisgrænser. Disse grænser er vist i Error! Unknown switch argument..

Tabel 1.1. Dosisgrænser for erhvervsmæssigt strålingsudsat personale.

Kategori	Grænse for effektiv dosis (mSv/år)	Grænse for ækvivalent dosis (mSv/år)		
		Øjenlinsen	Huden ¹⁾	Ekstremiteter ²⁾
Arbejdstagere over 18 år	20	150	500	500
Personer under uddannelse over 18 år	20	150	500	500
Personer under uddannelse under 18 år ⁴⁾	6	50	150	150
Andre uddannelsessøgende	1	15	50	³⁾

¹⁾ Dosisgrænsen for huden gælder for enhver overflade på 1 cm

²⁾ Ekstremiteter omfatter hænder, underarme, fødder og ankler

³⁾ Ingen dosisgrænse. Beskyttelsen er baseret på begrænsningen af effektiv dosis

⁴⁾ Dosisgrænserne for personer under uddannelse mellem 16 og 18 år vil fortsat være gældende for arbejdstagere under 18 år efter uddannelsens afslutning i det omfang strålingsudsættelsen er nødvendig for personens beskæftigelse i faget

Under dekommissioneringen af de nukleare anlæg kræves en løbende helsefysisk overvågning og kontrol af den helsefysiske arbejdshygien for at kunne holde strålingsudsættelsen af medarbejderne på et passende lavt niveau. Til kontrol af, at dosisbindingen overholdes og i sidste ende, at dosisgrænsen ikke overskrides, skal der indføres undersøgelsesniveauer for in-

dividuelle doser. Disse dosisniveauer skal anvendes i forbindelse med vurderingen af de målte persondoser, der angives på de månedlige dosislister fra dosimetritjenesten. Hvis de månedlige doser er større end undersøgelsesniveauet, iværksættes der en nærmere undersøgelse af eksponeringen i de pågældende måned, og eventuelle strålingsbeskyttelsesmæssige tiltag overvejes.

Når eksterne arbejdstagere, f.eks. fremmede entreprenører, skal udføre dekommissioneringssopgaver på de nukleare anlæg, hvor der kræves brug af dosimetre samt lægeundersøgelse af medarbejderne, må den ansvarlige leder for dekommissioneringsarbejdet ikke lade arbejdet påbegynde, før der er modtaget et personligt strålingspas fra den eksterne arbejdstager. Den ansvarlige leder skal sørge for, at (1) den eksterne arbejdstager modtager instruktion og specifik uddannelse i forbindelse med det pågældende arbejde, (2) den eksterne arbejdstager får udleveret et persondosimeter, og (3) at returnere det underskrevne strålingspas til den eksterne medarbejders firma og oplyse medarbejderen og firmaet om størrelsen af den målte dosis. Den ansvarlige leder er ansvarlig for den strålingsbeskyttelse, som har direkte forbindelse med det pågældende arbejde, herunder at dosisgrænserne ikke overskrides.

Til kontrol af den helsefysiske arbejdshygien under dekommissioneringen af de nukleare anlæg skal strålings- og aktivitetsniveauerne overvåges. Luften skal overvåges kontinuerligt for indhold af partikulær α -/ β -aktivitet med en luftmonitor (CAM), og overflader skal overvåges for forurening med α -/ β -aktivitet ved hjælp af aftørningsprøver.

2 Strålingsbeskyttelse af befolkningen

Når de nukleare anlæg skal nedbrydes, skal planlægningen heraf omfatte strålingsbeskyttelse af befolkningen fra eventuelle udslip. Det betyder, at der skal fastlægges foranstaltninger til at begrænse eventuelle udslip, også selv om disse er mindre end de af myndighederne fastsatte udslipsgrænser, og der skal udføres rutinemæssige målinger for evt. udslip af radioaktive stoffer til omegnsmiljøet. For reaktorerne DR 2 og DR 3 vil det være usandsynligt, at udslip under dekommissioneringen vil blive større end de konstaterede udslip i disse anlægs driftsperiode. De maksimale årlige doser til den nærmestboende befolkning fra driftsudslippene fra DR 2 og DR 3 samt fra Behandlingsstationen har været nogle få μSv og ikke større end 10 μSv . Mens Hot Cell og DR 1 var i drift, var der tale om meget små udslip af radioaktive stoffer fra disse anlæg.

Når DR 3 og Hot Cell skal nedbrydes, skal ventilationsluften fra arbejdsområderne filtreres gennem partikelfiltre (HEPA-filtre) inden afkast til atmosfæren. Aktivitetsindholdet i både DR 1 og DR 2 er meget lille, og det anses derfor ikke for nødvendigt at filtrere afkastet af ventilationsluften fra arbejdsområderne.

Udslipsmonitoring og udslipsgrænser

Driftsudslippene af radioaktive stoffer fra de nukleare anlæg skal måles kontinuerligt, og resultaterne skal rapporteres til de nukleare tilsynsmyndigheder hvert halve år. Dosisbegrænsningen for befolkningen er baseret på de samme principper som for erhvervsmæssigt strålingsudsatte personer. Fra en enkelt retfærdiggjort praksis (Risø) må individuelle medlemmer af den kritiske gruppe ikke modtage mere end en lille brøkdel af dosisgrænsen (dosisbinding). Dosisgrænserne gælder for summen af strålingsudsættelser fra alle retfærdiggjorte praksiser.

Udslipsgrænser

Udslipsgrænser for radioaktive stoffer til omgivelserne fastsættes af de nukleare tilsynsmyndigheder⁷. De er baseret på en indviddosis (dosisbinding) til kritiske grupper på 50 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ fra enkeltanlæg. For atmosfæriske udslip er doserne beregnet for de hyppigst forekommende vejrforhold i Danmark som summen af indåndingsdoser og doser fra forurenede fødevarer. Det antages, at 10% af det årlige fødevareforbrug er kontamineret, hvilket er yderst konservativt, idet det svarer til, at 10% af fødevareforbruget produceres og konsumeres i de forurenede områder. For akvatiske udslip er dosisgrænserne også baseret på en dosisbinding på 50 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ og en eksponering via vand- eller fiskeindtag, for hvilke det årlige behov forudsættes dækket alene af forurenede indtag.

Tabel 2.1 og tabel 2.2 viser de årlige udslipsgrænser af de nævnte isotoper, baseret på en samlet årlig dosis på 50 μSv (sum af indåndingsdoser og fødevaredoser). Denne dosis anbefales af de danske myndigheder som *dosisbinding* (dose constraint) for fastsættelse af udslipsgrænser fra de enkelte nukleare anlæg. Strålingsdoserne er beregnet på grundlag af atmosfæriske spredningsmodeller, akvatiske spredningsmodeller og overføringsfaktorer fra deponeret aktivitet på jordoverfladen til forskellige fødevarer (f.eks. mælk, kød, kornprodukter og grøntsager).

Tabel 2.1. Årlige udslipsgrænser til atmosfæren af forskellige radionuklider der vil medføre en samlet committet effektiv dosis på 50 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ fra indånding og spisning af forurenede fødevarer.

Radionuklid	Udslipsgrænse [GBq/år]
Tritieret vand	$1 \cdot 10^6$
^{14}C	$1 \cdot 10^3$
^{60}Co	$1 \cdot 10^3$
^{90}Sr	$2 \cdot 10^2$
^{137}Cs	$7 \cdot 10^2$
$^{152+154}\text{Eu}$	$7 \cdot 10^2$
Aktinider	$1 \cdot 10^0$

Tabel 2.2. Årlige udslipsgrænser af tritium og ^{137}Cs til Roskilde Fjord der vil medføre en samlet committet effektiv dosis på 50 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ fra indtag af forurenede fisk og væske fra Roskilde Fjord.

Radionuklid	Udslipsgrænse [GBq/år]
Tritieret vand	$1 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$4 \cdot 10^2$

⁷ P. Hedemann Jensen, *Forslag til grænser for udslip af radioaktive stoffer fra Risøs nukleare anlæg*. Anlægshelsefysik, 25. juni 2002.

Skønnede udslip under dekommissionering

Aktiviteten i reaktorerne udgøres hovedsageligt af aktiveringsprodukter, der sidder fast i de enkelte konstruktionsdele. Derfor anslås det, at højst 0.1% af denne aktivitet kan nå frem til ventilationskanalen og herfra frigøres til omgivelserne i filtreret eller ufiltreret form. Aktiviteten i betoncellerne sidder på de indre overflader, men der regnes også her med, at kun 0.1% kan nå frem til ventilationskanalen. Det forudsættes endvidere, at filtereffektiviteten for HE-PA-filtrene i DR 3 og Hot Cell kun er 99%. Driftsudslippet til atmosfæren fra Behandlingsstationen forudsættes at være af samme størrelsesorden som de målte afkast i 2001.

Med disse antagelser vil de skønnede årlige driftsudslip fra dekommissioneringen af de lukkede nukleare anlæg og fra Behandlingsstationens drift være som vist i tabel 2.3 og tabel 2.4.

Tabel 2.3. Skønnede driftsudslip til atmosfæren fra de nukleare anlæg under dekommissioneringen af anlæggene og fra Behandlingsstationens drift.

Anlæg	Skønnet årligt udslip [MBq/år]							
	³ H	¹⁴ C	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	¹³³ Ba	¹³⁷ Cs	¹⁵²⁺¹⁵⁴ Eu	Aktinider
DR 1	-	-	10	-	-	10		-
DR 2	-	-	40	-	-	-	20	-
DR 3	1000000	2	1000	-	20	-	20	-
Hot Cell	-	-	0.2	10	-	20	-	1
Behandlingsst.	-	-	-	-	-	1	-	-

Tabel 2.4. Skønnede driftsudslip til Roskilde Fjord fra de nukleare anlæg under dekommissioneringen af anlæggene og fra Behandlingsstationens drift.

Anlæg	Skønnet årligt udslip [GBq/år]	
	³ H	¹³⁷ Cs
Behandlingsstation	2000	0.3
Øvrige anlæg	-	-

Som det fremgår af tabel 2.4 forventes der ingen vandige udslip fra dekommissioneringen af de lukkede nukleare anlæg.

Forøgelser af de rutinemæssige udslip skal rapporteres særskilt, hvis det i en rapporteringsperiode er konstateret eller forudses, at udslippet har overskredet eller vil overskride de skønnede årlige udslip (tabel 2.3 og tabel 2.4) i løbet af en måned. I denne særskilte rapport skal der gives en redegørelse for årsagen til det forhøjede udslip og konsekvenserne i omegnen.

Omegnsmonitoring

Der skal udføres et omegnskontrolprogram som led i overvågningen af omegnsmiljøet omkring Risø under dekommissioneringen af de nukleare anlæg. Måleprogrammet har til formål at kontrollere, at der ikke akkumuleres radioaktive stoffer med lang halveringstid som følge af udslip fra de nukleare anlæg. Måleprogrammet er vist i tabel 2.5, og placeringen af målepunkter er vist på Figur 2.1.

Tabel 2.5. Omegnsmåleprogram omkring Risø.

Antal	Art	Sted	Frekvens	Måling
1	Luftprøve	Risø-området	Ugentlig	γ -spektrometri
1	Nedbørsprøve	Risø-området	Månedlig	γ -spektrometri
1	Nedbørsprøve	Risø-området	Månedlig	Tritium
1	Sedimentprøve	Roskilde Fjord mellem Risø-området og Bolund	Årlig	γ -spektrometri
1	Vandprøve	Roskilde Fjord ved molen på Risø-området	Kvartårlig	Tritium
1	Vandprøve	Roskilde Fjord ved molen på Risø-området	Årlig	^{137}Cs
1	Græsprøve	Risø-området	Ugentlig	γ -spektrometri
1	Havplanteprøve	Roskilde Fjord mellem Risø-området og Bolund	Årlig	γ -spektrometri
1	Spildevandsprøve	Behandlingsstationen	Ugentlig	Total β -aktivitet
25	Ekstern stråling	Risø-området og omegn ud til 16 km afstand	Halvårlig	Scintillationstæller og TL-dosimetre

På Risø-området og i de 4 zoner omkring Risø-området (se Figur 2.1) måles den eksterne gammastråling dels ved TL-dosimetre (dosis), dels ved scintillationsmålinger (dosishastighed). Målingerne udføres i de 29 målepunkter i zonerne. TL-dosimetrene akkumulerer dosis for en periode på et halvt år. Scintillationsmålingerne udføres to gange årligt.

Vest for Risøs auditorier findes en kontinuert kørende luftsuger med en kapacitet på ca. 1500 m³/h. Filtrene indsamles ugentlig og analyseres for indhold af radioaktive stoffer ved gamma-analyse to gange, straks og en uge efter indsamling.

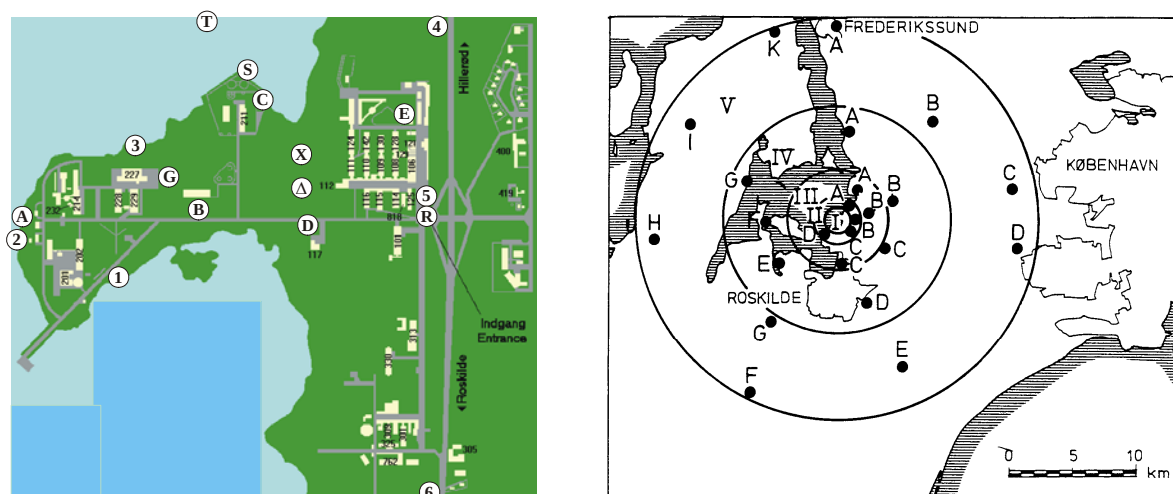
Vest for Risøs auditorier er anbragt en 10 m² kvadratisk regnsamler forsynet med et partikel-filter og en ionbytterkolonne anbragt i et frostfrit rum under indsamleren. Filteret, ionbytteren og vandet i karret tømmer ved månedens udgang, og ionbytteren måles sammen med forfiltret for indhold af aktivitet ved gammaspektroskopi. Det gennemløbende vand i karret analyseres for indhold af tritium. Desuden findes syd for bygning 101 en 1 m² regnsamler. Prøverne herfra kombineres til månedsprøver, som analyseres for tritium.

Fra Behandlingsstationens spildevandsudledning udtages der ugentligt prøver, som bliver målt for aktivitetsindhold ved γ -spektrometri samt for total β -aktivitet efter inddampning.

Mellem Risø og Bolund (se Figur 2.1) udtages 1 gang årligt en sedimentprøve. Prøven tages til ca. 15 cm dybde i sedimenterne og analyseres for indhold af radioaktive stoffer ved gammaspektroskopi.

Hvert halve år indsamles blæretang mellem Risø og Bolund til analyse for gammaradioaktivitet ved gammaspektroskopi. Hver måned indsamles ved Risø mole en vandprøve, som analyseres for tritium. En gang årligt indsamles ved Risø mole en vandprøve, der analyseres for indhold af ^{137}Cs .

Hver uge indsamles øst for Hot Cell bygningen en græsprøve, som analyseres for indhold af radioaktive stoffer ved gammaspektroskopi.



Figur 2.1. Placering af strålings- og kontaminationsmåleudstyr (venstre figur) og målepunkter for måling af gammastråling i Risø-områdets omegnsszoner (højre figur).

- | | | | |
|-------|-------------------------------|---|---|
| 1 - 6 | TL-dosimetre | G | Græsprøve |
| A - E | Målepunkter for gammabaggrund | S | Prøveindtag for spildevand |
| X | 10 m ² regnsamler | T | Prøvetagningssted for tang- og sedimentprøver |
| R | 1 m ² regnsamler | Δ | Luftprøvesamler |

Erfaringen fra de seneste 40 års overvågning af omegnen viser, at måleprogrammet har afsløret “unormale” udslip både under drift (f.eks. i forbindelse med måling af effektiviteten af ventilationsfiltre ved brug af radioaktive isotoper) og ved egentlige unormale hændelser (f.eks. udslippet af tungt vand til Roskilde Fjord).

I forbindelse med dekommissioneringen af de nukleare anlæg skal det rutinemæssige omegnsskontrolprogram bibeholdes, og det skal overvejes, om der eventuelt skal udtages yderligere prøver tæt på anlæggene. Analyser for ¹⁴C kunne eksempelvis være relevant i forbindelse med nedbrydningen af grafitmoderatoren på reaktorerne.

Bilag 3 Krav til kvalifikationer for nøglepersoner i DD's organisation

Nærværende bilag indeholder kvalifikationskravene for følgende nøglepersoner i DD's organisation:

- Administrerende direktør
- Teknisk direktør
- Leder af Direktionssekretariat
- Leder af Myndighedskontakt og sikkerhedskoordinator
- Leder af Administration
- Leder af Anlægshelsefysik
- Leder af Kvalitetsstyring
- Leder af Projektafdeling
- Leder af Driftsafdeling
- Leder af Behandlingsstationen

Udkast til Sikkerhedsdokumentation for DD indeholder kvalifikationskrav til en række andre medarbejdere i DD's organisation.

Kvalifikationskravene er inddelt i to grupper:

- A-krav, der skal være opfyldt ved ansættelsen af en ny medarbejder i stillingen, og
- B-krav, der skal opfyldes snarest muligt efter ansættelsen, for at den pågældende endeligt kan pålægges de ansvar og beføjelser, der er knyttet til stillingen.

Nærmeste overordnede har ansvar for at B-krav opfyldes.

Administrerende direktør

- A1 Akademisk uddannelse.
- A2 Dokumenteret ledelseserfaring.
- B1 Kendskab til relevant dansk lovgivning og andre myndighedskrav, herunder Betingelser for Drift, samt forhold vedrørende sikring.
- B2 Kendskab til helsefysiske forhold og arbejde med radioaktivt materiale.
- B3 Kendskab til gældende regelsæt for DD, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B4 Kendskab til DD's nukleare anlæg.
- B5 Kendskab til organisations- og samarbejdsforhold i DD.

Teknisk direktør

- A1 Videregående teknisk-naturvidenskabelig uddannelse.
- A2 Mindst 1 års arbejde på et nukleart anlæg eller tilsvarende.
- A3 Dokumenteret ledelseserfaring.
- A4 Indgående kendskab til sikkerhedsvurdering og kvalitetssikring.

- B1 Kendskab til gældende regelsæt for DD, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B2 Kendskab til helsefysiske forhold og arbejde med radioaktivt materiale.
- B3 Indgående kendskab til de nukleare anlægs opbygning.
- B4 Kendskab til organisations- og samarbejdsforhold i DD.
- B5 Erfaring med myndighedsbehandling af sager.
- B6 Kendskab til DD's og de nukleare anlægs sikkerhedsdokumentation.
- B7 Nødvendig viden om reaktorfysiske processer - specielt kritikalitet.

Leder af Direktionssekretariat

- A1 Akademisk uddannelse
- A2 Erfaring fra samarbejde med det politiske system
- B1 Kendskab til relevant dansk lovgivning og andre myndighedskrav, herunder Betingelser for Drift, samt forhold vedrørende sikring.
- B2 Kendskab til helsefysiske forhold og arbejde med radioaktivt materiale.
- B3 Kendskab til gældende regelsæt for DD, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B4 Kendskab til DD's nukleare anlæg.
- B5 Kendskab til organisations- og samarbejdsforhold i DD.

Leder af Sikkerhedssekretariat

- A1 Videregående teknisk-naturvidenskabelig uddannelse.
- A2 Kendskab til nukleare anlæg.
- B1 Indgående kendskab til relevant dansk lovgivning og myndighedskrav inden for området og vedrørende sikkerhedskrav.
- B2 Bredt orienteret om helsefysiske og kritikalitetsmæssige forhold ved DD's nukleare anlæg.
- B3 Kendskab til DD's organisatoriske forhold, instruktioner, direktiver, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B4 Indgående kendskab til de nukleare anlægs- og DD's sikkerhedsdokumentation.
- B5 Indgående kendskab til sagsbehandlingen mellem de nukleare sikkerhedsmyndigheder og DD.
- B6 Indgående kendskab til Betingelser for Drift for DD som helhed.
- B7 Indgående kendskab til forhold vedrørende Safeguards.

Leder af Administration

- A1 Akademisk uddannelse.
- A2 Dokumenteret erfaring med ledelse af administrativt arbejde.
- B1 Kendskab til relevant dansk lovgivning og andre myndighedskrav, herunder Betingelser for Drift, samt forhold vedrørende sikring.
- B2 Kendskab til helsefysiske forhold og arbejde med radioaktivt materiale.
- B3 Kendskab til gældende regelsæt for DD, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B4 Kendskab til DD's nukleare anlæg.

- B5 Kendskab til organisations- og samarbejdsforhold i DD.

Leder af Anlægshelsefysik

- A1 Videregående teknisk eller naturvidenskabelig uddannelse.
- A2 Minimum 2 års arbejde som uddannet anlægshelsefysiker.
- B1 Detaljeret kendskab til internationale rekommandationer, dansk lovgivning og myndighedskrav vedrørende ioniserende stråling.
- B2 Kendskab til gældende regelsæt for DD, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B3 Kendskab til Betingelser for Drift for DD.
- B4 Kendskab til DD's nukleare anlæg
- B5 Kendskab til organisations- og samarbejdsforhold i DD.

Leder af Kvalitet og Miljø

- A1 Videregående teknisk eller naturvidenskabelig uddannelse.
- A2 Dokumenteret erfaring med kvalitetsstyring og miljøledelse.
- B1 Kendskab til arbejde ved nukleare anlæg.
- B2 Kendskab til helsefysiske forhold og arbejde med radioaktivt materiale.
- B3 Kendskab til gældende regelsæt for DD, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B4 Kendskab til dansk lovgivning og internationale bestemmelser vedrørende transport af radioaktivt materiale.
- B5 Kendskab til organisations- og samarbejdsforhold i DD.
- B6 Kvalificeret auditor.

Leder af Projektorganisationen

- A1 Videregående teknisk-naturvidenskabelig uddannelse.
- A2 Dokumenteret erfaring med projektledelse fra større bygge- eller anlægsprojekt.
- A3 Mindst ½ års arbejde på et nukleart anlæg eller tilsvarende.
- A4 Indgående kendskab til sikkerhedsvurdering og kvalitetssikring.
- B1 Kendskab til relevant dansk lovgivning og myndighedskrav vedrørende sikkerhedsforhold, herunder Betingelser for Drift, samt forhold vedrørende safeguard.
- B2 Kendskab til helsefysiske forhold og arbejde med radioaktivt materiale.
- B3 Indgående kendskab til de nukleare anlægs opbygning.
- B4 Kendskab til gældende regelsæt for DD, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B5 Kendskab til organisations- og samarbejdsforhold i DD.
- B6 Erfaring med myndighedsbehandling af sager.
- B7 Kendskab til DD's og de nukleare anlægs sikkerhedsdokumentation.
- B8 Nødvendig viden om reaktorfysiske processer – specielt kritikalitet.

Leder af Driftsorganisationen

- A1 Videregående teknisk-naturvidenskabelig uddannelse.
- A2 Mindst ½ års arbejde på et nukleart anlæg eller lignende.
- B1 Kendskab til relevant dansk lovgivning og andre myndighedskrav, herunder Betingelser for Drift.
- B2 Kendskab til helsefysiske forhold og arbejde med radioaktivt materiale.
- B3 Kendskab til arbejde med fissilt materiale og til forhold som influerer på mulighederne for kritikalitet.
- B4 Detaljeret kendskab til opbygningen af de nukleare anlæg.
- B5 Kendskab til gældende regelsæt for DD, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B6 Kendskab til organisations- og samarbejdsforhold i DD.
- B7 Kendskab til uheldsbekæmpelse i DD og til interne og eksterne beredskabsplaner samt relationer til eksterne hjælpekorps.
- B8 Kendskab til øvelsesteknik for beredskaber.
- B9 Bredt orienteret om procedurer i sagsbehandling med de nukleare sikkerhedsmyndigheder.

Lederen af Behandlingsstationen og lagre for radioaktivt affald

- A1 Videregående teknisk-naturvidenskabelig uddannelse.
- A2 Mindst ½ års erfaring med drift af Behandlingsstationen eller tilsvarende anlæg.
- A3 Indgående kendskab til Betingelser for Drift for Behandlingsstationen.
- B1 Kendskab til relevant dansk lovgivning og myndighedskrav vedrørende sikkerhedsforhold.
- B2 Kendskab til helsefysiske forhold ved drift af Behandlingsstationen og arbejde med radioaktive stoffer.
- B3 Kendskab til arbejde med fissilt materiale og forhold, som influerer på muligheder for kritikalitet.
- B4 Kendskab til opbygning og drift af Behandlingsstationen.
- B5 Kendskab til instruktioner, vejledning m.m. for Behandlingsstationen.
- B6 Kendskab til organisation og samarbejdsforhold i DD.
- B7 Kendskab til gældende regelsæt for DD, beredskaber og andre forhold vedrørende sikkerhed.
- B8 Bredt orienteret om DD's sikkerhedsdokumentation.
- B9 Bredt orienteret om procedurer i sagsbehandling med de nukleare sikkerhedsmyndigheder.
- B10 Kendskab til forhold af betydning for uheldsbekæmpelse på Behandlingsstationen.

Bilag 4 Kontraheringsstrategier

I forbindelse med dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø-området vil der være behov for at inddrage eksterne rådgivere og entreprenører i arbejdet. Dette bilag beskriver de kontraheringsstrategier/entrepriseformer, der sædvanligvis anvendes indenfor anlægsarbejder. Der gøres opmærksom på, at der er tale om en generel beskrivelse, der ikke specielt knytter sig til dekommissioneringsopgaverne.

1 Gennemførelse af en anlægssag

En anlægssag består sædvanligvis af følgende faser:

- Programmering/planlægning
- Forslag
- Projekt
- Udførelse
- Aflevering
- Garantiperiode

I programmeringsfasen foretages en analyse af bygherrens behov og ideer, og der laves en sammenfatning af krav og ønsker til anlægget. Programmet kan eventuelt suppleres med et skitse-mæssigt forslag til anlæggets udformning.

I forslagsfasen sker der en designmæssig bearbejdning af programmet. Forslaget skal være detaljeret i en sådan grad, at alle afgørende beslutninger vedrørende opgaven er truffet og indgår i løsningen.

Projektet (ofte kaldet hovedprojektet) fastlægger på grundlag af det godkendte forslag opgaven entydigt med en sådan detaljeringsgrad, at det kan danne grundlag for myndighedsbehandling og for udførelse.

I udførelsesfasen realiseres projektet, og der føres løbende tilsyn med, at udførelsen lever op til det kvalitetsniveau, der er beskrevet i hovedprojektet.

Udførelsesfasen afsluttes med en formel afleveringsforretning, hvor ansvaret for opgaven overgår fra entreprenøren til bygherren.

Ved sædvanlige anlægsopgaver er der en garantiperiode på 5 år, hvor entreprenøren (og rådgiverne) har ansvaret for eventuelle fejl og mangler ved anlægget og dermed en afhjælpningspligt. I den 5-årige garantiperiode gennemføres der sædvanligvis et 1-års eftersyn og et 5-års eftersyn.

Nedenstående er kort beskrevet følgende 3 forskellige udbudsformer, som anlægsarbejdet kan organiseres på og med tilhørende organisationsplaner:

- Udbud i hovedentreprise på grundlag af hovedprojekt
- Udbud i totalentreprise på grundlag af byggeprogram
- Partnering

Forskellen mellem de forskellige entrepriseformer består primært i, dels hvornår udbudet finder sted, dvs. hvor i processen der inddrages entreprenører, dels hvem der har ansvaret for tidsplanen; herunder koordinering af de entreprenører der medvirker i processen.

For hver af de nævnte udbudsformer er givet en kort beskrivelse af processen samt fordele og ulemper ved den enkelte fremgangsmåde.

2 Udbud i fag- eller hovedentreprise på grundlag af hovedprojekt

Proces

Ved denne fremgangsmåde udarbejdes der et detaljeret hovedprojekt, sædvanligvis af eksterne rådgivere, som bygherren har engageret til opgaven.

Rådgivningen forud for udbud gennemføres i følgende faser:

- Programmering
- Dispositions- og projektforslag
- Hovedprojekt.

Hovedprojektet danner grundlag for et udbudsmateriale, som et antal forhåndsudpegede fag- eller hovedentreprenører giver tilbud på. Tilbudet vil som oftest bestå af en fast pris på opgavens gennemførelse samt et antal enhedspriser, der kan anvendes, såfremt der opstår behov for at ændre på ydelsen, eksempelvis som følge af jordbundsforholdene.

Der indgås aftale med de(n) entreprenør(er), der har afgivet den laveste pris på gennemførelsen af projektet.

Organisation

Bygherren indgår aftale med en eller flere rådgivere, der kan gennemføre den nødvendige projektering. Blandt rådgiverne udpeges der en projekteringsleder, der er ansvarlig for den samlede rådgivnings kvalitetsmæssige korrekte gennemførelse, herunder koordinering af alle fagdiscipliner.

Herudover er projekteringslederen ansvarlig for alle ledelsesmæssige aspekter af opgaven. Projekteringslederen varetager kontakten til bygherren og deltager løbende i møder med bygherren.

Det er endvidere projektlederens ansvar at varetage al myndighedsbehandling, tids- og økonomistyring samt forhold vedrørende kvalitetsstyring og miljøledelse.

Ved udbud i fagentreprise har bygherren/rådgiverne ansvaret for, at den aftalte tidsplan overholdes samt for at koordinere alle fagentreprenørerne. Ved udbud i hovedentreprise påhviler dette ansvar hovedentreprenøren.

Fordele og ulemper

Der kan peges på følgende fordele ved denne fremgangsmåde:

- Bygherren har maksimal indflydelse på projektet
- Ydelsen defineres præcist, hvilket alt andet lige bør føre til, at tilbudsgiverne bedre kan prissætte projektet, og der opnås dermed en større sikkerhed for, at prisen er den rigtige.

- Eventuelle ændringer efter kontrakt kan tilkøbes til en kendt pris, fordi tilbudslisten og dermed aftalen vil indeholde en lang række enhedspriser, der kan danne grundlag for prisfastsættelsen.

Af ulemper kan der peges på følgende:

- Denne fremgangsmåde vil formentlig være den, hvor der vil gå længst tid fra indgåelse af rådgiveraftale til opgaven er afsluttet.
- Prisen for udførelse af opgaven vil først være endeligt fastlåst, når der er indgået en hovedentrepriseaftale.
- Bygherren vil kun få prissat én løsning på opgaven.

3 Udbud i totalentreprise på grundlag af byggeprogram

Proces

Ved denne fremgangsmåde udarbejdes der et byggeprogram, der i form af funktionskrav beskriver bygherrens krav og ønsker til byggeriet.

Dette byggeprogram danner grundlag for udbudet. Efterfølgende er det totalentreprenøren, der indgår alle aftaler med rådgivere og underleverandører, og totalentreprenøren har ansvaret for al detailprojektering.

Totalentreprenørens tilbud vil indeholde et forslag til opgavens løsning samt en fast pris for realiseringen af det pågældende forslag. Herudover kan tilbudet omfatte en række administrative forhold, eksempelvis organisationsforhold, styring af kvalitets- og miljøforhold etc.

Der indgås aftale med den totalentreprenør, der har afgivet det økonomisk mest fordelagtige tilbud; dvs. det tilbud, hvor kvalitet og pris vurderet under et er fundet bedst.

Organisation

Bygherren indgår aftale med én eller flere rådgivere, der kan stå for udarbejdelsen af byggeprogrammet. En af rådgiveren udpeges som projektleder. Projektlederen er i programmeringsfasen ansvarlig for den samlede rådgivnings kvalitetsmæssige korrekte gennemførelse, herunder koordinering af alle fagdiscipliner. Ansvar for udarbejdelsen af byggeprogram og øvrigt udbudsmateriale påhviler således projektlederen.

Herudover er projektlederen ansvarlig for alle ledelsesmæssige aspekter af opgaven. Projektlederen varetager kontakten til bygherren og deltager løbende i møder med denne.

Det er endvidere projektlederens ansvar at varetage tids- og økonomistyring samt forhold vedrørende kvalitetsstyring og miljøledelse. Projektlederen har i den indledende fase ansvaret for i fornødent omfang at kontakte og orientere relevante myndigheder.

I udførelsesfasen varetager totalentreprenøren såvel hele projekteringsledelsen, herunder koordinering af tilknyttede rådgivere, som koordinering af underentreprenører. Totalentreprenøren har endvidere ansvaret for al myndighedsbehandling.

Fordele og ulemper

Der er følgende fordele ved denne fremgangsmåde:

- Prisen for byggeriet vil være fastlagt tidligt i forløbet.

- Forudsat at udbudsmaterialet ikke indeholder et dispositionsforslag, får bygherren for en relativt lav omkostning et antal forskellige bud på, hvorledes det nye byggeri kan udformes.
- Entreprenørens kendskab til udførelsesmetoder inddrages i projektet, hvilket alt andet lige bør føre til en optimering af kvalitet og økonomi.
- Tidsmæssigt vil processen være kortere end ved hovedentreprise, idet totalentreprenøren ofte vil påtage sig ansvaret for at påbegynde udførelsen inden projekteringen er endeligt tilendebragt.

Af ulemper kan nævnes følgende:

- Bygherren har mindre indflydelse på projektet end ved hovedentreprise.
- Såfremt der efter kontrakt opstår behov for ændringer i projektet, vil dette hver gang medføre en forhandling med totalentreprenøren, og hvor bygherren ikke har et fast prisgrundlag at vurdere prisen på.

4 Partnering – samarbejdsaftale

Proces

Ved partneringmodellen udpeger (eventuelt efter forudgående udbud) bygherren de parter, som man ønsker skal involveres i opgavens gennemførelse. Det drejer sig som oftest om ingeniør, arkitekt og entreprenør(er), der herefter indgår i et forpligtende, åbent samarbejde om byggesagens gennemførelse.

Som grundlag for dette samarbejde foreligger der som minimum et byggeprogram, der danner grundlag for dels samarbejdsaftalen, dels en første prissætning af byggeriet.

Tanken bag partneringmodellen er, at kompetencen hos de enkelte deltagere udnyttes bedst muligt og dette kombineret med den erklærede vilje til at samarbejde med åbenhed og tillid til hinanden giver mulighed for at opnå bedre resultater - økonomisk, tidsmæssigt og kvalitetsmæssigt - end hvad der sædvanligvis opnås ved de traditionelle udbudsformer.

Partnering anbefales som oftest i projekter, der dels er komplekse, dels indeholder relationer af længere varighed.

Organisation

I programmeringsfasen er organisationen identisk med organisationen beskrevet under pkt. 2.

For den resterende periode etableres der en samarbejdsgruppe, der i fællesskab udarbejder projektet og står for realiseringen af projektet. Den viden og de enkelte deltagere kan bidrage med er eksempelvis:

Bygherren

- Viden om processen
- Økonomisk ramme
- Tidsmæssig ramme

Ingeniørrådgiver

- Beregning af konstruktioner og installationer
- Teknisk og økonomisk optimale løsninger
- Viden om materialer og kvalitet

Arkitektrådgiver

- Arkitektur og helhedssyn
- Optimering af funktionssammenhænge
- Planløsninger
- Rumlig/materiemæssig forståelse og holdning

Entreprenør

- Prissætning
- Materialer og rationelle udførelsesmetoder
- Planlægning og styring af udførelsesfasen
- Økonomisk styring og købmandskab

Fordele og ulemper

Der er følgende fordele ved anvendelse af partneringmodellen:

- Gennem åbne regnskaber fra de involverede parter får bygherren et detaljeret kendskab til prissætning af byggeriet
- Bygherren får maksimal indflydelse på projektet
- Parterne trækker på samme hammel.
- Entreprenørens kendskab til udførelsesmetoder inddrages i projektet, hvilket alt andet lige bør føre til en optimering af kvalitet og økonomi.
- Denne fremgangsmåde vil tidsmæssigt være den korteste at gennemføre

Af ulemper kan nævnes følgende:

- Den endelige pris for opgavens gennemførelse er ikke kendt ved indgåelse af samarbejdsaftalen. Bygherren har således ingen sikkerhed for, at den entreprenør, der er enteret med, er den entreprenør, der kan levere det billigste byggeri. Denne ulempe imødegås dog delvist gennem de åbne regnskaber, jf. ovenstående.
- Der er en risiko for, at der ikke kan etableres det nødvendige åbne og tillidsfulde samarbejde, og i så fald kan bygherren blive nødt til at gribe ind eller i yderste konsekvens starte processen forfra.

5 Sammenfatning

Som det fremgår af ovenstående, har alle fremgangsmåder visse fordele og ulemper, og det skal derfor i hvert enkelt tilfælde nøje afvejes, hvilken fremgangsmåde der er den mest egnede til den konkrete opgave. Valg af fremgangsmåde vil typisk afhænge af bygherrens kompetence og ressourcer samt opgavens karakter. Herudover kan den tid, der er til rådighed, være af betydning for valg af fremgangsmåde.

Bilag 5 Matematiske modeller til beregning af strålingsdoser og frigivelsesniveauer

Beregning af doser til den kritiske gruppe fra forurenede bygninger eller forurenede landområder kræver matematiske modeller, der skal kunne beskrive de forskellige eksponeringsveje og beregne resulterende strålingsdoser til kritiske grupper. Der kan anvendes simple generiske modeller eller mere komplicerede modeller, der er tilpasset det aktuelle område, så der kan anvendes lokale data for området. Når der anvendes områdespecifikke modeller, skal de så vidt muligt være valideret eksperimentelt.

1 Dosismodeller

De dominerende eksponeringsveje vil være ekstern eksponering fra forurenede bygninger og forurenede landområder og intern eksponering fra landbrugsprodukter, der er produceret i de forurenede landområder.

Ekstern eksponering fra forurenede bygninger og landområder

Radioaktive stoffer, der er afsat på jord- og bygningsoverflader, vil give anledning til en ekstern eksponering af de personer, der opholder i området og i eller i nærheden af bygningerne. Eksponeringen vil afhænge af bygningernes geometri, opholdstiden i eller ved bygningerne og den radioaktive forurenings størrelse og sammensætning.

Intern eksponering fra forurenede fødevarer

Hvis fødevarer fremstilles på forurenede landområder, vil disse fødevarer (f.eks. mælk, kød, kornprodukter, grøntsager) optage aktivitet fra området. Overførslen af aktivitet fra en forurenede jordoverflade til en given type af fødemiddel kan beskrives ved såkaldte overføringsfaktorer. Overføringsfaktoren for en given radionuklid kan udtrykkes som den tidsintegrerede aktivitetskoncentration i et fødemiddel pr. initial overfladekoncentration, hvilket er numerisk det samme som forholdet mellem ligevægtskoncentrationen i fødemidlet og en kontinuerlig aktivitetstilførsel pr. areal- og tidsenhed. Årlige doser fra indtag af fødevarer kan beregnes på grundlag af de årlige forbrug af de betragtede fødemidler. Overføringsfaktorer vil være afhænge af lokale jordbundsforhold mv., og disse lokale faktorer skal indgå i de modeller, der omsætter forureningsniveauer til strålingsdoser.

Usikkerheder på modelberegninger

Resultaterne fra brug af matematiske dosismodeller er forbundet med usikkerheder. Disse usikkerheder kan i store træk inddeles i (1) usikkerheder, der er forbundet med modellens beskrivelse af virkeligheden (egenusikkerheder), og (2) usikkerheder, der er forbundet med at fastsætte værdier af modellens forskellige parametre. Modelberegninger af sammenhængen mellem forureningsniveauer og individdoser til kritiske grupper udgør grundlaget for at kunne bestemme frigivelsesniveauer for bygninger og landområder. Usikkerheden på denne sammenhæng skal derfor bestemmes, og sammen med usikkerheden på de målte data skal man kunne estimere, hvor stor sandsynligheden er, for at frigivelsesniveauerne i givne situationer vil være overskredet.

2 Frigivelsesniveauer for landområder

Dosisbindingen for fastsættelse af udslipsgrænser kunne eventuelt bruges til at fastsætte frigivelsesniveauer for kontamineret land. Hvis landområdet skal anvendes til f. eks. beboelse eller til industriel virksomhed, er ekstern stråling den dominerende eksponeringsvej. Intern eksponering fra producerede landbrugsprodukter vil derimod være dominerende ved anvendelse af området til landbrugsformål. Da man imidlertid ikke ved, hvorledes et frigivet landområde vil blive anvendt i fremtiden, skal frigivelsesniveauet baseres på det anvendelsesscenario, der giver de største doser.

Som eksempel er vist beregningen af frigivelsesniveauet for ^{90}Sr - og ^{137}Cs -forurenede landområder for disse to eksponeringsveje. Frigivelsesniveauet for andre isotoper kan beregnes på tilsvarende måde.

Ekstern eksponering fra et kontamineret landområde

For ^{137}Cs er γ -dosishastigheden udendørs én meter over en uendelig stor fladekilde med en overfladeruhed svarende til, at forureningen ligger i en dybde på tre millimeter i jorden, $1.4 \cdot 10^{-12} \text{ Sv/h}$ pr. Bq/m^2 . Den årlige dosis fra en overfladekontamination på 1 Bq/m^2 af ^{137}Cs kan beregnes til:

$$\dot{E} = 1.4 \cdot 10^{-12} \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot 8760 \text{ h} \cdot \text{år}^{-1} \cdot 0.2 \cong \underline{2.5 \cdot 10^{-9} \text{ Sv} \cdot \text{år}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}}$$

Der er i den viste beregning anvendt en tidsmidlet afskærmningsfaktor på 0.2, der tager hensyn til bygningers afskærmende virkning og personers gennemsnitlige indendørs/udendørs opholdstid. En dosisbinding på $50 \mu\text{Sv/år}$ til den kritiske gruppe vil resultere i følgende frigivelsesniveau for et ^{137}Cs -forurenet landområde, hvis den eneste eksponeringsvej er ekstern bestråling fra det forurenede område:

$$Q_{\text{fri},\gamma} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \text{ Sv} \cdot \text{år}^{-1}}{2.5 \cdot 10^{-9} \text{ Sv} \cdot \text{år}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}} = \underline{20000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-2}}$$

For ^{60}Co bliver det tilsvarende frigivelsesniveau omkring fire gange mindre, dvs. 5000 Bq/m^2 , fordi γ -dosishastigheden er omkring fire gange større end fra ^{137}Cs for den samme overfladeforurening. For ^{90}Sr er γ -dosishastigheden meget lille og udgøres af bremsestråling fra ^{90}Y , og man behøver derfor ikke at tage hensyn til ekstern strålingen fra $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ for strontiumforurenede landområder.

Intern eksponering fra forurenede fødevarer

Hvis det forurenede landområde anvendes til mælkeproduktion, kan dosis fra et givet årligt indtag af mælk, der er produceret af køer, der græsser på det forurenede område, beregnes på grundlag af følgende overføringsfaktorer, TF , fra overfladeforurening til komælk:

$$TF = 3.9 \cdot 10^{-3} \text{ Bq} \cdot \text{år} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ pr. Bq} \cdot \text{m}^{-2} \text{ for } ^{90}\text{Sr}$$

$$TF = 5.7 \cdot 10^{-3} \text{ Bq} \cdot \text{år} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ pr. Bq} \cdot \text{m}^{-2} \text{ for } ^{137}\text{Cs}$$

De forudsættes samtidigt, at den kritiske gruppe er mælkeproducenten med familie, hvilket er meget konservativt. Den samlede committede effektive indviddosis fra mange års indtag af forurenet mælk (100 kg/år) produceret i området kan beregnes til:

$$E(^{90}\text{Sr}) = 3.9 \cdot 10^{-3} \text{ Bq} \cdot \text{år} \cdot \text{kg}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 100 \text{ kg} \cdot \text{år}^{-1} \cdot 2.8 \cdot 10^{-8} \text{ Sv} \cdot \text{Bq}^{-1} \cong \underline{10^{-8} \text{ Sv/Bq} \cdot \text{m}^{-2}}$$

$$E(^{137}\text{Cs}) = 5.7 \cdot 10^{-3} \text{ Bq} \cdot \text{år} \cdot \text{kg}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 100 \text{ kg} \cdot \text{år}^{-1} \cdot 1.3 \cdot 10^{-8} \text{ Sv} \cdot \text{Bq}^{-1} \cong \underline{0.7 \cdot 10^{-8} \text{ Sv/Bq} \cdot \text{m}^{-2}}$$

Hvis det konservativt forudsættes, at den committede effektive dosis afsættes over det første år, vil den forurening, der svarer til en dosisbinding på 50 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ til den kritiske gruppe fra indtag af forurenede mælk, blive:

$$Q_{\text{mælk, Sr}} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \text{ Sv} \cdot \text{år}^{-1}}{10^{-8} \text{ Sv} \cdot \text{år}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}} = \underline{5000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-2} \text{ } ^{90}\text{Sr}}$$

$$Q_{\text{mælk, Cs}} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \text{ Sv} \cdot \text{år}^{-1}}{0.7 \cdot 10^{-8} \text{ Sv} \cdot \text{år}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}} \cong \underline{7000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-2} \text{ } ^{137}\text{Cs}}$$

De faktiske årlige doser vil imidlertid være mindre, fordi eksponeringen (indtag af forurenede mælk) sker over en længere årrække. Frigivelsesniveauet for en given radionuklid bestemmes på grundlag af de beregnede overfladeforureninger, Q_i , der for hver eksponeringsvej (inklusive alle andre fødevareeksponeringsveje for det pågældende område) giver anledning til en årlig dosis på 50 $\mu\text{Sv}/\text{år}$:

$$Q_{\text{fri}} = \frac{1}{\sum_i 1/Q_i}$$

For ^{137}Cs bliver frigivelsesniveauet således $1/(1/20000 + 1/7000) = 5000 \text{ Bq/m}^2$, idet den kritiske gruppe både udsættes for ekstern og intern eksponering fra ^{137}Cs (her kun medtaget eksponeringen via mælk). Da der kun er en eksponeringsvej for ^{90}Sr , bliver frigivelsesniveauet for denne radionuklid 5000 Bq/m^2 (kun eksponeringen via mælk). Tabel 2.1 viser de beregnede frigivelsesniveauer for ^{90}Sr og ^{137}Cs . Frigivelsesniveauerne for andre radionuklider kan beregnes ud fra de samme principper.

Tabel 2.1. Frigivelsesniveauer for overfladekontamination på udendørs arealer.

Radionuklid	Frigivelsesniveauer for udendørs overfladeforurening (Bq/m^2)
^{90}Sr	5000
^{137}Cs	5000

Hvis overfladeforureningen udgøres af flere radionuklider, skal summen af de enkelte nuklidernes brøkdel af deres respektive frigivelsesniveau være mindre end eller lig med 1, dvs.:

$$\sum_i \frac{Q_j}{Q_{\text{fri},j}} \leq 1$$

hvor Q_j og $Q_{\text{fri},j}$ er henholdsvis overfladeforureningen og frigivelsesniveauet for radionuklid j .

3 Frigivelsesniveauer for bygninger

Frigivelse af bygninger kan foretages på grundlag af samme principper som for landområder, men den eneste eksponeringsvej for indvendigt forurenede overflader er ekstern stråling under forudsætning af, at løstsiddende kontamination er fjernet. En person, der opholder sig i et lokale, hvor vægge og gulve er kontaminerede, vil blive udsat for ekstern stråling fra denne forurening. For ^{137}Cs og andre radionuklider med samme γ -strålingsforhold er γ -dosishastigheden fra en overfladekontamination på 1 Bq/m^2 :

$$\dot{E} \cong 10^{-12} \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}$$

hvilket vil medføre en årlig dosis på omkring $7 \cdot 10^{-9} \text{ Sv/år}$ pr. Bq/m^2 ved indendørs ophold i 80% af tiden. Det forudsættes her, at kontaminationen er fastsiddende, hvilket betyder, at den eneste eksponeringsvej er ekstern bestråling. En dosisbinding på $50 \mu\text{Sv/år}$ vil resultere i følgende frigivelsesniveau for indendørs forurening med ^{137}Cs :

$$Q_{\text{fri},\gamma} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \text{ Sv} \cdot \text{år}^{-1}}{7 \cdot 10^{-9} \text{ Sv} \cdot \text{år}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}} \cong \underline{7000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-2}}$$

For ^{60}Co bliver det tilsvarende frigivelsesniveau omkring fire gange mindre, dvs. ca. 2000 Bq/m^2 , fordi γ -dosishastigheden er omkring fire gange større end fra ^{137}Cs for den samme overfladeforurening. I Tabel 3.1 er vist frigivelsesniveauer for fastsiddende overfladekontamination i bygninger, der anvendes til beboelse.

Tabel 3.1. Frigivelsesniveauer for indendørs overfladekontamination i bygninger, der anvendes til beboelse.

Frigivelsesniveauer for indendørs overfladeforurening (Bq/m^2)	
^{60}Co	2000
^{65}Zn	8000
^{133}Ba	13000
^{137}Cs	7000
^{152}Eu	4000
^{154}Eu	4000

Hvis overfladeforureningen udgøres af flere radionuklider, skal summen af de enkelte nuklidens brøkdel af deres respektive frigivelsesniveau være mindre end 1 som omtalt ovenfor.