

Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall

Norges offentlige utredninger 2011

Seriens redaksjon:
Departementenes servicesenter
Informasjonsforvaltning

1. Bedre rustet mot finanskriser.
Finansdepartementet.
2. Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og
langlivet mellomaktivt avfall.
Nærings- og handelsdepartementet.

Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall

Rapport fra utvalg nedsatt av kongelig resolusjon av 16. januar 2009.
Avgitt til Nærings- og handelsdepartementet 10. februar 2011.

ISSN 0333-2306
ISBN 978-82-583-1078-2

07 Aurskog AS

Til Nærings- og handelsdepartementet

Utvalget ble nedsatt ved kongelig resolusjon 16. januar 2009. Med dette oversendes utvalgets rapport.

Oslo 10. februar 2011

Erling Stranden
Leder

Arne Bjørlykke

Rolf Jullum

Bente Pretlove

Nils Bøhmer

Liv Hodøl Thoresen

Bo J.F. Gustafsson

Ingeborg Rasmussen

Lene Conradi

Erlend Larsen

Innhold

	Sammendrag og anbefalinger ..	7	6		Mål og krav til et nytt mellomlager	33
1	Innledning	13	6.1		Lover og forskrifter	33
1.1	Bakgrunn	13	6.2		Internasjonale krav og anbefalinger	34
1.2	Oppnevning av Fase 2-utvalget	14	6.2.1		Internasjonale forpliktelser til beskyttelse av helse og miljø	35
1.3	Mandat for Fase 2-utvalget	15	6.2.2		Internasjonale forpliktelser til fysisk sikring	35
1.4	Utvalgets tolkning av mandatet	15	6.2.3		Internasjonale forpliktelser til ikkespredning og sikkerhetskontroll	36
1.5	Arbeid i utvalget	16	6.2.4		IAEAs anbefalinger	37
2	Teknisk utvalg	18	6.3		Operasjonalisering av samfunns mål og effektmål	37
2.1	Mandat for Teknisk utvalg	18	6.4		Krav til anlegget	38
2.2	Anbefalinger fra Teknisk utvalg ...	19	6.4.1		Krav til sikkerhet og fysisk sikring	38
2.3	Utvalgets kommentarer til anbefalingene fra Teknisk utvalg .	20	6.4.2		Krav til strålevern og fysisk arbeidsmiljø	38
3	Bestrålt brensel og radioaktivt avfall	21	6.4.3		Krav til kapasitet, fleksibilitet og utvidbarhet	38
3.1	Klassifisering av radioaktivt avfall	21	6.4.4		Krav til inspiserbarhet, vedlikeholdbarhet og oppgraderbarhet ...	38
3.2	Lav- og middelsaktivt radioaktivt avfall i Norge	21	6.4.5		Krav til beskyttelse av miljø, naturressurser og samfunn	39
3.3	Bestrålt reaktorbrensel i Norge ...	22	6.4.6		Krav til ikke å overlate byrde på framtidige generasjoner	39
4	Eksisterende lagre for brukt brensel og radioaktivt avfall	25	6.4.7		Krav til åpenhet, allmennaksept og samfunnsmedisinske forhold ..	40
4.1	Lagre for radioaktivt avfall	25	6.5		Organisatoriske og økonomiske rammebetingelser	40
4.1.1	Avfallsbehandlingsanlegget på Kjeller	25	6.5.1		Organisering og økonomiske rammer rundt nukleære virksomhet i Norge	40
4.1.2	Kombinert Lager og Deponi for Radioaktivt Avfall i Himdalen	25	6.5.2		Praksis innenfor behandling av radioaktivt avfall i andre land	41
4.2	Lagre for brukt reaktorbrensel	26	6.5.3		Utvalgets vurdering	41
4.2.1	JEEP II lagerbrønn	27	7		Lagringskonsept	43
4.2.2	Lager i Met. Lab. II, Kjeller	27	7.1		Lagringskonsept for bestrålt reaktorbrensel	44
4.2.3	JEEP I stavbrønn, Kjeller	27	7.1.1		Praksis for lagring av forskningsreaktorbrensel i andre land	44
4.2.4	Brenselslager i Lagerbygg I, Kjeller	27	7.1.2		Transportable lagringsbeholdere i metall-«cask»	45
4.2.5	Brenselbassenger i reaktorhallen, Halden	27	7.1.3		Hvelv	46
4.2.6	Lagerbassenget i bunkerbygningen, Halden	28	7.1.4		Beholdere, siloer og moduler i betong	47
4.2.7	Horisontalt tørrlager i bunkerbygningen, Halden	28	7.1.5		Utvalgets vurdering	48
5	Avfallsmengder og kapasiteter	29	7.2		Lagringskonsept for langlivet middelsaktivt avfall	48
5.1	Mengder av kapasiteter for brukt brensel	29	7.2.1		Uranavfall	49
5.2	Mengder og kapasiteter for lav- og middelsaktivt avfall	30	7.2.2		Brukte radioaktive kilder	49
5.2.1	Estimat over avfall i KLDRA-Himdalen	30				
5.2.2	Avfall som ikke kan deponeres i Himdalen	31				

7.2.3	Rivingsavfall og tønner fra lagerdelen i KLDRA Himdalen	49	11.2	Lokalitetsvurdering	64
7.2.4	Utvalgets vurdering	49	11.2.1	Bjørnholen	65
			11.2.2	Vardeåsen	65
			11.2.3	Tomter vest	65
8	Opparbeiding av brensel med dårlig lagringsbestandighet	51	11.2.4	Mysen nord	65
8.1	Klargjøring av brukt brensel for opparbeiding	51	11.2.5	Klatretjernhøgda	65
8.2	Transport av brukt brensel	52	11.2.6	Gimsrød	66
8.3	Opparbeiding av brensel	52	11.3	Utvalgets vurdering	66
8.4	Avfall fra opparbeiding av brukt brensel	52	12	Kompetansebehov og kompetansesikring	67
8.5	Miljøkonsekvenser av opparbeiding	53	12.1	Kompetansebehov under anleggets levetid	67
8.6	Utvalgets vurdering	53	12.2	Kompetansesikring	67
			12.2.1	Utvalgets vurdering	67
9	Anleggsutforming	54	13	Anbefaling av løsning	68
9.1	Bygning i terrenget	54			
9.1.1	Utforming av standard lagerbygg i terrenget	54	14	Framtidig avvikling av en ny mellomlagerløsning	69
9.1.2	Utforming av lagerbunker	55	14.1	IAEAs anbefalinger om innhold i en avviklingsplan	69
9.2	Lager i fjellrom	55	14.2	IAEAs anbefalinger om strategi for avvikling	70
9.2.1	Utforming av fjellanlegg	55	14.3	Utvalgets anbefalinger rundt en framtidig avvikling av et nytt mellomlager	70
9.2.2	Utvalgets vurdering	55			
10	Løsningsalternativ	57	15	Forslag til prosess videre	71
10.1	Modifisering eller utvidelse av eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden (Alternativ 1)	58	15.1	Avklaring og etablering av rammebetingelser	71
10.2	Nytt mellomlager i tilknytning til eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden (Alternativ 2)	58	15.2	Oversikt over brukt brensel og avfall	71
10.2.1	Nytt lagerbygg inne på IFEs område på Kjeller (Alternativ 2.1). ..	58	15.3	Opparbeiding av brensel med dårlig lagringsbestandighet	72
10.2.2	Nytt lagerbygg inne på IFEs område i Halden (Alternativ 2.2) ..	58	15.4	Mellomlager	72
10.2.3	Fjellanlegg i Halden (alternativ 2.3)	59	15.4.1	Prosjekteringsfasen	72
10.3	Samlagringsanlegg i Norge (alternativ 3)	59	15.4.2	Byggefasen	72
10.3.1	Samlagringsanlegg i fjellanlegg på en ny lokalitet (Alternativ 3.1) .	59	15.4.3	Driftssetting	72
10.3.2	Samlagringsanlegg i frittliggende bygning på en ny lokalitet (Alternativ 3.2)	59	15.5	Transportable lagringsbeholdere .	72
10.4	Kostnadsestimat	59	15.6	Samfunnskommunikasjon	72
10.5	Utvalgets vurdering	61	15.7	Tidsplan	73
10.5.1	Fordeler og ulemper ved alternativ 1	61	Litteraturliste	74	
10.5.2	Fordeler og ulemper ved alternativ 2	61	Vedlegg		
10.5.3	Fordeler og ulemper ved alternativ 3	61	1	Sammendrag av rapport fra Teknisk utvalg	77
10.6	Utvalgets anbefaling	62	2	Relevant lovgiving for lokalisering og bygging av et nytt mellomlager	84
11	Lokalisering	63	3	Behandling og lagring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall i enkelte land	87
11.1	Mulige lokaliseringer for et samlagringsanlegg	63	4	Begreper og forkortelser	94

Sammendrag og anbefalinger

Anbefaling av løsning

Utvalgets flertall anbefaler følgende:

1. Utvalget anbefaler at organisatoriske og økonomiske rammebetingelser rundt en mellomlagring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall avklares så raskt som mulig. Dette inkluderer en klarlegging av finansieringsvar både for historisk og framtidig avfall. Prinsippet om at forurensere betaler bør legges til grunn.
2. Utvalget anbefaler at det settes i gang en forstudie med tanke på videre prosess slik at brukt brensel med dårlig lagringsbestandighet overføres på en form egnet for langtids lagring og deponering. Med utgangspunkt i rapporten fra Teknisk utvalg, anser utvalget at en opparbeiding i utlandet vil være den beste løsningen, hvor Frankrike vurderes som best blant tilgjengelige alternativer. Middels- og høyaktivt avfall som returneres etter opparbeidingen må mellomlagres inntil endelig deponiløsning foreligger.
3. Utvalget anbefaler at det for lagringsbestandig brensel etableres et nytt mellomlager basert på transportable lagringsbeholdere. Det bør gjennomføres forstudier for å finne fram til en egnet beholder. Et mellomlager må også ta høyde for radioaktivt avfall fra opparbeiding av brensel med dårlig lagringsbestandighet og annet avfall som ikke kan deponeres i KLDRA Himdalen.
4. Utvalget anbefaler at valgt løsning innehar en nødvendig kapasitet og fleksibilitet. Fleksibilitet er i denne sammenheng et uttrykk for kapasitet til å kunne ta i mot avfall vi i dag ikke kjenner og videre at anlegget skal kunne oppgraderes til å etterleve framtidige krav blant annet til HMS og fysisk sikring
5. Utvalget anbefaler at det gjøres grundigere utredninger av muligheten for å lokalisere et nytt mellomlager innenfor IFEs område i Halden ved å bruke en eksisterende tunnel som

- adkomst til et nytt anlegg i fjellet. Utredningene må inkludere grundig kartlegging av geologi basert på boreprøver. Sekundært bør man utrede etableringen av et nytt mellomlager på Gimsrød, i nærheten av IFEs område i Halden.
6. Utvalget anbefaler at man så fort som mulig starter arbeidet for å få gode estimater av mengden og typen avfall som ikke kan deponeres i Himdalen og at det gjøres en grundigere vurdering av avfallspakker og arealbehov. For brukt brensel bør informasjon om konstruksjon, materialeegenskaper, historikk og tilstand systematiseres og kompletteres.
 7. Utvalget anbefaler at det gjøres en mer detaljert vurdering av nødvendig og hensiktsmessig infrastruktur på Kjeller og i Halden knyttet til opparbeiding og lagring av brukt brensel. Ny infrastruktur bør her ses i sammenheng med behov knyttet til eksisterende avfallsbehandling og ved en framtidig avvikling av eksisterende anlegg.

Dissens:

Medlemmet Ingeborg Rasmussen stiller seg ikke bak utvalgets rangering av løsningsalternativene (kap. 10 og 11), og støtter ikke anbefalingene om den videre prosessen (kap 15).

Det ustabile brenselet bør opparbeides

Utvalgsmedlemmet støtter imidlertid anbefalingen om å opparbeide det ustabile brenselet. Dette brenselet utgjør ca. 75 prosent (13 tonn) av det norske brenselet. Ved opparbeiding i Frankrike slik et samlet utvalg foreslår, må alt høyaktivt avfall returneres til Norge. Retur av avfall kan forventes i 2025–2030 dersom beslutning om opparbeiding fattes i 2012. Beslutningen om opparbeiding eller ikke opparbeiding, samt hvilke avfallsfraksjoner som tas i retur legger avgjørende føringer for hvordan en hensiktsmessig lagerløsning bør utformes.

Stor usikkerhet gir mulige gevinster ved en trinnvis beslutningsprosess

Formålet med utvalgets arbeid, slik det er formulert i mandatet, er å finne frem til den best egnede tekniske løsningen og egnet lokalisering for mellomlagring av brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall i et 50 til 100 års perspektiv. Utvalget bes om å vurdere og kostnadsestimere tre alternativer, samt anbefale en av løsningene.

Det hersker stor usikkerhet om en rekke sentrale faktorer med vesentlig betydning for kostnadene og gevinstene i løsningsalternativene utvalget har vurdert. Det ligger dermed en betydelig opsjonsverdi i å vente på ny informasjon, samt i å gjennomføre en trinnvis beslutningsprosess før endelig løsning velges og implementeres. Ved en trinnvis beslutningsprosess reduseres risikoen for å velge en lagerløsning og lokalitet som er dårlig tilpasset utfallet av de beslutningene som må gjøres om det ustabile brenselet, utfallet av prosessene som er satt i gang i forbindelse med IFEs langsiktige utviklingsplaner, og IFEs driftsplaner etter at nåværende konsesjoner går ut. Det er også usikkerhet om mengde avfall, og om det vil komme nye krav til avfallshåndteringen som følge av at radioaktiv forurensing og avfall nå er overført fra strålevernloven til forurensningsloven. Flere sentrale usikkerhetsfaktorer kan avklares ved å avvente pågående prosesser.

Alternativ 1 oppfyller internasjonale og nasjonale krav til sikkerhet

Dette medlemmet anbefaler derfor at alternativ 1 velges, dvs at endelig valg om lagerløsning og lokalisering for det stabile brenselet og annet bestrålt avfall utsettes i påvente av ny informasjon. Dagens brenselslagre oppfyller internasjonale anbefalinger og nasjonale krav til sikker lagring av fissilt materiale. Det er derfor ikke tidskritisk å etablere en ny lagerløsning for det stabile brenselet (ca. 25 % av dagens brensel).

Det stabile brenselet kan i prinsippet bli igjen i dagens lagre inntil det skal deponeres. Dersom 75 % av dagens brensel fjernes som følge av beslutning om opparbeiding, vil tomme posisjoner kunne brukes til det nye brenselet som produseres i lang tid framover. Det bør vurderes om det resterende brenselet kan samles på færre anlegg og om det vil være mulig å fase ut de eldste/dårligste lagrene.

Alternativ 1 (utsatt beslutning) åpner for gjenbruk og bedre tilpassede løsninger

En utsatt beslutning om lagerløsning for det stabile brenselet, utforming av avfallsanlegg og lokalisering av mellomlageret i påvente av resultatet fra andre prosesser, åpner for gjenbruk av eksisterende bygningsmasse og fjellanlegg etter en framtidig avvikling av dagens nukleære virksomhet ved IFE. En framtidig avvikling av IFEs virksomhet vil uansett kreve investeringer i infrastruktur og utstyr som også kan være relevant for en ny mellomlagringsløsning. Dette tilsier at IFEs utviklingsplaner og planene for et nytt mellomlager bør sees i sammenheng.

En utsatt beslutning om lagerløsning for det stabile brenselet åpner også for å kunne velge lagringsteknologi som i dag ikke er tilgjengelige. Dersom gjenvinning av brenselet velges på et senere tidspunkt er det ikke gjort irreversible investeringer i å tilpasse et stort antall transportable lagringsbeholdere (estimert til 320 millioner kroner i alternativ 2 og 3, mens opparbeiding/gjenvinning av tre ganger som mye brensel er estimert til 265 millioner kroner).

Avfallsløsning bør ta hensyn til at avfallet er overført til forurensningsloven

Utvalgets arbeid har ikke gitt indikasjoner på at det er snarlige kapasitetsbegrensninger i dagens avfallslagre og behandlingssystemer. Det er imidlertid stor usikkerhet om hvilke avfallsmengder som kan forventes og hvilke lagrings- og deponiløsninger som vil være best egnet for dette avfallet. I forbindelse med at radioaktiv forurensing og avfall ble overført fra strålevernloven til forurensningsloven fra 1.januar 2011, er det varslet at Statens strålevern de neste to årene skal kartlegge avfallsstrømmer i samarbeid med berørte aktører og vurdere eventuelle tilleggskrav til dagens håndtering. Utfallet av denne prosessen kan få betydning for utforming og krav til håndtering og mellomlagring av radioaktivt avfall. Det må videre forventes at et prinsipp om at forurenseren betaler innføres som en følge av at avfallet underlegges forurensningsloven. Dette vil kunne få betydning for den videre organisering og finansiering av dagens kombinerte mellomlager og deponi i Himdalen, med påfølgende konsekvenser for hvilke behov og krav et nytt mellomlager skal oppfylle.

Konsekvensene av en innføring av prinsippet om at forurenseren skal betale og prosessene som følger av at reguleringen av avfallet er overført til forurensningsloven, er ikke tatt hensyn til i utformingen av løsningsalternativene utvalget har vurdert. Dette medlem mener derfor at det ikke er grunnlag for de

anbefalingene flertallet gjør mht organisering og den videre prosessen.

Store gevinstmuligheter og ubetydelige ulemper

Dette medlem mener at det ikke foreligger noen vesentlige kostnader eller ulemper ved å utsette løsningsvalget for det ustabile brenselet og det øvrige avfallet som skal lagres i et mellomlager. De potensielle gevinstene kan gi sparte investerings- og driftskostnader, mindre ulemper og en bedre tilpasset løsning dersom valgene tas etter løsningsvalg og tidsplan for det stabile brenselet er kjent. Det ligger også potensielle gevinster ved å avvente IFEs langsiktige avviklingsplaner med tilhørende investeringsbehov og finansieringsløsning, samt innhente informasjon om IFEs videre driftsplaner når dagens konsesjon for Haldenreaktoren (2014) og den øvrige nukleære virksomheten går ut (2018).

Dette tilsier at beslutning om lokalisering, løsningsvalg for det stabile brenselet, utforming av lagerløsning for avfall og fastsettelse av innfasingsplan bør utsettes til 2018–2020. En utsatt beslutning gir muligheter til å utarbeide et bedre beslutningsgrunnlag enn det som i dag foreligger.

Dette medlem mener for øvrig at verken kostnadsestimatene eller gevinstene for de angitte alternativene er tilstrekkelige utredet til å foreta et konseptvalg for en investeringsbeslutning der løsningen skal ha en levetid på 50 – 100 år. Det er også behov for en bredere vurdering av lokaliteter der transportbehov, hensyn til befolkning, interessenter og øvrige lokalspesifikke infrastrukturinvesteringer vurderes før endelig beslutning om lokalisering for et mellomlager fattes.

Sammendrag av rapporten

Snart 60 år med drift av IFEs forskningsreaktorer har generert ca. 16,7 tonn med brukt brensel som i dag ligger lagret ved ulike lagre på Kjeller og i Halden. Dette er en relativt beskjeden mengde sammenlignet med de 340 000¹ tonn man regner med at verdens kjernekraftverk har generert fram til 2010 (IAEA, 2005).

For å løse de strategiske utfordringene Norge har for sluttlagring av det brukte brenselet ble «Utvalg for vurdering av strategier for sluttlagring av høyaktivt avfall» (Bergan-utvalget) nedsatt ved kongelig resolusjon av 22.12.1999. Innstillingen ble levert i desember 2001 (NOU 2001:30)

I oppfølgingen av Bergan-utvalget ble utvalget for «Etablering av nytt mellomlager for høyaktivt

avfall, fase 1» nedsatt av Nærings- og handelsdepartementet 5. januar 2004. Utvalget leverte sin innstilling 30. juni 2004

Metallisk brensel med aluminiumskapsling har en kjemisk form som fordrer bearbeiding for langtids lagring og deponering. I masse utgjør dette brenselet rundt $\frac{3}{4}$ av det norske brenselet, og stammer i hovedsak fra virksomhet på 1950- og 60 tallet. For å gi en faglig utredning av spesialbehandling av ustabil brukt brensel, ble et Teknisk utvalg oppnevnt av Nærings- og Handelsdepartementet. Teknisk utvalg leverte sine anbefalinger i januar 2010.

Vårt utvalg, heretter kalt Utvalget, ble oppnevnt ved kongelig resolusjon av 16. januar 2009 for å finne fram til den best egnede tekniske løsningen og egnet lokalisering for mellomlagring av brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall. Utvalget har i denne rapporten vurdert og kostnadsestimert følgende løsningsalternativer:

- Modifisering eller utvidelse av eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden
- Nytt mellomlager i tilknytning til eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden
- Nytt mellomlager i Norge i form av et samlaingsanlegg for brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall,

Utvalget har i rapporten vurdert de tre alternativene opp mot hverandre og beskrevet fordeler og ulemper ved hver av disse og har med dette utgangspunktet anbefalt en løsning for mellomlagring av brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall. I dette ligger at utvalget har valgt en teknisk løsning, forslått mulige lokaliteter og gjennomført en lokalitetsvurdering. Utvalget har også foreslått en prosess videre og et tidsskjema for etableringen av et nytt mellomlager og har beskrevet hva en avviklingsplan for et nytt mellomlager bør inneholde. Til grunn for sitt arbeid ligger utredningene fra fase 1-utvalget og fra Teknisk utvalg.

Utvalget anser hensynet til helse, miljø og sikkerhet for samfunnet rundt som et primært og overgripende ansvar ved all håndtering, transport og lagring av radioaktive materialer. For å skape aksept for lokalisering av et nytt mellomlager, er det viktig med en åpen prosess hvor mål, krav og kriterier defineres og kommuniseres og hvor valg av løsninger er konsistent i forhold til de mål og krav som settes til en mellomlagringsløsning.

Utvalget har videre påpekt at en grunnleggende forutsetning for et nytt mellomlager vil være en avklaring av organisatoriske og økonomiske rammebetingelser.

¹ Av dette har omtrent en tredjedel blitt gjenvunnet.

I vurderingen av aktuelle lagringskonsept har utvalget anbefalt en løsning basert på transportable lagringsbeholdere. Disse beholderne baserer seg på de beholdere som brukes til transport av brukt brensel fra forskningsreaktorer og er autonome i den forstand at inneslutning, strålingskjerming og varmetransport blir ivaretatt av selve beholderen uten hjelp av ytre konstruksjoner eller systemer. Tilsvarende ivaretar beholderne fysisk sikring (inkludert flystyrt) uten å være avhengig av en ytre bygning. Transportable lagringsbeholdere er meget solide og er som grunnlag for transportgodkjenning dokumentert å kunne motstå ytre påvirkning som dropp, brann og nedsenking i vann. Utvalget anbefaler at et nytt mellomlager baserer seg på denne teknologien fordi:

- Brukt brensel lagret i transportable lagringsbeholdere vil være klargjort for transport til en sluttløsning. Blant aktuelle lagringskonsept er dette det som best sammenfaller med mandatets målsetning om å unngå å pakke om brenselet ved en framtidig deponering. En vil imidlertid måtte påregne behandling av brenselet på deponistedet, da det ikke vil være mulig å forutsi hvilke krav et framtidig deponi vil sette eksempelvis til innkapsling av brenselet.
- Det vil, uansett lagringskonsept, være usikkerhet knyttet til om en løsning vil være adekvat i forhold til krav langt fram i tid. Transportable lagringsbeholdere vil trolig være noe enklere å oppgradere enn de andre tilgjengelige konseptene ved at innholdet relativt enkelt vil kunne overføres til en ny beholder.
- Ved bruk av transportable lagringsbeholdere vil man stå fritt i forhold til utformingen av en bygning eller et fjellrom for lagring. Et lager basert på transportable lagringsbeholdere vil også være svært fleksibelt og vil enkelt kunne flyttes om man i framtiden ønsker å flytte lageret til en ny lokalitet.
- Utvalget har en god indikasjon på kostnadene for transportable lagringsbeholdere mens det er store usikkerheter knyttet til kostnader for hvelv (som er den alternative løsningen). Det er imidlertid ikke noe som tilsier at en slik løsning for små mengder brensel ville blitt billigere enn en løsning basert på transportable lagringsbeholdere gitt en tilsvarende standard.

En potensiell leverandør gjorde på oppdrag fra utvalget gjennomført en forstudie av selskapets mulighet for å tilby en løsning tilpasset det norske brenselet. Denne studien viste at det med stor sikkerhet ville være mulig å tilpasse en av deres eksisterende beholdere til det norske brenselet.

Utvalget har gjennomgått mulige lagringskonsept for langlivet middelsaktivt avfall opp mot krav knyttet til lagring av de ulike typer avfall, og konkluderte med at det ville være mest hensiktsmessig med et uinnredet lagringsareal. Dette vil også gi størst fleksibilitet. Utvalget anbefaler videre at lageret bør være utvidbart for å ta hensyn til framtidig avfall vi i dag ikke kjenner eller er usikker på kommer til å bli plassert i anlegget.

Brensel av metallisk uran og brensel med kapsling av aluminium har dårligere lagringsbestandighet enn det andre brenselet. Utvalget støtter anbefalingene fra Teknisk utvalg om at slikt brensel må stabiliseres før mellomlagring og deponering. Totalt 13 tonn brukt brensel tilhører denne kategorien, tilsvarende rundt $\frac{3}{4}$ av det norske brenselet.

Teknisk utvalg vurderte i sin rapport ulike behandlingsmåter for brensel med dårlig lagringsstabilitet hvor opparbeiding ved et etablert gjenvinningsanlegg framstod som den mest realistiske løsningen. AREVA NC, som eier av anlegget i Frankrike, har uttalt at de ikke ser noen åpenbar grunn til at det ikke skulle la seg gjøre å opparbeide det norske brenselet ved deres anlegg. De har også skissert en tentativ tidsplan. Utvalget har vurdert dette som den mest realistiske løsning gitt dagens alternativer.

Avfall som genereres ved opparbeiding av brukt brensel må i henhold til fransk lov returneres. Utvalget har derfor tatt høyde for at høyaktivt avfall plasseres i et nytt mellomlager. I tillegg til høyaktivt avfall vil man kunne forvente retur av lav og mellomaktivt avfall, men mengde og volum av dette forventes ikke å være av en størrelse som vesentlig påvirker dimensjonering av et nytt mellomlager.

Utvalget vurderer at hovedforskjellene i anleggsutforming ligger i at et fjellanlegg vil være godt beskyttet mot flystyrt, terrorisme og annen ytre påvirkning. En bygning på bakken vil i de fleste tilfeller være dimensjonert for å motstå vanlige levetidspåvirkninger, men vil ikke være utformet for å motstå ekstrem ytre påvirkning. Utforming og dimensjonering av en bygning sikret mot ekstrem ytre påvirkning vil kreve detaljerte beregninger og erfaringsgrunnlaget for å kostnadsestimere et slikt anlegg er begrenset.

En bygning på bakken vil være et fullgodt alternativ forutsatt at den er tilstrekkelig dimensjonert for å kunne motstå ytre påvirkning alternativt at beskyttelsen mot ytre påvirkning ligger i selve lagringskonseptet, slik det gjør med transportable lagringsbeholdere. Ved etablering av et nytt mellomlager i form av en bygning står man

relativt fritt i utformingen av selve bygningen. Bygningsflatene vil imidlertid være eksponert både i forhold til naturkrefter og menneskelig påvirkning. Stedsspesifikke forhold som grunnforhold, grunnvannstand, flomvannstand, rasfare med mer vil påvirke fundamenterings- og sikringskostnader.

Byggekostnadene for et fjellanlegg vil i henhold til estimatene ikke være vesentlig annerledes enn kostnadene for en standard lagerbygg i terrenget. Begge disse alternativene er imidlertid vesentlig rimeligere enn en bunker i terrenget, beskyttet mot ekstrem ytre påvirkning.

Vedlikeholdskostnader for en antatt levetid fra 50 til 100 år vil for en bygning i terrenget være vesentlig høyere enn for et fjellanlegg, fordi en bygning vil ha en fasade eksponert for klima. Etter endt bruk vil kostnadene ved å avvikle et fjellanlegg være lave, mens det vil være kostbart å fjerne en bunker i massiv betong.

Utvalget har for samtlige løsningsalternativ tatt utgangspunkt i anbefalingen fra Teknisk utvalg om at brensel med dårlig lagringsbestandighet bør stabiliseres før videre mellomlagring. Dette vil medføre at total mengde brensel for mellomlagring vil reduseres med omtrent $\frac{3}{4}$ sammenlignet med i dag. Det forutsettes også at det brukte brenselet lagres i transportable lagringsbeholdere.

Utvalget flertall anbefaler ut fra en vurdering av ulike alternativer at det bygges et fjellanlegg innenfor IFE's område i Halden. På denne måten kan man utnytte allerede eksisterende infrastruktur, og en allerede eksisterende tunnel.

Dersom mer detaljerte forstudier viser at det er faktorer som gjør at dette alternativet ikke er gjennomførbart, anbefaler utvalget at det bygges en fjellhall lokalisert utenfor IFE's anlegg. Det er gjort en vurdering av mulige lokaliseringer for et slikt anlegg, blant annet ved hjelp av en vurdering utført av NGU. På bakgrunn av disse vurderingene anbefaler utvalgets flertall at følgende tre lokaliteter vurderes i prioritert rekkefølge:

1. Gimsrød i Halden kommune.
2. Vardeåsen i Skedsmo kommune
3. Tomter i Ski kommune.

En lokalisering tett inntil et eksisterende anlegg vil kunne dra nytte av den kompetanse og de funksjoner som finnes i det eksisterende anlegget. Etableringen vil samtidig representere en mulighet for å beholde og videreutvikle et kompetansemiljø hvor både det eksisterende og et nytt anlegg inngår. Deler av infrastruktur i et eksisterende anlegg vil også kunne benyttes.

Ut over kostnader til opparbeiding av brukt brensel vil det ikke være vesentlige investeringskostnader forbundet med alternativet som innebærer at brenselet lagres i eksisterende lagre. For samtlige andre alternativer har utvalget estimert investeringskostnadene til rundt 660 millioner kroner. Bakgrunnen til de små prisforskjellene er at anleggskostnadene bare utgjør 75–80 millioner kroner, eller rundt 12 % av totalkostnaden. Lagringskonseptet (transportable lagringsbeholdere) er estimert å koste 320 millioner kroner mens opparbeiding av brensel med dårlig lagringsbestandighet er estimert til 265 millioner kroner. Disse kostnadene vil være de samme uavhengig av alternativene.

Utvalget anser at årlige driftskostnader for et nytt mellomlager kan ligge i størrelsesorden 3 til 6 millioner kroner. Deler av disse kostnadene eksempelvis personellkostnader, kontorhold, administrative kostnader, vedlikehold, elektrisitet og lignende, antas å være relativt uavhengig av alternativ. Spesifikke kostnader til drift av nukleære anlegg antas å være lavere ved etablering i tilknytning til eksisterende anlegg.

Utvalget anbefaler at hensynet til framtidig avvikling ivaretas helt fra planleggingen og gjennom anleggets levetid. I dette ligger at utvalget har satt som mål å begrense negative ringvirkninger, herunder begrense mengden radioaktivt avfall. Anlegget er tenkt som et lager for ferdig kondisjonert brukt brensel og radioaktivt avfall. Det bør derfor være mulig å unngå kontaminering av anlegget slik at anlegget skal kunne friklasseres ved avvikling.

En driftsorganisasjon må bli etablert under driftssettingen anlegget og følge anlegget under aktiv drift og inn i avviklingen av anlegget, avhengig av hvilken strategi som velges for avviklingen. Kravene til kompetanse vil være avhengig av organisasjonsform og mandat for en driftsorganisasjon.

Det vil ikke være realistisk at en liten driftsorganisasjon har tilgang til all relevant kompetanse i egne rekker. Spesialisert kompetanse vil kunne kjøpes i et marked, enten fra inn- eller utland. Utvalget anser at behov for kompetanse kan dekkes inn gjennom utdanning og kurs i Norge og i utlandet. Utvalget anser derfor at det ikke vil være behov for spesielle kompetansestyrkende tiltak.

Utvalgets flertall anbefaler at implementeringen av et nytt mellomlager gjennomføres i følgende faser:

- Avklaring av økonomiske og organisatoriske rammebetingelser, hvor eierskap og ansvar for brukt brensel og avfall vil legge premisser for

- mulig organisasjonsform og hvilke aktører som vil være involvert i etableringen av et nytt mellomlager.
- Prosjekteringsfasen, hvor det gjennomføres en konsekvensanalyse av ulike lokaliseringalternativer og hvor mellomlageret planlegges i mer detalj og hvor de nødvendige tillatelser innhentes.
 - Byggefasen, hvor oppføringen av mellomlagret skjer.
 - Driftssetting, hvor driftsorganisasjon etableres, styringssystem utarbeides og nødvendige tillatelser for drift innhentes.

Kapittel 1

Innledning

1.1 Bakgrunn

Den første atomreaktoren som ble konstruert og bygget i Norge ble tatt i bruk i 1951. Norge var da det femte landet i verden som hadde bygget og tatt i bruk en atomreaktor etter USA, Sovjetunionen, Tyskland, Frankrike og Canada.

Byggingen av fire forskningsreaktorer og etableringen av et teknisk/vitenskaplig miljø på Kjeller og i Halden var et resultat av norsk forsknings- og energipolitikk i de to første tiårene etter krigen. En politikk som var understøttet av de norske moderniseringsmiljøenes tro på at staten kunne bidra til økonomisk vekst gjennom en målrettet satsning på høyteknologi og teknisk-naturvitenskaplig forskning (Njølstad, 1999). Oppbyggingen av denne forskningsvirksomheten skjedde innenfor rammen av Institutt for Atomenergi (IFA) som i 1980 skiftet navn til Institutt for energiteknikk (IFE).

Norges første atomreaktor, JEEP I reaktoren på Kjeller, var i drift fra 1951 til 1967. I tillegg til utvikling av reaktorteknologi, ble denne reaktoren brukt blant annet til nøytronbestråling og til isotopproduksjon.

Deler av brenselet fra JEEP I ble gjenvunnet ved Uranrenseanlegget. Dette var et pilotanlegg som var i drift på Kjeller fra 1961 til 1968, og hvor man løste opp brukt reaktorbrensel for kjemisk å separere de enkelte bestanddelene. Hensikten var å utnytte uran og andre fraseparerte radioisotoper, samtidig som man (spesielt for metallisk brensel) fikk et avfall som var lettere å håndtere.

For ytterligere å styrke forskningen rundt reaktorfysikk ble nulleffektsreaktoren NORA satt i drift i 1961 og drevet fram til 1967. Formålet med denne reaktoren var å kartlegge reaktorfysikkparametere som var viktige i utviklingen av større reaktorer for kommersiell bruk, spesielt for kjernekraft og for framdrift av skip.

Halden-reaktoren, eller HBWR, ble satt i drift i 1959 og er i dag et viktig verktøy innen internasjonal forskning på reaktorbrensel og materialer brukt i kjernekraftverk. Mye av denne forsknin-

gen foregår i regi av et fellesprogram under OECD-NEA. Andre deler av dette arbeidet skjer bilateralt mot kunder i over 20 land, hvor kunder i denne sammenheng både er operatører og sikkerhetsmyndigheter. Brensels- og materialforskningen har dessuten gitt opphav til en forskningsvirksomhet innenfor området Menneske Teknologi Organisasjon (MTO).

JEEP II reaktoren ble satt i drift i 1967 som en erstatning for JEEP I og representerte en overgang til et bedre redskap for nøytronfysikkstudier og nøytronbestråling, heriblant også isotopproduksjon. JEEP II er i dag et sentralt verktøy innenfor norsk materialforskning og isotopproduksjon.

Den samfunnsmessige effekten av IFEs reaktorvirksomhet har vært gjenstand for flere uavhengige evalueringer. Dette inkluderer Hargutvalget som la fram sine vurderinger av Haldenprosjektet i 2000 (NFR, 2000) og Hervik-utvalget (NFR, 2008) som la fram sine vurderinger av hele den nukleære virksomheten ved IFE i 2008. Begge disse var svært positive til videre drift av IFEs reaktorer, og Hervik-utvalget gav i sin konklusjon klart uttrykk for at den samfunnsmessige nytteverdien knyttet til IFEs nukleære virksomheten var betydelig større enn kostnadene ved fortsatt drift.

Snart 60 års drift av IFEs forskningsreaktorer har totalt generert ca. 16,7 tonn med brukt brensel, som i dag er lagret i ulike lagre på Kjeller og i Halden. Dette er en meget begrenset mengde sammenlignet med de 340 000¹ tonn brukt brensel som verdens kjernekraftverk har generert fram til 2010 (IAEA, 2005). Finland har til sammenligning 2140 tonn (STUK, 2008), Sverige har 5332 tonn (Miljödepartementet, 2008) og Danmark har 0,23 tonn (Sundhedsstyrelsen, 2008).

For å løse de utfordringene Norge har for sluttlagring av det brukte brenselet ble «Utvalg for vurdering av strategier for sluttlagring av høyaktivt avfall» (Bergan-utvalget) nedsatt ved konge-

¹ Av dette har omtrent en tredjedel blitt gjenvunnet.

lig resolusjon av 22.12.1999. Innstillingen ble levert i desember 2001 og anbefalte at:

«...det bygges et nytt sentralt mellomlager. Mellomlageret bør bygges i fjell, være lokalisert utenfor eksisterende befolkningssentra, og ha en sikkerhetsmessig standard som minst tilsvarer anlegget i Himdalen (NOU 2001:30)».

Bergan-utvalget vurderte samtidig at transport over landegrensene var problematisk i forhold til internasjonale avtaler og holdninger, og mente derfor at Norge burde satse på en nasjonal deponiløsning. Tidshorisonten for etablering av et deponi ble satt til 40 til 60 år fram i tid, hvor brenselet fram til dette ble anbefalt mellomlagret. Utvalget anbefalte imidlertid at man straks gikk i gang med å utrede alternativer og at det burde bygges opp en kompetansebasis i samarbeid med kjernekraftland og internasjonale organisasjoner som OECD/NEA, IAEA og EU.

I organiseringen av avfallsbehandlingen anbefalte Bergan-utvalget at det ble etablert et statlig aksjeselskap som skulle få ansvaret for bygging og drift av et nytt mellomlager for høyaktivt avfall, driften av anlegget i Himdalen og planlegging av en fremtidig deponiløsning. I tillegg ble det anbefalt at denne organisasjonen skulle ha det helhetlige ansvaret for sikkerhet og samfunnskommunikasjon.

I oppfølgingen av Bergan-utvalget ble utvalget for «Etablering av nytt mellomlager for høyaktivt avfall» (Fase 1-utvalget) nedsatt av Nærings- og handelsdepartementet 5. januar 2004. Mandatet for utvalget bestod av følgende hovedpunkter:

- Kartlegge typer og mengder avfall som skal mellomlagres
- Kartlegge relevante tekniske og sikkerhetsmessige krav til nytt mellomlager og driften av dette
- Teknisk vurdering av hva slags anlegg som er best egnet for det høyaktive avfallet
- Grovkalkyle av kostnader og tidsforbruk forbundet med bygging av den anbefalte løsningen
- Utarbeide et sett av kriterier som bør ligge til grunn for valg av mellomlager
- Foreslå en detaljert prosess videre

Mandatet for Fase 1-utvalget omfattet også radioaktive kilder i Norge som ikke kunne inngå i deponiet for lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall som var etablert i Himdalen.

Fase 1 utvalget leverte sin innstilling 30. juni 2004, og anbefalte blant annet en politisk avkla-

ring av finansierings-, ansvars-, og eierforhold knyttet til all behandling, lagring og deponering av radioaktivt avfall og bestrålt brensel. Samtidig anbefalte utvalget følgende tekniske utredninger og klargjøringer:

- Sammenstille resultatene av pågående arbeid for å karakterisere og kvantifisere radioaktivt avfall som vil måtte lagres og deponeres i Himdalen
- Vurdere driftskonsesjon for KLDRA-Himdalen med bakgrunn i ny kunnskap
- Utrede sikkerhetsmessige, tekniske, økonomiske og miljømessige forhold knyttet til lagring og deponering av metallisk uran med aluminiumskapsling
- Utrede spesielle lagringsbehov knyttet til lagring av uranoksidbrensel med aluminiumskapsling

Anbefalingene for metallisk brensel med aluminiumskapsling er knyttet til at dette er brensel med en kjemisk form som fordrer bearbeiding for langtids lagring og deponering. I masse utgjør dette rundt $\frac{3}{4}$ av det norske brenselet, og stammer i hovedsak fra virksomhet på 1950 og 60 tallet. De tekniske utredningene ble forestått av et eget Teknisk utvalg. Mandat og anbefalinger fra dette utvalget er gitt i kapittel 3.

1.2 Oppnevning av Fase 2-utvalget

Fase 2-utvalget ble oppnevnt ved kongelig resolusjon av 16. januar 2009. Utvalget har hatt følgende medlemmer:

- Erling Stranden, professor, Kongsberg (leder)
- Arne Bjørlykke, direktør, Oslo
- Rolf Jullum, avdelingsdirektør, Oslo
- Bente Pretlove, konsernrådgiver, Bærum
- Ingeborg Rasmussen, daglig leder, Bærum
- Lene Conradi, ordfører, Asker
- Bo Johan Fredrik Gustafsson, seniorkonsulent, Gotland, Sverige
- Nils Bøhmer, daglig leder, Oslo
- Liv Hodøl Thoresen, førstekonsulent, Elverum.

Utvalget har hatt følgende observatører:

- Gunnar Saxebøl, avdelingsdirektør, Bærum
- Evelyn Foshaug, overingeniør, Halden
- Camilla Myhre, rådgiver, Oslo (til juni 2010)
- Cathrine Fahre Holt, seniorrådgiver, Oslo (fra juni 2010)

Sekretariatsfunksjonen har vært utført av IFE etter avtale med NHD og har vært ivaretatt av:

- Erlend Larsen, overingeniør, Oppegård

Sammensetning av Fase 2-utvalget er i samsvar med anbefalingene til Fase 1 utvalget:

Fase 2-utvalget bør settes sammen av 6–10 personer. Faglig kompetanse innen eksempelvis bygg og anlegg, radioaktivitet og strålevern og informasjonsformidling vil være sentrale i utvalget. Spesielle interesseorganisasjoner og andre med kompetanse som gjør dem skikket til å se problemstillingen fra allmennhetens synsvinkel vil også spille en viktig rolle.

1.3 Mandat for Fase 2-utvalget

Formålet med Fase 2-utvalgets arbeid er å finne frem til den best egnede tekniske løsningen og egnet lokalisering for mellomlagring av brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall. Utvalget bør legge frem ulike forslag som vurderes og kostnadsestimeres samt anbefale en av disse. Utvalget skal vurdere:

1. Modifisering eller utvidelse av eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden
 - a. Utrede løsninger som sikrer tilfredsstillende lagerforhold og kapasitet i et 50–100 års tidsperspektiv, ved bruk av et eller flere eksisterende lagre.
2. Nytt mellomlager i tilknytning til eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden
 - a. Utrede løsninger der det bygges nytt mellomlager i tilknytning til eksisterende anlegg, for å kunne benytte eksisterende infrastruktur og kompetanse og begrense veitransport av radioaktivt materiale.
3. Nytt mellomlager i Norge i form av et samlagingsanlegg for brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall
 - a. Velge en teknisk løsning for samlagring med utgangspunkt i fase 1-utvalgets utredning.
 - b. Utrede og foreslå flere mulige lokaliseringer for samlagingsanlegget med utgangspunkt i Fase 1-utvalgets utredning.
 - c. Gjennomføre en lokaliseringsvurdering med vekt på blant annet sikkerhetsmessige forhold, fysisk sikring, kompetansesikring, åpenhet, allmennaksept og samfunnsmedisinske forhold.
4. Vurdere de tre alternativene opp mot hverandre
 - a. Beskrive fordeler og ulemper ved modifisering eller utvidelse av eksisterende anlegg samt utarbeide et kostnadsestimat.
 - b. Beskrive fordeler og ulemper ved nytt mellomlager i tilknytning til eksisterende anlegg samt utarbeide et kostnadsestimat.
 - c. Beskrive fordeler og ulemper ved et samlagingsanlegg samt utarbeide kostnadsestimat.
5. Kompetansebehov og kompetansesikring
 - a. Kartlegge kompetansebehov hos driftsansvarlig for mellomlageret og beskrive hvordan kompetansesikring skal ivaretas i mellomlagerets levetid.
6. Anbefale en løsning
 - a. Med utgangspunkt i de tre alternativene skal utvalget anbefale en løsning for mellomlagring av brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall.
 - b. Beskrive hvordan man i størst mulig grad kan, i den grad det er mulig med dagens kunnskap, unngå å pakke om brenselet ved en framtidig deponering.
7. Dekommisjonering av en ny mellomlagerløsning
 - a. Beskrive hva dekommisjoneringsplan for ny mellomlagerløsning bør inneholde, basert på IAEAs anbefalinger.
 - b. Beskrive hvilken dekommisjoneringsfilosofi og hvilke overordnede dekommisjoneringsprinsipper som bør følges. Herunder legge til rette for en trygg og miljøriktig stenging og demontering/riving av anlegget.
8. Foreslå en mer detaljert videre prosess
 - a. Beskrive prosessen videre i forhold til Statsbygg – formålsbygg
9. Foreslå et tidsskjema for videre prosess

Det forutsettes at Fase 2-utvalget legger Fase 1-utvalgets utredning til grunn for sitt arbeid, og at utvalget gis tilgang til en egen utredning fra Teknisk utvalg (Lagring og deponering av metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling) ca. 1 år etter oppstart av fase 2-utvalget. Utvalget bør levere en rapport på norsk senest to år etter at utvalget er blitt nedsatt.

1.4 Utvalgets tolkning av mandatet

Utvalget har i sin tolkning av mandatet vektlagt å finne løsninger som best mulig ivaretar hensynet til framtidige generasjoner. I dette ligger at avfallet i størst mulig grad bør behandles og klargjøres

for sluttbehandling før det overføres til et nytt mellomlager.

Da det ikke finnes noen entydig definisjon av begrepet «langlivet middelsaktivt avfall» har utvalget valgt å inkludere i mandatet det avfall man med stor sikkerhet vil kunne anta ikke vil kunne deponeres i KLDRA Himdalen. Det er imidlertid store usikkerheter knyttet til mengden av slikt avfall og utvalget har i utforming av anlegg lagt vekt på fleksibilitet og at løsningene må være utvidbare for å kunne ivareta avfall vi i dag ikke kjenner. Dette for ikke å binde investeringer til en kapasitet det er knyttet store usikkerheter til eller hvor et potensielt behov vil ligge langt fram i tid.

Teknisk utvalg har for brensel med dårlig lagringsbestandighet anbefalt en opparbeiding i utlandet. Utvalget anbefaler derimot ikke opparbeiding av det resterende stabile brenselet. Opparbeidingsprosessen medfører produksjon av andre avfallsformer og anses som unødvendig når brenselet allerede er stabilt.

Ved å vurdere alternativer som innebærer opparbeiding av brensel med dårlig lagringsbestandighet inkluderes løsninger som delvis strider mot anbefalingene fra Bergan-utvalget (NOU2001:30). Bergan-utvalgets anbefalinger tok utgangspunkt i en klart uttalt norsk politikk om å arbeide internasjonalt for at brukt brensel skal lagres direkte istedenfor å gjenvinnes (St.meld. nr. 24 (2000–2001)). Tilsvarende formuleringer finnes ikke i nyere politiske retningslinjer (St.meld. nr. 12 (2001–2002), St.meld. nr. 25 (2002–2003), St.meld. nr. 21 (2004–2005), St.meld. nr. 26 (2006–2007), St.meld. nr. 37 (2008–2009)). Utvalget tolker derfor mandatets hensikt som at det ikke legges begrensninger på hva som kan vurderes for å finne fram til en «best mulig» teknisk løsning.

Utvalgets flertall har valgt å avgrense alternativ 1 til en løsning der ett eller flere eksisterende anlegg skal brukes, uten at det gjøres vesentlige endringer i de bygningsmessige fasilitetene. Dette skyldes at utvalget ikke har klart å identifisere realistiske oppgraderinger hvor anlegg vil være i stand til å motstå kraftig ytre påvirkning forårsaket av eksempelvis flystyrt eller terrorisme, hvilket utvalget har tolket som en forutsetning for å sikre tilfredsstillende lagerforhold og kapasitet i et 50–100 års perspektiv. Utvalget har derfor valgt å beskrive et «nullalternativ» hvor ett eller flere av eksisterende lagre beholdes i sin nåværende form. Dette kan også betraktes som et «utsettelsesalternativ».

I alternativ 2 skal det i iht. mandat vurderes en løsning der det bygges nytt mellomlager på Kjel-

ler og/eller Halden. Alternativet ligger nær opp til mandatets alternativ 1. Forskjellen er at man i alternativ 2 står helt fritt i forhold til plassering, mens alternativ 1 baseres på de bygningsmessige fasiliteter som i dag brukes til lagring.

I mandatets punkt 3 er utvalget bedt om å gjennomføre en lokaliseringsvurdering med vekt på blant annet «sikkerhetsmessige forhold, fysisk sikring, kompetansesikring, åpenhet, allmennaksept og samfunnsmedisinske forhold». Utvalget anser ikke at etablering og drift av et nytt mellomlager vil medføre konsekvenser i form av at befolkningen eksponeres for stråling. Mulige konsekvenser pga. ulykker, naturkatastrofer, terror og lignende dekkes av begrepet «sikkerhetsmessige forhold». Utvalget tolker derfor i denne sammenheng «samfunnsmedisinske forhold» til å omhandle eventuelle plager knyttet til angst og usikkerhet.

I mandatets punkt 4 er utvalget bedt om å beskrive fordeler og ulemper knyttet til alternativene, kostnadsestimere alternativene og å vurdere alternativene opp mot hverandre. Utvalget finner det riktig å peke på at kostnadsestimater i en konseptvalgfase nødvendigvis vil ha betydelige usikkerheter. For å få et best mulig beslutningsgrunnlag har utvalget derfor søkt å fokusere på forskjellene mellom alternativene mht kostnader, ulemper og fordeler.

Utvalget skal i henhold til mandatets punkt 8 beskrive en prosess videre i forhold til Statsbygg – formålsbygg. Utvalget har foreslått en videre prosess med dette utgangspunkt, men ønsker å fremheve at valg av prosess vil være avhengig av organiseringen av ansvaret for det brukte brenselet og avfallet. Mulig organisasjonsform vil igjen bero på eierskap og ansvar.

Mandatet forutsetter at fase-1 utvalgets utredning legges til grunn for arbeidet. Utvalget tolker denne forutsetningen som at det skal bygges videre på fase 1- utvalgets utredningsarbeid og kunnskapsgrunnlag, men at utvalget står fritt til å trekke på annen kunnskap, og også står fritt til å komme med egne vurderinger og anbefalinger basert på eget arbeidet og rapporten fra Teknisk utvalg.

1.5 Arbeid i utvalget

Utvalget har hatt 12 regulære møter:

- 2. april 2009
- 10.–11. juni 2009
- 9.–10. september 2009
- 25.–26. november 2009

- 20. januar 2010
- 24. mars 2010
- 17. juni 2010
- 25. august 2010
- 15. oktober 2010
- 11. november 2010
- 24. november 2010
- 16. desember 2010

Utvalget har hatt følgende omvisninger/ekskursjoner i forbindelse med sine møter:

- IFEs anlegg på Kjeller (2. april 2009)
- IFEs anlegg i Halden (11. juni 2009)
- KLDRA Himdalen (9. september 2009)
- COVRA (Nederland) (20.–22. januar 2010)
- Aktuelle lokaliteter for nytt mellomlager (14. oktober 2010)

Leder og sekretær for utvalget har gjennomført møter med potensielt berørte kommuner av en lokalisering for et nytt mellomlager 14.–15. april 2010. Møtet var delt over to dager hvor møtet på Kjeller 14. april var for kommuner i Akershus mens møtet i Halden 15. april var for kommuner i Østfold. Kommunene ble i dette møtet bedt om å gi sine innspill til utvalget.

Leder og sekretær for utvalget har hatt møte med Statens strålevern 21. oktober 2010 hvor status for utvalgets arbeid ble gjennomgått. Statens strålevern gikk deretter gjennom strålevernets rolle og om relevant regelverk for et nytt mellomlager. Strålevernet redegjorde deretter om krav til konsesjon og miljøkonsekvensanalyse.

Deler av arbeidet i utvalget har foregått i undergrupper, hvor undergruppene har blitt opprettet for å forberede underlagt for diskusjon på møter i utvalget. Det har blitt opprettet undergruppene for hvert av følgende tema:

- Interessentanalyse.
- Lokalisering.
- Kostnadsestimering

Utvalget har mottatt brev fra Statens strålevern 04.02.2010 inneholdende Strålevernets innspill rundt organiseringen av aktørroller knyttet til håndtering av radioaktivt avfall og brukt brensel i Norge.

Utvalget har mottatt brev fra Aurskog Høland kommune av 23. 04.2010 hvor kommunen uttrykker bekymring for eventuelt å bli vertskommune for et nytt mellomlager. Kommunen viser samtidig til den belastning anlegget i Himdalen har medført nærområdene og til søknaden som kommunen har sendt Nærings- og handelsdepartementet om kompensasjon for disse belastningene.

Utvalget har i brev av 11.01.2010 forespurt IFE om informasjon vedrørende avfall ved IFE og har mottatt informasjon om dette i brev av 15.03.2010.

Utvalget har i brev av 31.08.2010 forespurt Statens strålevern om behovet for mellomlagring av rivingsavfall fra Haldenreaktoren. Statens strålevern har i brev av 15.10.2010 svart at det er opp til IFE som operatør i Samarbeid med Statsbygg som eier og NHD (som forestår finansiering) å gjøre strategiske valg og utarbeide planer for plassering av avfall i Himdalen.

Utvalget har mottatt brev fra Norges Naturvernforbund av 5. november 2010, hvor Naturvernforbundet ikke anser utredningen fra Teknisk utvalg som egnet som beslutningsunderlag. De ønsker seg en uavhengig utredning, da de anser at IFE og Studsvik er aktører med egeninteresse i atomindustrien. Avslutningsvis redegjør Naturvernforbundet for at de anser reprosessering (opparbeiding) i utlandet som problematisk fordi:

- Reprosessering (opparbeiding) er en skitten industri som bør stoppes.
- Transport av atomavfall og brukt brensel må stoppes i størst mulig grad.
- Alle land må ta ansvar for sitt eget atomavfall

Utvalget forespurte det tyske firmaet GNS om et underlag om bruk av transportable lagringsbeholdere for lagring av det norske brenselet, men GNS hadde ikke kapasitet til å gi slik bistand. Tilsvarende oppdrag ble gitt til AREVA/TN International, som utarbeidet en rapport på oppdrag av utvalget.

Utvalget har hatt bistand fra Norges Geologiske Undersøkelser (NGU) i vurdering av geologisk egnethet til ulike lokaliteter. NGU har i denne sammenheng utarbeidet to rapporter på oppdrag fra utvalget.

Kapittel 2

Teknisk utvalg

Teknisk utvalg ble etablert for å følge opp anbefalingen fra Fase 1-utvalget om at det i forkant av videre utredninger av et nytt mellomlager burde gjøres utredninger og klarlegging av spesielle lagringsbehov knyttet til lagring av uranoksidbrensel med aluminiumskapsling. Bakgrunnen for dette var en erkjennelse av at vesentlige deler av det norske brenselet er i en form som regnes å ha dårlig lagringsbestandighet.

Kapitelet beskriver mandat og anbefalingene fra Teknisk utvalg, og inneholder også utvalgets kommentar til anbefalingene fra Teknisk utvalg. Et sammendrag av rapporten fra Teknisk utvalg er gitt i vedlegg 1.

2.1 Mandat for Teknisk utvalg

Teknisk utvalg ble oppnevnt av Nærings- og handelsdepartementet i januar 2009 med følgende mandat:

Teknisk utvalg skal gi en faglig utredning av spesialbehandling av ustabilt brukt brensel, innenfor samfunnsmessige, samfunnsøkonomiske og miljømessig akseptable rammer. Teknisk utvalg skal legge vekt på løsninger som kan gjennomføres i Norge. Ved utredning av alternativer som innebærer utenlandske løsninger skal utvalget legge til grunn regjeringens målsetning om å få lagt ned anlegget ved Sellafield. Utvalget bør unnlate å utrede løsninger som åpenbart ikke vil kunne hente tilstrekkelig støtte i gjennomføringsfasen. Det er ønskelig at utvalget sammenligner kostnadene ved spesialbehandling av brukt brensel i Norge med kostnadene ved spesialbehandling av norsk brukt brensel i utlandet.

1. Bakgrunnsinformasjon

- Identifisere relevante problemstillinger mht. lagring og deponering, av metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling. Det skal særlig rettes fokus på de nevnte materials stabilitet ved lagring og deponering. Det bør gis en kort oppsummering av faktagrunnlaget fra Fase 1-utvalgets rap-

port knyttet til metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling.

2. Problemstillinger knyttet til lagring og deponering av metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling
 - Utvalget bør gi en grundig beskrivelse av egenskapene til metallisk uran, med særlig fokus på stabilitet og mulige endringer i egenskapene ved lagring og deponering.
 - Utvalget bør gi en grundig beskrivelse av egenskapene til aluminiumskapsling, med særlig fokus på stabilitet og mulige endringer i egenskapene ved lagring og deponering.
3. Internasjonale anbefalinger og trender
 - Hvilke anbefalinger/retningslinjer gir IAEA mht. lagring og deponering av metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling?
 - Hvilke nasjoner har erfaring med metallisk uran og hva er (planlagt) gjort relatert til lagring og eventuell deponering av metallisk uran?
 - Samme som i punktet over, men for brensel med aluminiumskapsling.
4. Lagring og deponering av metallisk uran
 - Identifisere metoder for sikker lagring og deponering av metallisk uran og antyde kostnader og avfallsmengder forbundet med de identifiserte metodene.
 - Vurdere alternativer til lagring og deponering og antyde kostnader og avfallsmengder forbundet med alternative metoder.
5. Lagring og deponering av brensel med aluminiumskapsling
 - Identifisere metoder for sikker lagring og deponering av brensel med aluminiumskapsling og antyde kostnader og avfallsmengder forbundet med de identifiserte metodene.
 - Vurdere alternativer til lagring og deponering antyde kostnader og avfallsmengder forbundet med alternative metoder.
6. Status for metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling.

- Utvalget bør identifisere mulige returordninger for brukt brensel med utgangspunkt i opprinnelsesland for det metalliske uranet som er benyttet i de norske forsøksreaktorene.
 - Utvalget bør beskrive det metalliske uranets bestrålingshistorikk, med bakgrunn i informasjon fra IFE og Statens strålevern.
 - Utvalget bør beskrive bruk av aluminiumskapsling i forskningsreaktorene i Norge, med bakgrunn i informasjon fra IFE og Statens strålevern.
 - Utvalget bør lage en oversikt over enheter, vekt, volum lagret i Norge, med bakgrunn i fase 1-utvalgets rapport samt informasjon fra IFE og Statens strålevern. Herunder bør utvalget også estimere årlig tilvekst av brensel med aluminiumskapsling.
7. Leveranse
- Teknisk utvalg skal levere en rapport senest ett år etter at utvalget er blitt nedsatt. Rapporten skal være innspill og underlag for fase 2-utvalget. Det bør lages en norsk oversettelse av sammendraget til Teknisk utvalgs rapport.
8. Oppsummering
- Utvalget skal:
- Sammenfatte kostnader for de ulike behandlingsalternativene.
 - Sammenfatte hvilke krav de anbefalte behandlingsalternativene stiller til mellomlageret og framtidig deponi.
 - Anbefale behandlingsalternativer av ustabilit brukt brensel.

Medlemmer i Teknisk utvalg har vært;

- Peter Bennett (leder), IFE
- Barbara C. Oberländer, IFE
- Pablo Adelfang, IAEA, Østerrike
- Ella Ekeröth, Studsvik Nuclear AB, Sverige (fram til juli 2009)
- Evert Eriksson, Studsvik Nuclear (fra juli 2009)
- Rolf Jullum, Statsbygg (observatør)
- Per Ivar Wethe, IFE (utvalgssekretær)

2.2 Anbefalinger fra Teknisk utvalg

Teknisk utvalg har gitt følgende anbefalinger (Teknisk utvalg, 2009):

1. Metallisk uran er pyrofort (selvantennelig i luft) og reagerer med vann slik at det dannes hydrogengass og pyrofort uranhydrid. Aluminiumskapsling reagerer med vann og danner hydrogengass og kan dessuten utsettes for en

omfattende, alvorlig lokal korrosjon som kan ødelegge kapslingen og frilegge det metalliske uranbrenselet. Siden metallisk uranbrensel og/eller brensel med aluminiumskapsling er ustabil, må dette brenselet stabiliseres før mellomlagring og deponering. Den metoden som velges for stabilisering må klargjøre brenselet både for mellomlagring og påfølgende deponering, dette innebærer at videre behandling av brenselet etter mellomlagring ikke er påkrevet, dvs. at brenselet er deponeringsklart.

2. Lagring og utsatt beslutning eller «vente og se» alternativet representerer ikke noe sluttresultat for brenselet. Teknisk utvalg anser at dette alternativet innebærer en stor svakhet siden det forutsetter stabilitet i fremtidige samfunn, og disse samfunns vedvarende evne og mulighet til å iverksette og forvalte de nødvendige sikkerhets- og institusjonelle tiltak, og siden Norge ikke arbeider aktivt med å utforske eller utvikle alternative løsninger, for eksempel alternativer basert på teknologisk utvikling eller flernasjonale anlegg. I lys av disse innvendingene, og i overensstemmelse med den svenske beslutningen vedrørende R1 kjernebrenselet, vil Teknisk utvalg fraråde vente og se alternativet når det gjelder behandling av det norske kjernebrenselet.
3. Lignende innvendinger gjelder også for utveksling/bytte av brukt brensel med et annet land, siden ansvaret for brenselet fraskrives. Teknisk utvalg vil derfor fraråde dette alternativet når det gjelder behandling av det norske kjernebrenselet.
4. Det beskjedne volumet av brukt reaktorbrensel i Norge gjør det vanskelig å begrunne bygging av et norsk anlegg for behandling av brukt brensel så lenge det finnes tilgjengelige utenlandske kommersielle tjenester som tilfredsstiller økonomiske, politiske og miljømessige krav.
5. Teknisk utvalg anbefaler at Norge umiddelbart, og på regjeringens nivå, tar kontakt med USA for å drøfte transport av brenselet til USA innenfor de eksisterende returprogrammene, siden disse vil avsluttes i 2016.
6. Teknisk utvalg anbefaler at den norske regjering retter et skriftlig forespørsel til Rosatom State Corporation i Russland for å vurdere muligheten for å importere brukt brensel til Russland for prosessering. Med henvisning til 2009 rapporten fra IAEA «Contact Expert Group on management of spent nuclear fuel and radioactive wastes» og i lys av det faktum at den norske regjering gir økonomiske midler

som bidrar til prosessering av russisk brensel i Mayak, anser utvalget at dette alternativet tilfredstiller miljømessige og politiske krav. Teknisk utvalg anbefaler, at hvis det besluttes å bruke russiske kommersielle tjenester for behandling av brenselet, bør en slik beslutning treffes så tidlig som mulig for å kunne utnytte den aktuelle tilgjengeligheten av disse tjenestene. Denne tilgjengeligheten er knyttet til virksomhetene i det nåværende russiske returprogrammet.

7. Teknisk utvalg anbefaler at den norske regjering treffer de nødvendige tiltak for å få AREVA NC i Frankrike til å utarbeide en rapport som beskriver mulighetene for behandling av det brukte brenselet i Cap de La Hague anlegget. Denne rapporten bør omfatte teknisk gjennomførbarhet, kostnader og alternativer for behandling av de ulike prosessproduktene.

2.3 Utvalgets kommentarer til anbefalingene fra Teknisk utvalg

Utvalget anser at Teknisk utvalg har gjort en grundig gjennomgang av de ulike alternativene for behandling av metallisk og aluminiumskapslet brensel. Utvalget har følgende kommentarer til konklusjonene fra Teknisk utvalg:

1. Utvalget støtter at brenselet må stabiliseres før deponering. Det antas å være teknisk mulig å fortsette mellomlagring uten stabilisering om man velger en teknisk løsning hvor brenselet mellomlagres under en inert atmosfære. Dette vil imidlertid ikke gi et deponeringsklart avfall og vil således ikke være i tråd med de føringer som er gitt i mandatet for Teknisk utvalg.
2. Utvalget støtter Teknisk utvalg i at man ikke bør utsette beslutningen om behandling av metallisk og aluminiumskapslet brensel. Dette er i tråd med kravet til ikke å overlate byrder for framtidige generasjoner (kapittel 6.4.6) og prinsipp 5 i IAEAs fundamentale prinsipper for behandling av radioaktivt avfall (kapittel 6.2.4)

3. Utvalget tar til etterretning at Teknisk utvalg anser at det vil kunne tenkes etiske og moralske dilemma knyttet til en avtale om utveksling/bytte av brukt brensel.
4. Utvalget støtter at det ikke bør bygges opp et norsk anlegg for behandling av brukt brensel. I tillegg til de rent økonomiske aspektene, er det ikke gitt at en slik løsning vil medføre en lavere miljømessig belastning enn om behandlingen skjer ved et etablert anlegg i utlandet. Drift og avvikling av et slikt anlegg vil dessuten gi opphav til betydelige mengder radioaktivt avfall.
5. I henhold til vedlegg 3 i rapporten fra Teknisk utvalg oppfyller mesteparten av det norske brenselet ikke kravene som er satt i USAs returprogrammer. Tilsvarende type brensel har heller ikke tidligere blitt returnert gjennom disse programmene. Utvalget anser derfor ikke retur til USA som et realistisk alternativ.
6. Utvalget registrerer at Teknisk utvalg anser at behandling av norsk brensel ved Majak etterlever miljømessige og politiske krav. Tidligere utslippspraksis ved anlegget gjør imidlertid at det etter utvalgets vurdering fremdeles hersker usikkerhet ved anlegget i Majak, selv om utvalget er kjent med at det har vært betydelig oppgraderinger ved anlegget de senere årene og at IAEA vurderer sikkerheten som tilfredsstillende.
7. Utvalget støtter at man innleder diskusjon med AREVA om å utrede behandlingen av brenselet i Frankrike. Dette betraktes som beste tilgjengelig alternativ. Møtoreferatet mellom AREVA og Teknisk utvalg er tydelig i at «*There were no obvious reasons why the fuels can not be reprocessed by AREVA NC*», selv om det er flere tekniske detaljer som må avklares. Dessuten vil det være nødvendig med en politisk avtale mellom Norge og Frankrike.

Kapittel 3

Bestrålt brensel og radioaktivt avfall

Dette kapittelet beskriver radioaktivt avfall i Norge. Avfall inneholdende oppkonsentrert naturlig radioaktivitet fra petroleumsindustrien i Nordsjøen, såkalt TENORM (Technically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material) er ikke diskutert i utvalgets arbeid. Dette utgjør en egen avfallsskjede, hvor slikt avfall blir deponert ved det private deponiet i Sløvåg i Gulen kommune.

3.1 Klassifisering av radioaktivt avfall

Det finnes, som tidligere påpekt av Fase I utvalget, ingen entydig internasjonalt god tatt definisjon av avfallskategorier. Ulike definisjoner kan ta utgangspunkt i eksempelvis opprinnelse, kritikalitet, radiologiske egenskaper, kjemiske egenskaper, biologiske egenskaper eller annet. En ny standard fra IAEA klassifiserer avfall i følgende kategorier (IAEA, 2009a):

- Unntaksavfall: Avfall hvor innholdet av radioaktivitet er så lavt at det ikke fordrer strålevernstiltak uansett om avfallet deponeres som ikke-radioaktivt avfall eller resirkuleres.
- Svært kortlivet avfall: Avfall som bare inneholder kortlivede radionuklider og hvor avfallet kan lagres til nivået av disse faller under friklasingsgrensene slik at avfallet kan behandles som ikke-radioaktivt avfall.
- Svært lavaktivt avfall: Avfall som ligger like over friklassegrenser og som kan deponeres på fyllplasser eller tillatt brukt til spesifikke formål som veibygging. Eksempel på slikt avfall kan være avfall fra gruvedrift eller behandling av malm.
- Lavaktivt avfall: Avfall som ikke krever inneslutning og isolering ut over en periode på noen få hundre år og som derfor kan deponeres like under bakken.
- Mellomaktivt avfall: Avfall som inneholder langlivede radionuklider og som derfor fordrer mer inneslutning og isolasjon fra biosfæren enn lavaktivt avfall. Slikt avfall deponeres der-

for på et dyp fra noen titalls til noen hundre meter.

- Høyaktivt avfall: Avfall som inneholder både kort- og langlivet avfall i slike mengder at en stor grad av inneslutning og isolering er nødvendig for å sikre langtids sikkerhet. Slikt avfall deponeres derfor i dype geologiske formasjoner og med konstruksjonsmessige barrierer. Det må også tas hensyn til varmeproduksjon i brenselet.

Det nye systemet er basert på anbefalt behandling og hensynet til tidsaspektet for inneslutning og isolasjon fra biosfæren. Dette vil igjen basere seg på nasjonale krav eller på akseptansekriterier for det enkelte anlegg. IAEA kommer derfor ikke til å utarbeide noen generiske grenseverdier (eksempelvis basert på aktivitet for enkelt nuklider) mellom avfallskategoriene (IAEA, 2009a).

Siden det nye systemet fra IAEA for klassifisering av radioaktivt avfall er basert på tidsaspektet, vil det ikke være naturlig å skille mellom eksempelvis kort- og langlivet mellomaktivt avfall. Dette i motsetning til det tidligere systemet (IAEA, 1994) og som blant annet er beskrevet i Fase 1 utvalgets rapport. I henhold til denne klassifiseringen var skillet mellom lav- og mellomaktivt avfall knyttet til strålingsnivå og skillet mellom høy- og mellomaktivt avfall knyttet til varmeproduksjon

3.2 Lav- og middelsaktivt radioaktivt avfall i Norge

Årlig genereres det rundt 120 tønneekvivalenter lav- og middelsaktivt radioaktivt avfall i Norge, hvor en tønneekvivalent tilsvarer det volumet en 210 liters tønne opptar ved deponering (NRPA, 2006). Mengden varierer fra år til år, og har de siste årene vært noe høyere enn i tidligere år, noe som til dels skyldes innsamlede røykvarslere. Da alt dette avfallet blir behandlet likt, differensierer man i Norge i liten grad mellom lav- og mellomaktivt avfall.

Lav- og middelsaktivt avfall i Norge kommer hovedsakelig fra IFEs forskningsvirksomhet i Halden og på Kjeller, fra sykehussektoren, industri, forsvaret og annen forskningsvirksomhet.

IFEs reaktordrift gir opphav til radioaktivt avfall ved at rør og komponenter byttes ut som en del av vedlikeholdet og ved utskifting av eksperimentelt utstyr. Dette er i hovedsak metallisk avfall hvor radioaktivitet er indusert gjennom nøytronbestråling samt kontaminering som følge av kontakt med reaktorenes primærkretser. I tillegg er det noe driftsavfall i form av ionebyttemasse, papir, engangshansker, skoovertrekk og overtrekksdresser. Avfall fra etterundersøkelse av brenselet ved Met. Lab II vil innholde små brenselsfragmenter, typisk i størrelsesområde milligram. Dette vil ha sitt opphav i kutteoperasjoner i brenselet som er en nødvendig del av undersøkelsesprosedyren.

Sykehus, legemiddelindustri og forskningsvirksomhet er jevnlig brukere av åpne radioaktive kilder. Dette gir opphav til væskeformig radioaktivt avfall og driftsavfall i form av engangshansker, pipettespisser, papir, dyreskrotter og lignende.

Kasserte kapslede radioaktive kilder gir opphav til avfall. Disse vil variere fra relativt små kilder brukt til kalibrering, kilder brukt i prosessindustri, kilder brukt i oljevirkosomhet og opp til større kilder brukt i terapi og til blodbestrålingsanlegg. Etter innføring av returplikt på røykvars-

lere har det også blitt samlet inn et høyt antall røykvarslere, som hver inneholder en liten radioaktiv kilder av typen Am-241.

3.3 Bestrålt reaktorbrensel i Norge

Alt bestrålt brensel i Norge kommer fra IFEs forskningsreaktorer i Halden og på Kjeller.

Historisk har IFE drevet fire reaktorer, hvor JEEP II og HBWR fortsatt er i drift. JEEP I var i drift fra 1961–1968 og NORA var i drift fra 1961 til 1967. Nøkkelegenskaper for de norske reaktorene er gitt i tabell 3.1

Brenselet til driften av de norske forskningsreaktorene har i det alt vesentlige blitt framstilt på IFE, basert på uran anskaffet som ubestrålt pulver fra USA, UK, Frankrike, Sverige og Tyskland, og de senere år også fra Russland. Det importerte brenselet har også vært i form av ubestrålte og bestrålte brenselspinner for videre bestråling og deretter undersøkelser som en del av forskningsprogrammet under Haldenprosjektet (Fase 1 utvalget 2004).

På 1950- og 1960-tallet var det vanlig at selve brenselet bestod av naturlig uran, dvs. uran hvor uranisotopen U-235 utgjør 0,7 % av totalen slik man finner det i naturen. Slikt brensel ble brukt ved NORA, JEEP I og i første brenselsladning ved HBWR. Dette brenselet er lite lagringsbestandig og gjeldende strategi var tidligere at dette brense-

Tabell 3.1 Nøkkelegenskaper for de norske reaktorer (eksperimentalbrensel ikke inkludert)

	JEEP I ¹ (Kjeller)	NORA ² (Kjeller)	HBWR ³ (Halden)	JEEP II ⁴ (Kjeller)
Operativ	1951–1967	1961–1967	1959 -	1967-
Effekt	Før 1956: 100 kW(t) Fra 1956: 450 kW(t)	< 0,1 kW(t)	Konsesjon 25 MW(t) opererer normalt med effekt < 20MW(t)	2 MW (t)
Brensel	Metallisk	Metallisk/oksidisk	(Før 1967: Mest metallisk) Nå bare oksidisk	Oksidisk
Kapsling	Aluminium	Aluminium og Zirkalloy	Zirkalloy	Aluminium
Anrikning	Naturlig	Fra naturlig til 3.41 %	6 % for driverelementer < 20 % for testelementer	3,5 %

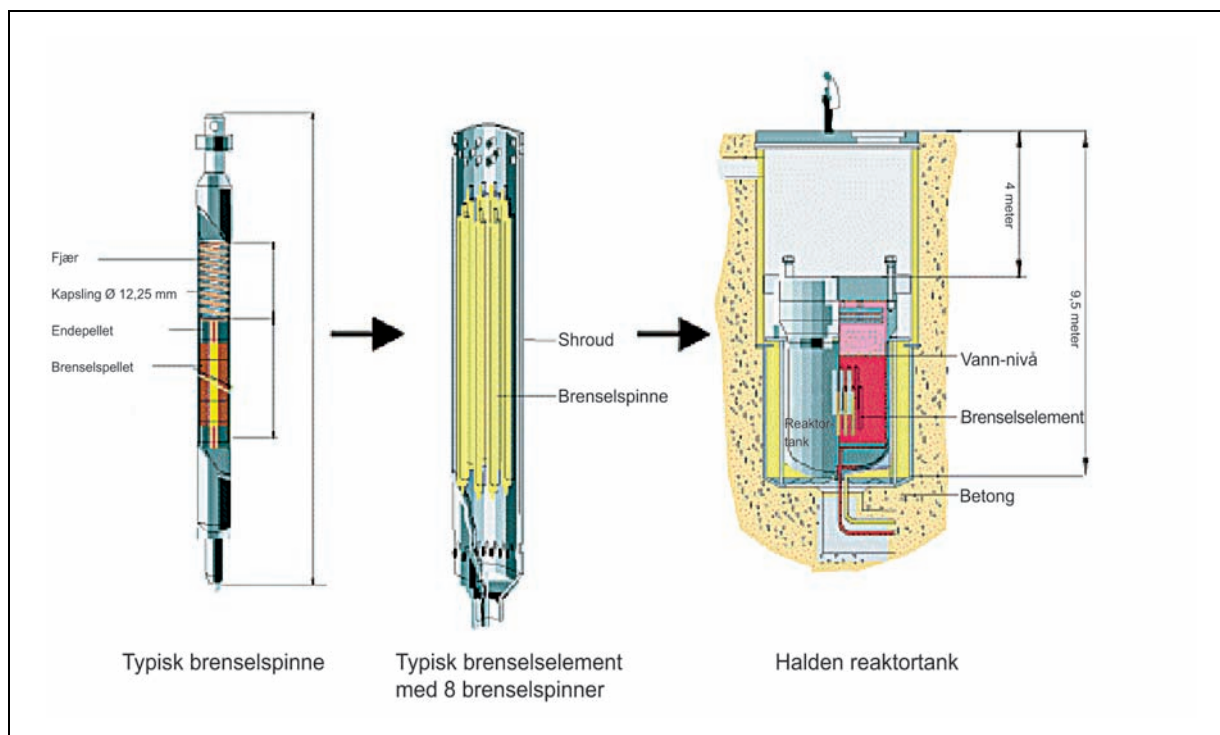
¹ Teknisk utvalg 2010

² Teknisk utvalg 2010

³ IFE 2006g

⁴ IFE 2006b

Boks 3.1 Oppbygging av reaktorbrensel



Figur 3.1 Figuren viser en skjematisk framstilling av oppbyggingen av brenselet i Halden-reaktoren. Brenselet i JEEP II er bygd opp på en tilsvarende måte.

En *brenselspinne* består av ubestrålte uranet i form av brenselspellet og som er plassert i et kapslingsrør. Røret har en topp og en bunnplugg, er tetteviet og fylt med inert gass. Ved HBWR består kapslingsrøret av zirkalloy (en zirkoniumholdig legering).

Et *brenselement* består av et gitt antall brenselspinner montert i en struktur. Et standard brenselement ved HBWR består av 8 brenselspinner.

Brenselementene plasseres i definerte posisjoner i reaktorkjernen. Halden-reaktoren har typisk 60–80 driverelementer og 10–40 testelementer (IFE 2006g), avhengig av eksperimentprogrammet som til en hver tid kjøres. Dette er i motsetning til JEEP II hvor man har en mer statisk konfigurasjon hvor kjernen til enhver tid inneholder 19 elementer (IFE 2006b).

let skulle opparbeides. Noe av dette brenselet ble opparbeidet ved Uranrenseanlegget som var i drift fra 1961 til 1968. Siden dette anlegget bare behandlet en del av det metalliske brenselet, har resten av brenselet siden vært lagret på Kjeller og i Halden

Etter 1967 har man bare brukt brensel basert på anriktet uran ved de norske reaktorene. Dette er brensel hvor den relative andelen av uranisotopen U-235 er økt på bekostning av de andre uranisotopene. Dette brenselet består av oksidisk uran og er bygd opp som beskrevet i faktaboks 1

HBWR bruker i dag oksidisk brensel med kapsling av zirkalloy.¹ Lagringsbestandigheten for

dette brenselet er god og man regner ikke med at det vil være noen vesentlige utfordringer knyttet til en forlenget mellomlagring på 50 til 100 år. Brenselet som brukes i JEEP II er også oksidisk, men har kapsling av aluminium.

Eksperimentalbrenselet er ikke inkludert i tabell 3.1. Dette er en inhomogen gruppe bestående av brensel fra ulike typer kjernekraftreaktorer (PWR, BWR, VVER, CANDU og AGR) og som har vært testet under eksperimentprogrammene i Halden. Majoriteten av brenselet er oksidisk.

¹ Zirkalloy er en betegnelse på en gruppe legeringer basert på zirkonium og som er mye brukt i nukleær industri.

disk uran, hvor kapslingen består av zirkalloy eller rustritt stål. En mindre del av brenselet består av andre materialer som MOX, thoriumbrensel og

inert matrix. Deler av brenselet har vært kuttet opp som en del av undersøkelsene etter bestrålingen i HBWR.

Kapittel 4

Eksisterende lagre for brukt brensel og radioaktivt avfall

Kapittelet beskriver eksisterende lagre for henholdsvis radioaktivt avfall og brukt brensel. Det er samtidig lagt vekt på å beskrive hvordan avfallskjeden er organisert i forhold til anleggene. Kapittelet danner en bakgrunn for vurderinger i kapittel 10 av løsninger for mellomlagring som helt eller delvis baserer seg på eksisterende anlegg

4.1 Lagre for radioaktivt avfall

4.1.1 Avfallsbehandlingsanlegget på Kjeller

Radioaktivt avfall gjennomgår i forkant av deponering ved KLDRA Himdalen en behandlingsprosess. I dette ligger at avfallet gjøres om til en fast og stabil form og volumet reduseres. Deretter kapsles avfallet inn for å hindre at de radioaktive stoffene slipper ut til omgivelsene. Avfallet som mottas kan deles i tre ulike kategorier:

- Fast avfall – omfatter for eksempel plastartikler, glassartikler og elektroniske komponenter, selvlysende markører og kanonsikter fra forsvaret. Avfallet komprimeres i 210 liters ståltønne med indre avskjerming avpasset strålingsnivået fra avfallet.
- Metallisk avfall – omfatter større metalliske komponenter som for eksempel plater, tanker, pumper og kar samt industrielle og medisinske strålingskilder og røykvarslere. Avfallet kuttes eller skjæres opp og støpes inn i stålfat eller andre beholdere.
- Flytende avfall – omfatter for eksempel væskekonsentrat fra inndampning av avfallsvann. Konsentratet overføres til fast form ved å tilsette sement/andre tilsatzmidler til polyetylenbelagte stålfat.

Mottaket for radioaktivt avfall for deponering i Himdalen drives av IFE. Selve behandlingen av avfallet skjer ved Rad. avfallsanlegget, mens ferdig behandlet avfall lagres i det såkalte Lagerbygg 2. Radavfallsanlegget har dessuten et mindre lagringsrom hvor avfall som ikke er deponerbart i Himdalen blir lagret (IFE 2006c).

Standard avfallsbeholder ved deponering i Himdalen er 210 liters stålfat. Disse har varierende indre skjerming avhengig av type innhold og doserate fra avfallet. Tønner oppgravd fra IFEs tønnefelt høsten 2001 ble alle omemballert i 300 og 330 liters stålfat. I tillegg brukes også andre beholdere som betongkokiller og stålkasser av varierende størrelse (IFE 2006c).

4.1.2 Kombinert Lager og Deponi for Radioaktivt Avfall i Himdalen

KLDRA, (Kombinert Lager og Deponi for lav- og middelaktivt Radioaktivt Avfall) er Norges nasjonale anlegg for lagring og deponering av lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall, og ble tatt i bruk i 1998. Anlegget er sprengt ut i fjell med 40–50 meters overdekning. Det ligger i Aurskog – Høland kommune, ca. 25 km sydøst for Kjeller/Lillestrøm (IFE 2006e).

Statsbygg er eier av KLDRA-Himdalen. Ansvar for drift og vedlikehold er tillagt IFE gjennom avtaler med Statsbygg som eier av anlegget og Nærings- og handelsdepartementet som finansierer driften. IFE har som konsesjonsinnehaver under Atomenergilovent driftskonsesjon for anlegget fram til 1. mai 2012.

Radioaktivitet i deponidelen er innesluttet og isolert fra det omkringliggende miljø ved hjelp av et barriersystem som består av flere lag og trinn. Selve avfallsbeholderen og det stabiliserte innholdet utgjør innerste barriere. Deretter kommer plasseringen og innstøpningen av avfallsbeholderne inne i betongsarkofagene. Dette gir en god beskyttelse mot inntrengende vann og skaper en betydelig forsinkelse i degradering av beholderne og hindrer således utlekkasje av radionuklider. Ytterst er selve fjellhallen, som fungerer som en selvstendig barriere mot ytre påvirkning, som jordskjelv, andre rystelser, flystyrt og sabotasje (IFE 2006e).

De opprinnelige planene tilsa at anlegget skulle bygges som et deponi. Som følge av høringsprosessen forut for byggingen valgte man

imidlertid en kombinert løsning med lager og deponi, og dette lå også til grunn for Stortingets vedtak om byggingen av anlegget (St. prop nr.1 tillegg 4 (1993–1994), Inst. S nr. 114 (1993–1994), Stortingsforhandlinger nr 26 (1993–1994)). Kortlivet avfall kunne da deponeres, mens langlivet avfall kunne lagres på en måte som tillot inspeksjoner. Man kunne da på et senere tidspunkt ta stilling til deponering av avfall i lagringsdelen av anlegget eventuelt flytting av dette avfallet til annet anlegg.

Himdalen-anlegget har fire haller, hver med 2 betongsarkofager og 4 båser. 3 av hallene er deponi, mens den fjerde hallen er for lagring. Hver av de fire hallene er dimensjonert til 2500 tønneekvivalenter – totalt 7500 tønneekvivalenter i deponiet og 2500 i lagerdelen. I deponidelen støpes beholderne i 4 lag i alle båsene, og det støpes med betong rundt på alle kanter. I tillegg vil det støpes et permanent tak med membran over hver sarkofag. I lagerdelen skal beholdere kun gjøres klar for innstøping, det skal være mulig å ta ut avfallet som plasseres her. Lagerhallen kan senere bli besluttet omgjort til deponi.

Anlegget er tenkt å være i drift frem til år 2030 og det er lagt inn forutsetning om institusjonell kontroll i en periode på 300 – 500 år etter stengning. Det er følgende funksjonskrav knyttet til driften av anlegget (IFE 2006e):

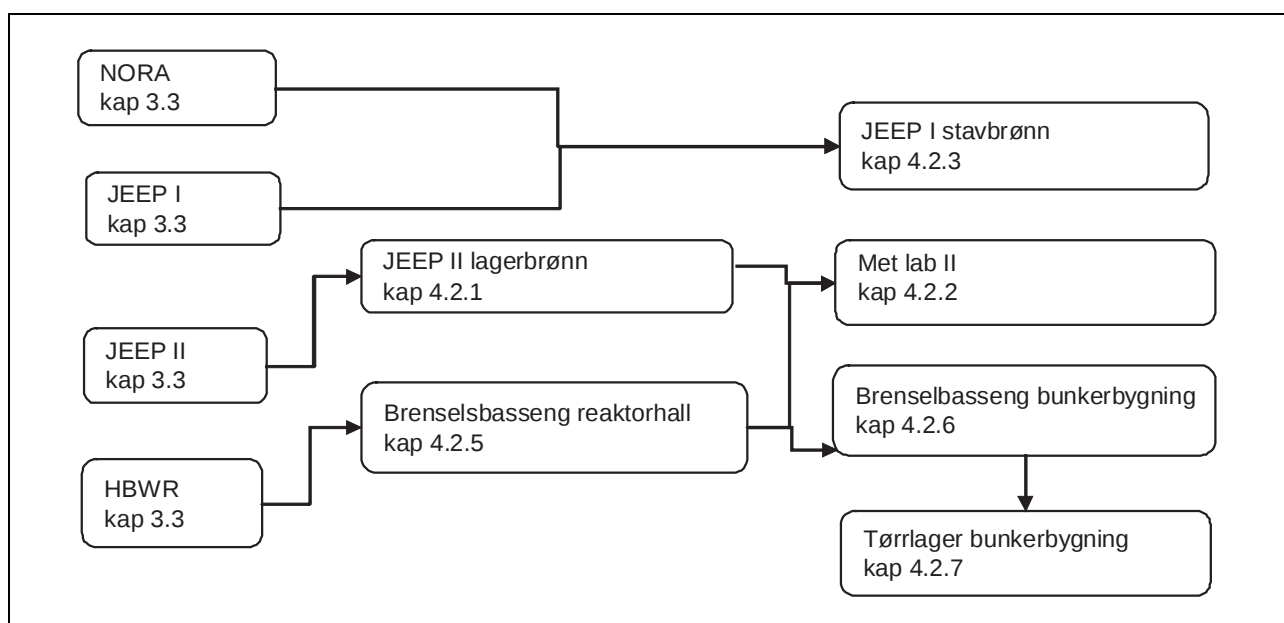
- For sannsynlige scenarier bør en dose på 1 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ for det mest utsatte individet ikke overskrides;

- For andre scenarier bør en dose på 100 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ for det potensielt mest utsatte individ ikke overskrides;
- Framtidige generasjoner har krav på minst like stor grad av strålebeskyttelse som vi gir til dagens befolkning. Framtidige generasjoner skal altså ikke påføres en større risiko enn dagens befolkning.
- Utover en forutbestemt overvåkingsperiode bør ikke sikkerheten avhenge av framtidige generasjoners aktive vedlikehold og overvåking av deponiet.

4.2 Lagre for brukt reaktorbrensel

Brensel fra forskningsreaktorene, med unntak av en mindre mengde som ble eksportert, er i dag lagret i brenselslagre på Kjeller og i Halden. Lagrene oppfyller internasjonale anbefalinger og nasjonale krav til sikker lagring av fissilt materiale.

Både HBWR og JEEP II har våtlagre i tilknytning til reaktoren hvor brenselet lagres den første tiden etter at det er tatt ut av reaktoren, for hending av kortlivede isotoper og reduksjon av restvarme. Etter den tid overføres brenselet fra JEEP II til lager i Met. Lab II. Mye av eksperimentalbrenselet fra HBWR blir overført til Met. Lab II for etterundersøkelser og senere lagring. Driverbrensel, samt eksperimentalbrensel som ikke skal etterundersøkes, blir i Halden overført til lagerbassenget i bunkerbygningen. En del av eksperi-



Figur 4.1 Skjematisk prosessflyt for behandling av brukt brensel ved IFE

mentalbrenselet blir også returnert til opprinnelseslandet.

En omtale av de ulike lagrene for brukt brensel på IFE er gitt nedenunder. Sammenhengen mellom anleggene er visualisert i figur 4.1.

Lagrene er konsesjonsunderlagte under Atomenergiloven og underlagt tilsyn av Statens strålevern. Konsesjonen for driften av brenselslagrene følger konsesjonen for reaktorer og andre nukleære anlegg. Gjeldene konsesjon ble gitt av Kongen i statsråd 28. november 2008 med gyldighet t.o.m 31. desember 2014 for Halden-reaktoren og 31. desember 2018 for øvrige nukleære anlegg, inkludert lagrene i Halden.

4.2.1 JEEP II lagerbrønn

Lagerbrønnen for brukte brenselselementer består av en sylindrisk metaltank som er innstøpt i nordre del av reaktorblokka ved JEEP II. Lagerbrønnen har et stativ med plass til 13 elementer, ett i midten og 12 fordelt på en sirkel langs brønnveggen. Håndtering av brensel skjer gjennom hull i skjermlokket som posisjoneres ved at brønnlokket, som hviler på kulelager, roteres. Vannet i lagerbrønnen er tilkoblet en kjølekrets samtidig som lufta inne i lagerbrønnen ventileres til et undertrykk (IFE 2006b).

Normalt overføres to brenselselementer fra reaktorkjernen til lagerbrønnen ved årlig vedlikeholdsstopp. Dette skjer samtidig med at to elementer fra lagerbrønnen overføres til Met. Lab II for lagring,

4.2.2 Lager i Met. Lab. II, Kjeller

Lagrene for brukt brensel i brønnhuset ved Met. Lab II er et kombinert lager for brukt eksperimentalbrensel og annet radioaktivt avfall fra laboratorievirksomheten i bygget i tillegg til brukt brensel fra JEEP II. Lagring skjer i et tilbygg til selve laboratoriebygget med et ytre mål på 5* 12,5 meter. Bygget er sikret i henhold til de krav Statens strålevern har satt til bygget (IFE 2006a).

Lageret består av en betongblokk under bakkenivå som er kledd utvendig med aluminiumsplater. Betongblokken inneholder 84 brønner for tørrlagring av bestrålt brensel, hver bestående av et vertikalt stålrør skjermet i toppen med en tykk blyplugg. Betongblokken er utvendig drenert til en avløpsledning som går til en tank der innholdet kontrolleres før utslipp (IFE 2006a). Innholdet i brønnene består av følgende:

- Brukte brenselselementer fra JEEP II som etter minimum 3 måneders i lagerbrønnen, (se

avsnitt 3.2.1), overføres til en lagerbeholder før videre tørrlagring.

- Eksperimentalbrensel som har vært undersøkt i hotcellene ved Met. Lab II og som overføres til en lagringsbeholder. I tilfelle av at brenselet har vært punktert, kuttet eller på annen måte åpnet blir brenselet først lagt i en indre beholder med gjenget tetteplugg (IFE 2006a).
- Metallografiprøver og driftsavfall fra Met. Lab II som før lagringen overføres til lagringsbeholdere av samme type som dem som brukes til eksperimentalbrensel.

4.2.3 JEEP I stavbrønn, Kjeller

Lagrene ved JEEP I stavbrønn består av en frittliggende mindre lagerbygning uten noen vesentlig egen infrastruktur. Bygget er fundamentert på betongpeler og sikret i henhold til krav fra Statens strålevern.

Lageret består av 97 vertikale brønner i form av stålrør fundamentert i et betongfundament på bakkenivå og en betongsåle ca.3 meter under bakkenivå. Toppen av hvert rør er dekket med et metalldeksel og ekspanderende pakning. Volumet rundt rørene mellom betongsålen og betongfundamentet er fylt med sand og fin pukk, en drenerende og telefri masse (IFE 2006a).

Brenselet i JEEP I stavbrønn er i hovedsak metallisk brensel med naturlig uran fra driften av JEEP I reaktoren. Noe av dette brenselet har tidligere vært brukt i NORA reaktoren og enkelte elementer også i HBWR. I tillegg er det noen få elementer (10 stk) anrikt uran, også disse fra driften av JEEP I. Brenselet er lagret i beholdere av rustritt stål. Av totalt 97 lagringsposisjoner, inneholder 93 posisjoner brukt brensel fra den nedlagte JEEP I reaktoren.

4.2.4 Brenselager i Lagerbygg I, Kjeller

Ved stengningen av Uranrenseanlegget (URA) som IFE drev som et pilotanlegget fra 1961 til 1968, ble resterende oppløsning av uranbrensel lagret i lagerbygg I. Denne løsningen ble overført til fast form i år 2006 til 2008, og lagres nå i tønner ved lagerbygg I.

4.2.5 Brenselsbassenger i reaktorhallen, Halden

I brenselsbassengene i reaktorhallen lagres brenselet den første tiden etter at det er tatt ut av reaktoren. Denne våtlagringen inne i reaktorhallen er viktig for driften av Haldenreaktoren og for å sikre

at mesteparten av de kortlivede fisjonsproduktene er dødd ut før brenselet transporteres ut av reaktorhallen.

Det er totalt tre brenselbassenger inne i reaktorhallen med totalt 83 lagringsposisjoner. Bassengene er bygget i betong og hvert basseng er beskyttet med et stållokk med gjennomføringer i form av stålrør (IFE 2006d).

Brenselbassengene er fylt med vann. Vannet renses og kjøles ved at det sirkulerer gjennom en kjøle- og renssekrets. Brenselbassengene er instrumentert med nivåmålere, temperaturmålere og strømningsmålere, for kontinuerlig kartlegging av tilstanden i brenselbassengene. Kvaliteten på vannet kontrolleres med faste intervaller. Luft over vannoverflaten ventileres over et filtersystem, og luften som slippes ut til omgivelsene er kontinuerlig kontrollert for innhold av radioaktivitet på lik linje med all annen utventilert luft fra reaktorhallen (IFE 2006d).

4.2.6 Lagerbassenget i bunkerbygningen, Halden

Lagerbassenget i bunkerbygningen er en integrert del av de bygningsmessige strukturer i bunkerbygningen i Halden. Bassenget har 97 posisjoner for lagring av brukt brensel og er dekket av et stållokk. En pakning er plassert rundt skjermingslokket for å gi en gasstett forbindelse mellom bassenget og lokket. I tillegg er alle hull/gjennomføringer også laget gasstette (IFE 2006d).

Bassenget er fylt med demineralisert vann, og vannet kjøles og renses ved at det sirkulerer gjennom en kjøle- og renssekrets med filter og ionebyttekolonne. Kvaliteten på vannet kontrolleres kontinuerlig ved hjelp av instrumentering, og analyseres med faste intervaller. Luftvolumet over vannet er koplet til ventilasjonssystemet i bunkerbygningen, og luften kontrolleres kontinuerlig for radioaktivitet (IFE 2006d).

gen, og luften kontrolleres kontinuerlig for radioaktivitet (IFE 2006d).

Av kapasitetshensyn blir elementene demontert og brenselspinnene overført til såkalte «lagringskurv» før lagringen i bassenget, hvor hver «lagringskurv» inneholder inntil 16 stk. standard brenselspinner, dvs. brenselet fra to standardelementer (IFE 2006d).

Selv om brenselet har en aktiv kjøling gjennom renssekretsene er ikke denne kjølingen essensiell for å sikre en tilstrekkelig kjøling. I henhold til sikkerhetsrapportene for lagre for brukt brensel i Halden vil tap av tvungen sirkulasjon kun medføre en beskjedent temperaturøkning og vil ikke kunne påvirke brenselets integritet (IFE 2006d).

4.2.7 Horisontalt tørrlager i bunkerbygningen, Halden

Dette lageret er en betongkonstruksjon med 2 meter tykke vegger og en 1 meter tykk frontskjerm av tungbetong. Det er 202 hull i fronten og i disse er det 7 meter lange vertikale stålrør. Inn i betongkonstruksjonen er det en metallkonstruksjon som støtter rørene som utgjør lagerposisjoner. Luft flyter fritt over rørene og brenselet i lagerposisjonene slik at brenselet kan kjøles ved hjelp av naturlig konveksjon (IFE 2006d). Det meste av kapasiteten i lageret er i dag utnyttet.

Både lagerbassenget og horisontalt tørrlager befinner seg i en bygning som har betonggulv og to vegger av betong med en høyde på ca. 6 meter. Taket, de to andre veggene, samt øvre del av de to betongveggene, er konstruert av stål som er kledd med gipsplater, isolasjon og aluminiumsplater. Det er et eget ventilasjonsanlegg i bunkerbygningen, og all luft som ventileres ut av bygget kontrolleres for radioaktivitet (IFE 2006d).

Kapittel 5

Avfallsmengder og kapasiteter

Dette kapitlet gir en oversikt og prognose over mengde radioaktivt avfall og brukt brensel. Slik informasjon vil være en forutsetning for dimensjonering og kapasitetsplanlegging av et nytt mellomlager. Oversikten over brukt brensel er en oppdatering av tilsvarende oversikt i Bergan-utvalget (NOU 2001:30) og Fase 1-utvalget (Fase 1-utvalget, 2004), men er i motsetning til tidligere oversikter brutt ned på de enkelte anlegg.

I estimerer over avfall som ikke kan deponeres i Himdalen har utvalget valgt å være fleksibel i forhold til hva som regnes som langlivet middelsaktivt avfall slik det er beskrevet i mandatet. I dette ligger en erkjennelse både av at avfallsdefinisjoner ikke er eksakte (jf. kapittel 3.1) og at det etter utvalgets mening er viktig å sørge for at alt avfall med strålefare sikres en forsvarlig og hensiktsmessig lagring (jf. utvalgets tolkning av mandat i kapittel 1.4).

Lagringsbehov i et nytt mellomlager vil i stor grad avhenge av den nasjonale forvaltningen innenfor området. I dette ligger blant annet strategiske valg av i hvilken grad avfall eksporteres ut av landet, eksempelvis i hvilken grad radioaktive kilder returneres til produsent i utlandet etter bruk. Lagringsbehovet vil videre avhenge av de begrensingene som settes på det nasjonale depotet for radioaktivt avfall. Alt dette er forhold som utvalget har begrensede muligheter for å vurdere.

5.1 Mengder av kapasiteter for brukt brensel

Sammenlignet med kommersielle kjernekraftreaktorer, hvor typisk termisk effekt ligger fra 2–5 000 MW er de norske forskningsreaktorene små. Mengden brensel i reaktorkjernen blir således svært liten.

Det er i Norge, i perioden fra 1951 og frem til 1. januar 2004, akkumulert ca. 16,7 tonn reaktorbrensel. En oversikt over brensel er gitt i tabell 5.1.

Anriket oksidisk brensel utgjør omtrent 1/3 av totalen, eller rundt 5,5 tonn. Dette er den brenselstypen som er i bruk både ved HBWR og JEEP II. Dette brenselet kan i hovedsak deles i to hoveddeler.

- Omtrent 4 tonn av dette brenselet har en kapsling av zircaloy eller andre materialer som regnes å ha god lagringsbestandighet. Dette gjelder så godt som alt brensel i Halden og omtrent 0,5 tonn brensel av brenselet ved Met. Lab II på Kjeller.
- Omtrent 1,5 tonn brensel har en kapsling av aluminium og regnes av den grunn å ha dårlig lagringsbestandighet (Teknisk utvalg, 2010). Dette gjelder alt brensel fra JEEP II samt et mindre mengde brensel fra JEEP I.

Omtrent 11,3 tonn brensel (eller 2/3 av total mengde brensel) er en historisk brenselstype bestående av naturlig uran i metallisk form og som er kapslet med aluminium og som derfor regnes å ha dårlig lagringsbestandighet (Teknisk utvalg, 2010). Dette brenselet har sitt opphav i driften av JEEP I reaktoren og fra første brenselsladning i HBWR og lagres i henholdsvis JEEP I stavbrønn og i horisontalt tørrlager i bunkerbygningen i Halden.

I tillegg til det nevnte brenselet kommer en mindre mengde med andre brenselstyper. Dette er i hovedsak eksperimentalbrensel som MOX, «inert matrix» og thoriumbrensel og utgjør under 1 % av den totale mengden brukt brensel. Det er ikke vesentlige forhold som tilsier at det skulle være problemer med en forlenget mellomlagring av dette brenselet.

Samlet sett er rundt 4 tonn av brukt brensel av en type som regnes å ha god lagringsbestandighet, og dette motsvarer rundt 1/4 av alt brensel. Den resterende mengden på i underkant av 13 tonn, eller 3/4 av total mengde, regnes å ha dårlig lagringsbestandighet. Kapasiteten i lagrene hvor brenselet i dag lagres er tilstrekkelig for drift av reaktorene også ut over gjeldene konsesjonsperi-

Tabell 5.1 Brukt brensel i Norge pr 1. januar 2009 (gitt i tonn)

	Anriktet uranbrensel (oksidisk)	Naturlig uranbrensel (metallisk)	Totalt
JEEP II			
Reaktorkjerne	0,19		0,19
JEEP II lagerbrønn	0,03		0,03
Met. Lab II inkl. lagre	1,65	0,04	1,69
JEEP I stavbrønn	0,10	3,13	3,23
Lagerbygg 1 (solidifisert uranløsning ¹)		1,17	1,17
Totalt Kjeller	1,98	4,33	6,31
Reaktorkjerne HBWR	0,38		0,38
Brenselsbasseng i reaktorhall	0,44	0,01	0,45
Lagerbasseng i bunkerbygning	1,11	0,03	1,14
Horisontalt tørrlager bunkerbygning	1,50	6,90 ¹	8,40
Totalt Halden	3,44	6,94	10,38
Totalt IFE	5,42	11,25	16,69

¹ 0,2 tonn av dette er oksidisk brensel

Kilde: IFEs materialregnskap

ode, noe som også var en av forutsetningene for gjeldende konsesjon (IFE, 2010b).

5.2 Mengder og kapasiteter for lav- og middelsaktivt avfall

5.2.1 Estimat over avfall i KLDRA-Himdalen

Et estimat over mengden avfall som planlegges deponert i Himdalen fram til 2030 er gitt i tabell 5.2. Estimater er angitt i tønneekvivalenter, hvilket er et mål for det volum som avfallet opptar sett i forhold til en standardisert lagringstønne. Disse estimatene er imidlertid beheftet med en betydelig usikkerhet både i forhold til framtidig virksomhet og myndighetskrav til avfallsbehandlingen.

Pr. mars 2010 er det totalt 4750 tønneekvivalenter deponert i Himdalen (IFE, 2010b). Årlig tilvekst i avfall er rundt 120 tønneekvivalenter (NRPA-2006). Denne tilveksten har vært noe høyere de siste årene blant annet på grunn av kasserte røykvarslere.

Estimater over rivingsavfall ved en framtidig riving av IFEs nukleære anlegg baserer seg på IFEs dekommisjoneringsplan oversendt Statens strålevern i desember 2010 (IFE 2010c). Disse

planene innebærer at alle reaktordeler og brenselagre fjernes og at bygningene kan friklases for ubegrenset bruk. Total mengde avfall fra avvikling er estimert til 3533 tønneekvivalenter.

Estimatet tilsier at deponeringsbehovet fram til 2030 vil være i overkant av 10000 tønneekvivalenter, som er kapasiteten av anlegget om lagringsdelen omgjøres til deponi.

I tillegg til tallene over, vil deponeringen av 292 m² rivingsbetong utgjøre en spesiell utfordring (IFE 2010c). Dette skyldes ikke primært

Tabell 5.2 Estimat over avfall i KLDRA-Himdalen i år 2030.

	Avfall (i tønne- ekvivalenter)
Status pr 01.01.2009	4750
Fra årlig tilvekst fram til 2030	2400
Tønner fra lagerdelen av KLDRA	166
Rivingsavfall IFE (IFE 2010c)	3533
Totalt	10849

innholdet av radioaktivitet, men at volumet av rivingsbetong er høyt. Foreløpige diskusjoner har gått ut på at dette kan brukes til å fylle opp volumet under takkonstruksjonen på sarkofagene i KLDRA Himdalen.

5.2.2 Avfall som ikke kan deponeres i Himdalen

Det finnes en del radioaktivt avfall i Norge som ikke kan deponeres i Himdalen. Det viktigste av dette er uran eller sterkere langlivede strålekilder, hvor deponeringen vil utfordre de aktivitetsbegrensinger som tilkommer gjennom dosebegrensningen på 1 μSv pr år for utslippsscenario 300–500 år etter forsegling av anlegget.

Uranholdig avfall

Det er lagret rundt 4,5 tonn med uranholdig avfall ved IFE i form av ikke bestrålt materiale (se tabell 5.3). Dette materialet karakteriseres av et relativt lavt strålingsnivå, og kan normalt enkelt håndteres uten noen form for skjerming. Lang halveringstid gjør imidlertid at uran ikke er egnet for deponering i Himdalen. En spesiell utfordring ved uran er at det er underlagt IAEA sikkerhetskontroll, både som anriket uran, naturlig uran og utarmet uran.

Brenselsproduksjonen ved IFE er eneste kilde til avfall i form av anriket uran. Eksempel på slikt avfall vil være pellets som ikke følger gitte spesifikasjoner og derfor blir kassert.

Naturlig uran finnes i form av ferdig produserte brenselementer for bruk i JEEP I reaktoren som ble satt på lager da reaktoren ble lagt ned i 1967. I tillegg kommer materiale som ved avsluttet drift av Uranrenseanlegget i 1968 ble hensatt som uranholdig løsning og som ble solidifisert i 2005 til 2008. Til sist kommer at IFE jevnlig mottar uran og annet langlivet radioaktivt avfall som har vært brukt i undervisning ved skoler og andre undervisningsinstitusjoner. Typisk er dette min-

dre mengder som har vært brukt til undervisningsformål.

Utarmet uran kommer i hovedsak fra skjermingsbeholdere brukt i helsevesenet. Enkelte kilder, spesielt sterke terapikilder, har uran i skjermingen.

Tall fra Statens strålevern viser at det er ytterligere 3,4 tonn med utarmet uran hos diverse brukere i Norge. I et perspektiv fram til 2030 vil det være rimelig å tenke seg at mye av dette vil være å betrakte som radioaktivt avfall for lagring/deponering i Norge. For utarmet uran kan det finnes materiale, eksempelvis skjermingsbeholdere, fra den tiden hvor det ikke var krav til at dette materialet ble registrert hos myndighetene.

Brukte radioaktive kilder

Av rene strålingskilder, er dette primært sterkere Am-241 kilder som ikke kan inngå i KLDRA-Himdalen. Dette fordi Am-241 har en halveringstid på 432 år. Tidligere ble det brukt langlivede α -kilder innen kreftterapi i form av Radiumnåler. Denne bruken opphørte for flere år siden, og man antar at samtlige av disse har avhendet som avfall.

I Norge er petroleumsvirksomheten et viktig anvendelsesområde for sterke Am-241 kilder, ofte som nøytronkilder i kombinasjon med Beryllium. Antar man oljeproduksjonen i Nordsjøen som avtagende, kan det være behov for å lagre i størrelsesorden 10–20 tonn med Am-241 kilder. Flere av disse kildene som brukes i Nordsjøen har utenlandske eiere og kan derfor tenkes lagret og deponert utenfor Norge.

Tønner fra overflatedeponi

I lagerdelen av KLDRA-Himdalen er det plasser 166 tønner fra oppgravingen av overflatedeponiet på Kjeller. Disse utgjør i dag det største volumet av avfall som ikke kan deponeres. Dette avfallet er estimert å inneholde 35 gram plutonium og stammer fra rivingen av uranrenseanlegget (IFE-2007, NRPA-2006).

Tabell 5.3 Uran- og thoriumholdig avfall lagret på IFE i kg (IFE, 2010a)

	Anriket uran	Naturlig uran	Utarmet uran	Thorium
Skjermingsbeholdere fra helsevesen/industri			420	
Solidifisert uran fra uranrenseanlegg		1210		
Overskuddsmateriale fra brenselsproduksjon	532	2141	42	55
	532	3351	462	55

Om man baserer en beslutning på en videreføring av den forvaltning som lå til grunn for siste konsesjonsvedtak, vil disse tønnene kunne deponeres om lagerdelen i Himdalen-anlegget ble omregulert til deponi.

Rivingsavfall

Rivingen av nukleære anlegg gir opphav til avfall med et stort spenn i mengden av radioaktivitet. Det meste av dette avfallet vil kunne deponeres i Himdalen. Avviklingsplanen for IFE legger til grunn at reaktortank og reaktorinterne deler fra Halden-reaktoren høyst sannsynlig må mellomlagres før deponering. (IFE, 2010c) Totalt dreier dette seg om 160 tonn avfall, i all hovedsak stål.

Utvalget er imidlertid kjent med at det foregår en prosess for å vurdere ivaretagelse av funksjonskravet til KLDRA Himdalen for ulike radioaktive nuklider. Fram til denne prosessen er avsluttet vil det være usikkerhet knyttet til om alt rivingsavfall vil kunne deponeres ved KLDRA Himdalen.

Avfall fra opparbeiding av brukt brensel med dårlig lagringsstabilitet.

En løsning hvor man velger å gjenvinne, se kapittel 2.1, eller på annen måte å behandle det brukte metalliske brenselet rent kjemisk vil gi opphav til radioaktivt avfall. Mengde avfall og behandling av dette er beskrevet i kapittel 8.3

Kapittel 6

Mål og krav til et nytt mellomlager

Ved all håndtering, transport og lagring av radioaktive materialer er hensynet til helse, miljø og sikkerhet for samfunnet et primært og overgripende ansvar. I planleggingen av et nytt mellomlager blir ivaretagelse av dette ansvaret et overordnet samfunnsmål. For å skape aksept for lokalisering av et nytt mellomlager, er det viktig med en transparent prosess der mål, krav og kriterier defineres og formidles og hvor valgte løsninger er konsistent med de mål og krav som settes til en mellomlagringsløsning.

Krav til lagre og krav til lagring av brukt brensel og annet radioaktivt materiale er regulert gjennom nasjonal lovgiving. En kort oppsummering av gjeldene regler og de viktigste myndighetskrav et anlegg *må* ivareta er gitt i kapittel 6.1. En mer detaljert gjennomgang er gitt i vedlegg 2.

Konsesjon og godkjenninger for et nytt mellomlager vil bli gitt i henhold til norsk lovverk. Kravene vil da reflektere internasjonale forpliktelser som Norge må etterleve. I tillegg vil anbefalinger, og da i første rekke anbefalinger fra det internasjonale atomenergibyrået (IAEA), bli brukt normativt av myndigheter og industri som et mål på god praksis. En gjennomgang av de viktigste kravene og anbefalingene er gitt i kapittel 6.2

Mål og krav for et nytt mellomlager må forankres i lovverket, men må også ivareta hensyn ut over dette. Hvor ambisiøse disse skal være er langt på vei et politisk spørsmål. I mandatet til utvalget heter det at hensikten med utvalgets arbeid er å finne frem til *den best egnede tekniske løsningen og egnet lokalisering* for mellomlagring av brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall. For å kunne vurdere mulig løsninger og lokalisering, og gi anbefalinger i henhold til mandatet har utvalget utarbeidet forslag til overordnede samfunnsmål, effektmål og krav til lokalisering og lagerløsning. Disse er gitt i kapittel 6.3 og 6.4 og må betraktes som premisser for utvalgets anbefalinger.

Kravene er en operasjonalisering av det utvalget vurderer som en tilfredsstillende sikring av avfallet på kort og lang sikt, der også usikkerhet

knyttet til volum og mulige framtidige endringer til lagerløsninger er ivare tatt. Kravene gir også et grunnlag for den videre prosessen fram mot endelig vedtak om et prosjekt og utforming av dette. Kapittelet er en videreutvikling og utdypning av tilsvarende kapitler både i Bergan-utvalget og Fase1-utvalget.

6.1 Lover og forskrifter

Et nytt mellomlager vil være konsesjonspliktig i henhold til atomenergiloven. Konsesjonsplikten er knyttet til å oppføre, eie eller drive atomanlegg, og konsesjon gis av Kongen i statsråd. I tilknytning til atomenergiloven finnes det forskrifter som setter krav til fysisk sikring, erstatningsansvar ved ulykker og kontroll med spaltbart materiale.

Atomenergiloven bygger på et forsvarlighetsprinsipp hvor konsesjon og løyve gis «*på de vilkår som finnes påkrevet av hensyn til sikkerheten og andre allmenne interesser*» (Atomenergiloven § 8).

Strålevernloven legger føringer for utforming og drift av et nytt mellomlager. Disse kravene er ytterligere spesifisert i strålevernforskriften, som også setter krav til at anlegget skal godkjennes. Strålevernloven bygger på et forsvarlighetsprinsipp hvor det blant annet skal legges til grunn at *«fordelene ved virksomheten overstiger de risiki som strålingen kan medføre, og om virksomheten er innrettet slik at akutt helseskade unngås og risikoen for senskade holdes så lav som med rimelighet kan oppnås. Stråledoser skal ikke overstige fastsatte grenser»* (Strålevernloven § 5). Dette er en forvaltning som bygger på prinsippene til den internasjonale strålevernkomiteen (ICRP) om berettigelse, optimalisering og dosegrenser (ICRP, 2007):

- Ingen virksomhet som involverer strålingseksponering skal utøves med mindre det produserer så mye nytte for den eksponerte eller samfunnet at det oppveier den skaden strålingen forårsaker («berettigelse»).
- Med hensyn til en enkelt kilde til stråling innenfor en virksomhet, skal alle rimelige

beskyttelsestiltak iverksettes for å maksimere nytteverdien, når også økonomiske og sosiale faktorer er tatt med i vurderingene («optimalisering»).

- En grense for mottatt dose bør gjelde (unntatt for medisinsk eksponering) for en enkelt person som et resultat av alle virksomheter som vedkommende er eksponert for («dosegrenser»).

ICRPs prinsipper ligger for øvrig til grunn også for anbefalinger fra «the International Atomic Energy Agency» (IAEA), «the Nuclear Energy Agency of OECD» (OECD/NEA) og den europeiske union (EU) når det gjelder radioaktivt avfall, er også basert på ICRP's anbefalinger for strålevern.

Radioaktivt avfall er fra 1.1.2011 underlagt forurensningsloven gjennom forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall. Fra samme dato gjøres gjeldende et eget kapittel i avfallsforskriften. Også forurensningsloven baserer seg på et forsvarlighetsprinsipp hvor loven skal sikre «en forsvarlig miljøkvalitet, slik at forurensning og avfall ikke fører til helseskade, går ut over trivselen eller skader naturens evne til produksjon og selvfornyelse» (forurensningsloven § 1).

Lovendringen medfører blant annet at de generelle retningslinjene som er gitt i forurensningsloven også er gjort gjeldende for radioaktivt avfall, heriblant (forurensningsloven § 2):

- For å unngå og begrense forurensning og avfallsproblemer skal det tas utgangspunkt i den teknologi som ut fra en samlet vurdering av nåværende og fremtidig bruk av miljøet og av økonomiske forhold, gir de beste resultater.
- Avfall skal tas hånd om slik at det blir minst mulig til skade og ulempe. Det skal gjenvinnes der dette ut fra en avveining av miljøhensyn, ressurs hensyn og økonomiske forhold er berettiget.
- Kostnadene ved å hindre eller begrense forurensning og avfallsproblemer skal dekkes av den ansvarlige for forurensningen eller avfallet.

I tillegg til disse lovanvendelsene, som alle forvaltes av Statens strålevern, vil et nytt mellomlager måtte etterleve krav fra flere offentlige myndigheter. Vedlegg 1 gir en oversikt over de viktigste regler som har betydning for etablering og drift av et nytt mellomlager for brukt brensel og langlivet mellomaktivt avfall.

6.2 Internasjonale krav og anbefalinger

Norge har en rekke forpliktelser internasjonalt i forhold til hvordan radioaktivt materiale og/eller radioaktivt avfall skal behandles. Noen av disse er juridiske forpliktende, eksempelvis i form av en konvensjon. Andre er politiske avtaler eller politiske forpliktelser mot en adferdskodeks. Forvaltningen av disse forpliktelsene vil være integrert i norsk lovverk og den forvaltning norske myndigheter utøver. Noen av de viktigste forpliktelsene er:

- Felleskonvensjonen for sikkerhet ved behandling av brukt brensel og radioaktivt avfall («Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management») (IAEA INFCIRC/546)
- Konvensjonen for fysisk sikring av spaltbart materiale («Convention on Physical Protection of Nuclear Material») (INFCIRC/274/Rev.1).
- Ikkespredningavtalen («Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT)»)
- Atferdskodeksen for sikkerhet med radioaktive kilder («Code of Conduct on the Safety of Radioactive Sources and the Supplementary Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources»)
- Konvensjonen for å forhindre marin forurensning ved dumping av avfall og andre stoffer («Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter (London Dumping Convention)») (IAEA INFCIRC/205)
- Konvensjonen om tidlig varsling av atomulykker («Convention on Early Notification on a Nuclear Accident») (IAEA INFCIRC/336)
- Konvensjonen for assistanse ved atomulykke eller radiologisk krise (Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency (IAEA INFCIRC/336)
- Kjernesikkerhetskonvensjonen («Convention on the Nuclear Safety») (IAEA INFCIRC/449)
- Wien konvensjonen for sivilrettslig ansvar ved atomulykker («Vienna convention on the Civil Liability for Nuclear Damage») (IAEA INFCIRC/500), inkludert tillegg («amendment») (IAEA INFCIRC/566) og Konvensjonen for tilleggskompensasjon ved atomansvar («Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage») (IAEA-INFCIRC/567)
- Nordisk gjensidig avtale om krisehjelp i forbindelse med strålingsulykker («Nordic Mutual Emergency Assistance Agreement in Connec-

tion with Radiation Accidents») (IAEA INF-CIRC/49)

- Konvensjonen for å undertrykke nukleær terrorisme («Convention on the Suppression of the Acts of Nuclear Terrorism»)
- Konvensjonen om miljøkonsekvensvurderinger i overnasjonal betydning (ESPOO-konvensjonen) («Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context»)
- Atferdskodeksen for sikkerhet ved forskningsreaktorer («Code of conduct on the safety of Research Reactors»).

Norske forpliktelser gjelder uavhengig av mengde brukt brensel og avfall. Disse forpliktelsene er knyttet til beskyttelse av helse og miljø (avsnitt 6.2.1), ivaretagelse av fysisk sikring (avsnitt 6.2.2) og Ikkespredning og sikkerhetskontroll (safeguards) (avsnitt 6.2.3).

6.2.1 Internasjonale forpliktelser til beskyttelse av helse og miljø

Norge, og 52 andre land, har ratifisert felleskonvensjonen for sikkerhet ved behandling av kjernebrensel og radioaktivt avfall. Norge er derfor folkerettslig forpliktet til å ivareta helse, sikkerhet og miljø ved behandling av brukt brensel og radioaktivt avfall. Konvensjonen har følgende hovedmål (IAEA-2007):

- i. å etablere og sikre et høyt nivå på sikkerhet ved håndtering av brukt brensel og radioaktivt avfall, gjennom å fremme nasjonale tiltak og samarbeid internasjonalt, inkludert sikkerhetsmessig tekniske samarbeid når dette er formålstjenelig.
- ii. å sikre at det i alle steg i håndteringen av brukt brensel og radioaktivt brensel er effektivt forsvar mot risiko, slik at individer, samfunn og miljø er beskyttet mot skadelige effekter av ioniserende stråling. Dette gjelder både nå og i framtiden og på en slik måte at nåtidens generasjon ivaretas uten at det går ut over framtidige generasjoner.
- iii. å forhindre ulykker med radiologisk konsekvens og å begrense konsekvenser om ulykker skulle oppstå under ethvert steg i behandlingen av brukt brensel og radioaktivt avfall.

Norge har i brev til IAEA gitt sin tilslutning til atferdskodeksen for sikkerhet med radioaktive kilder. I dette ligger blant annet å oppnå og vedlikeholde et høyt nivå på sikkerhet («safety and security») på radioaktive kilder.

Norge har, i henhold til ESPOO-konvensjonen, forpliktelse til å gjennomføre miljøkonsekvensanalyse ved etablering av et nytt mellomlager utenom eksisterende nukleære anlegg. Man skal i denne prosessen også varsle og rådføre seg med eventuelt naboland som vil kunne tenkes berørt av tiltaket. Norge har videre, i henhold til konvensjonen om tidlig varslig, forpliktelse til internasjonal varslig ved en eventuell ulykke med mulig grenseoverskridende utslipp og med signifikant strålesikkerhetsmessig betydning i annet land. Norge har også, basert på et internasjonalt rammeverk, forpliktelser knyttet til erstatningsansvar ved ulykker. Disse forpliktelsene tar utgangspunkt i et sivilrettslig lovgrunnlag, hvor operatøren av et anlegg er erstatningsrettslig ansvarlig ved en ulykke.

6.2.2 Internasjonale forpliktelser til fysisk sikring

Konvensjonen for fysisk sikring av spaltbart materiale forplikter statene til å etablere, implementere og vedlikeholde et regime for fysisk sikring av spaltbart materiale og nukleære anlegg. Da konvensjonen trådte i kraft i 1987 gjaldt den kun ved overnasjonal transport av spaltbart materiale, men fikk i 2005 et vedlegg med hensikt å:

- Beskytte mot tyveri av spaltbart materiale, i bruk, under lagring og under transport.
- Sikre raske og omfattende tiltak for å lokalisere, og om nødvendig, tilbakeføre mistet og stjålet materiale.
- Beskytte spaltbart materiale mot sabotasje og
- Lindre og minimere radiologiske konsekvenser av sabotasje.

Implementering av tiltak skal, så langt som hensiktsmessig og praktisk mulig, følge IAEAs fundamentale prinsipper for fysisk sikring av nukleære materialer og nukleære anlegg.

- *Fundamentalt prinsipp A: Statens ansvar:* Ansvar for å etablere, implementere og vedlikeholde et regime for fysisk sikring påligger helt og holdent staten.
- *Fundamentalt prinsipp B: Ansvar under internasjonal transport:* Ansvar en stat har til å sørge for at spaltbart materiale er tilstrekkelig beskyttet omfatter også internasjonale transport, fram til ansvaret er rettmessig overført til en annen stat.
- *Fundamentalt prinsipp C: Lovmessig og regulatorisk rammeverk.* Staten er ansvarlig for å etablere og vedlikeholde et lovmessig og regulatorisk rammeverk for å styre fysisk sikring. Ram-

meverket skal sørge for at det etableres tilpassede krav og inkludere et system for å bedømme og lisensiere alternativt på annen måte tildele autorisasjon. Rammeverket skal inkludere et system for tilsyn med nukleære virksomheter og transport og for å bekrefte overensstemmelse med gjeldende krav og vilkår i tillatelsen eller i annet lisensieringsdokument, og å etablere virkemidler for å påtvinge gjeldende og vilkår, inkludert effektive sanksjoner.

- *Fundamentalt prinsipp D: Pågjeldende myndighet.* Staten skal etablere eller utpeke en pågjeldende myndighet som er ansvarlig for implementering av det lovmessige og regulatoriske rammeverket, og som tildeles tilstrekkelig fullmakter, kompetanse og økonomiske og personellmessige ressurser for å ivareta sitt tildelte ansvar. Staten skal ta sørge for at det er en effektiv uavhengighet mellom funksjonene i den pågjeldende statlige myndigheten og organer som medvirker til å promotere eller nyttgjøre kjerneenergi.
- *Fundamentalt prinsipp E: Ansvar for innehaver av lisens.* Ansvar for å ivareta de ulike elementene av fysisk sikring innenfor en stat skal være klart identifisert. Staten skal sikre at hovedansvaret for å implementere fysisk sikring på nukleære materialer og nukleære anlegg påhviler ihendehaver av relevante lisenser eller andre autoriseringsdokumenter.
- *Fundamentalt prinsipp F: Sikringskultur («Security culture»).* Alle organisasjoner involvert i fysisk sikring skal gi riktig prioritet til sikringskultur, til dens utvikling og vedlikehold i tilstrekkelig grad til å sikre en effektiv implementering i hele organisasjonen.
- *Fundamentalt prinsipp G: Trussel.* Statens fysiske beskyttelse skal være basert på statens gjeldende vurdering av trusselen.
- *Fundamentalt prinsipp H: Trinnvis tilnærming («Graded Approach»).* Krav til fysisk sikring skal være basert på en trinnvis tilnærmelse, som tar i betraktning gjeldende vurdering av trusselen, den relative attraktiviteten, egenskaper til materialet og mulige konsekvenser assosiert til uautorisert fjerning av nukleære materialer og ved sabotasje mot nukleære materialer eller nukleære fasiliteter.
- *Fundamentalt prinsipp I: Beskyttelse i dybden.* Statens krav til fysisk sikring skal baseres seg på konseptet om flere lag og metoder for beskyttelse (strukturelle eller andre tekniske, personellmessige eller organisatoriske) som

må overvinnes eller omgås av en motstander i hensikt å nå sitt mål.

- *Fundamentalt prinsipp J: Kvalitetssikring.* En policy for kvalitetssikring og et program for kvalitetssikring må etableres og implementeres for å skape tillit til at spesifikke krav for alle aktiviteter viktig for fysisk sikring blir møtt.
- *Fundamentalt prinsipp K: Beredskapsplan.* Beredskapsplaner for å respondere på en uautorisert fjerning av nukleære materialer eller sabotasje mot et nukleært anlegg eller nukleære anlegg, eller forsøk på dette, skal utarbeides og øves i tilstrekkelig grad av lisensinnehaver og involverte myndigheter.
- *Fundamentalt prinsipp L: Konfidensialitet.* Staten skal etablere krav for å beskytte konfidensialitet til informasjon, ikkeautoriserte avsløringer som kan kompromittere den fysiske beskyttelsen til nukleære materialer eller nukleære anlegg.

Forpliktelsen som Norge har til fysisk beskyttelse av spaltbart materiale ble ytterligere forsterket da Norge ble part i konvensjonen for å undertrykke nukleær terrorisme. Denne konvensjonen pålegger Norge en rekke forpliktelser, blant annet «... å gjøre enhver bestrebelse for å sikre radioaktive materialer, tatt i betraktning relevante anbefalinger og funksjoner til IAEA.» (Konvensjonens artikkel 8).

6.2.3 Internasjonale forpliktelser til ikke-spredning og sikkerhetskontroll

Som part i ikke-spredningsavtalen har Norge rett til å inneha atomvirksomhet så lenge den ikke misbrukes til atomvåpenformål. For å verifisere at misbruk ikke skjer, er Norge ett av rundt 145 land som har tegnet en avtale om sikkerhetskontroll (safeguardsavtale) med IAEA. Under denne avtalen forplikter Norge seg til å deklare spaltbart materiale og nukleær virksomhet, samtidig som IAEA gjennom inspeksjoner verifiserer de norske deklarasjonene.

For ytterligere å styrke verifikasjonen har Norge tiltrådt tilleggsprotokollen. Denne forplikter Norge til å deklare ytterligere informasjon, samtidig som IAEA har rett til å bruke mer avanserte verifikasjonsteknikker. Dette innebærer også at IAEA har rett til å inspisere samtlige bygninger på et nukleært område (inkludert dem som er deklartert ikke å ha nukleær virksomhet) samt at IAEA skal kunne ta miljøprøver.

Norge er som medlem i et internasjonalt regime for eksportkontroll underlagt begrensninger for eksport av reaktorbrensel og teknologi

som vil kunne misbrukes til framstilling av atomvåpen. Internasjonale forpliktelser avgrenser eksport av brukt brensel til land som kan dokumentere etterlevelse av sine nasjonale forpliktelser til sikkerhetskontroll og eksportkontroll. Dette aspektet er for øvrig ikke problematisk med noen av forslagene fra Teknisk utvalg.

6.2.4 IAEAs anbefalinger

IAEA har gitt anbefalinger innenfor en rekke områder som vil være relevant for et nytt mellomlager. Flere av disse anbefalingene er brukt som grunnlag for utvalgets anbefalinger. Spesielt relevant i forhold til et nytt mellomlager er IAEAs fundamentale prinsipper for behandling av radioaktivt avfall (IAEA-1995):

- *Prinsipp 1: Beskyttelse av menneskers helse:* Radioaktivt avfall skal tas hånd om slik at menneskers helse er tilstrekkelig beskyttet.
- *Prinsipp 2: Beskyttelse av miljøet:* Radioaktivt avfall skal tas hånd om slik at miljøet er tilstrekkelig beskyttet.
- *Prinsipp 3: Beskyttelse ut over nasjonale grenser:* Radioaktivt avfall skal tas hånd om slik at man sikrer at mulige effekter på menneskelig helse og miljø utenfor nasjonale grenser blir inkludert i vurderingene.
- *Prinsipp 4: Beskyttelse av kommende generasjoner:* Radioaktivt avfall skal tas hånd om slik at antatt innvirkning på framtidige generasjoner helse ikke blir større enn relevante nivåer av innvirkning som er akseptabelt i dag.
- *Prinsipp 5: Byrde på framtidige generasjoner:* Radioaktivt avfall skal tas hånd om slik at det ikke legges utilbørlig byrde på framtidige generasjoner.
- *Prinsipp 6: Nasjonalt rammeverk og lover:* Radioaktivt avfall skal tas hånd om innenfor et adekvat nasjonalt rammeverk av lover som inkluderer klare ansvarsfordelinger og etablering av uavhengige myndighetsfunksjoner.
- *Prinsipp 7: Kontroll av produksjonen av radioaktivt avfall:* Det skal produseres så lite radioaktivt avfall som praktisk mulig.
- *Prinsipp 8: Gjensidig avhengighet mellom produksjon av radioaktivt avfall og styringen av den:* Gjensidighet mellom alle ledd i produksjonen av radioaktivt avfall og i alle administrative og operasjonelle aktiviteter som involverer arbeid og håndtering av det som skal tas med i vurderingene.
- *Prinsipp 9: Anleggenes sikkerhet:* Sikkerheten til anlegg for håndtering og oppbevaring av radio-

aktivt avfall skal være tilstrekkelig ivarettatt i anleggenes levetid.

IAEA anbefalinger brukes ofte normativt, dvs. som et mål for anerkjent praksis. Disse anbefalingene er imidlertid ikke juridisk bindende for Norge, men har normativ status gjennom konsensus blant IAEAs medlemsland.

6.3 Operasjonalisering av samfunns mål og effektmål

Med utgangspunkt i tidligere utredninger av behov og løsninger, utvalgets mandat og drøftingene foran har utvalget operasjonalisert følgende mål for mellomlagring av brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall ved ferdigstillelse:

Samfunns mål

Anlegget skal ta hånd om eksisterende og framtidig radioaktivt avfall på en forsvarlig og kostnadseffektiv måte. I dette ligger at risikoen for helse, miljø og samfunn ved drift av anlegget skal være godt innenfor rammen av den risiko som samfunnet normalt aksepterer og i henhold til nasjonal lovgiving og relevante internasjonale anbefalinger.

Effektmål

- Anlegget skal ha tilstrekkelig kapasitet til å ta imot det avfallet som forventes vil bli generert i overskuelig framtid.
- Alle krav til HMS og fysisk sikring må ivaretas på en god måte og i henhold til myndighetens krav og internasjonale anbefalinger.
- Anlegget må være fleksibelt i forhold til utvidelse for å kunne ta imot avfall vi i dag ikke kjenner og for å kunne oppgraderes for å etterleve framtidige krav innenfor HMS og fysisk sikring
- Etableringen skal ivareta hensynet til en rasjonell avfallsbehandling, hvor også hensyn til kostnad og risiko knyttet til transport inngår i vurderingen.
- Anleggets nærmiljø skal ikke utsettes for miljø- og/eller helseskadelige utslipp.

Prosess mål

Etableringen av anlegget skal skje gjennom en åpen prosess som i størst mulig grad bidrar til aksept i samfunnet.

6.4 Krav til anlegget

Med utgangspunkt i diskusjonen foran, tidligere dokumenterte behov for et mellomlager og de angitte målene har utvalget utarbeidet overordnede krav til et mellomlager. Kravene sammenfatter til en viss grad betingelsene som skal oppfylles ved gjennomføringen. Kravene er basert på nasjonalt lovverk, IAEAs anbefalinger, utvalgets mandat og prinsippet om maksimering av nytteverdien. Kravene er holdt på et overordnet nivå. Tekniske kravspesifikasjoner må utarbeides og konkretiseres nærmere etter at konseptløsning er valgt.

6.4.1 Krav til sikkerhet og fysisk sikring

Lagringskonseptet som velges for brukt brensel må være utformet slik at man beholder en konfigurasjon som ivaretar subkritikalitet under lasting, transport, lagring og lossing. Tilsvarende må forflyttinger eller tilførsel av moderator (eksempelvis vann) kunne håndteres (IAEA 2009).

Lagringsfasilitetene for brukt brensel må utformes slik at de tillater tilstrekkelig overføring av spaltningsvarme til omgivelsene for å møte kravene til maksimal temperatur samt ivareta integriteten til strukturmateriale. Så langt som praktisk mulig bør kjølesystemer basere seg på passiv kjøling (IAEA 2009).

Lagringskonseptet må være basert på flere barrierer, både i form av lagringsbeholdere og bygningsmessige strukturer. Lageret for brukt brensel skal utformes slik at det er enkelt å overvåke inneslutningen av det brukte brenselet og oppdage eventuell svikt i denne. Om man ikke har permanent overvåkning må man gjennomføre regelmessig kontroll av tilstanden til inneslutningen (IAEA 2009). Anlegget må sikre akseptable miljøbetingelser med hensyn til temperatur og fuktighet.

Fysisk sikring må utformes i henhold til nasjonal lovgiving, og da spesielt forskrift under Atomenergilooven. Et bærende prinsipp i denne er at fysisk sikring skal kunne motstå en dimensjonerende trussel, en såkalt design-basis-trussel (DBT).

Fysisk sikring må også være i tråd med internasjonale retningslinjer, og da spesielt IAEAs retningslinjer (IAEA 1999). Disse bygger blant annet på prinsipper om inndeling av anlegg i soner med begrensning og kontroll av adgang. Dette er forhold som må tas i betraktning tidlig i en prosjektering av et anlegg. Systemene for fysisk sikring må samtidig være oppgraderbare i forhold til endrin-

ger i krav og trusselbilde. Fysisk sikring må også være ivaretatt under transport.

6.4.2 Krav til strålevern og fysisk arbeidsmiljø

For å sikre at stråledoser til personell blir så lave som praktisk mulig (ALARA-prinsippet) og holder seg innenfor gjeldende grenser, er det viktig at strålevernmessige forhold er ivaretatt i prosjekteringen av anlegg.

Lageret må ha det nødvendige utstyr for håndtering av beholdere for brukt brensel og radioaktivt avfall. En eventuell «hotcell» for inspeksjoner og ompakking vil være klassifisert som isotoplaboratorium i henhold til Strålevernforskriften. Dette medfører at det settes krav til blant annet ventilasjon med undertrykk for å hindre spredning av luftbåret radioaktivitet og til overgangssoner med kontaminasjonskontroll, håndvask og nøddusj (Strålevernforskriften § 26–§ 28).

Fysisk arbeidsmiljø må være i henhold til myndighetenes krav. Ventilasjon må være adekvat i forhold til å sikre akseptable radonkonsentrasjoner, noe som spesielt i et fjellanlegg vil kunne være et problem.

6.4.3 Krav til kapasitet, fleksibilitet og utvidbarhet

Et nytt mellomlager må som et minimum ha tilstrekkelig kapasitet til å kunne ta i mot det brensel og avfall som er beskrevet i kapittel 3 og 4. Ved at det i mandatet ligger en forutsetning om 50 til 100 års driftstid, bør det samtidig tas høyde for at det i løpet av en så lang periode vil kunne dukke opp avfall vi i dag ikke kjenner. Fleksibilitet er i denne sammenheng et uttrykk for kapasitet til å kunne ta i mot avfall vi i dag ikke kjenner og videre at anlegget skal kunne oppgraderes til å etterleve framtidige krav blant annet til HMS og fysisk sikring.

6.4.4 Krav til inspiserbarhet, vedlikeholdbarhet og oppgraderbarhet

Alt teknisk utstyr har en begrenset levetid. Dette skyldes at komponenter slites, men også at utstyr rent teknologisk blir foreldet. Da det ikke foreligger noen eksakte planer for en deponiløsning/sluttløsning, er det viktig å ta høyde for at en mellomlagring vil kunne bli langvarig.

Å kunne drifte et mellomlager over en lang periode forutsetter muligheter for inspeksjoner

og vedlikehold av alt teknisk utstyr. Om utstyr skulle bli foreldet må det på en enkel måte kunne erstattes.

Et anlegg for brukt brensel og avfall som inneholder fissilt materiale må være utformet slik at det er enkelt å gjennomføre sikkerhetskontroll. I dette ligger å kunne verifisere at mengde og kvalitet er i henhold til de deklarasjoner som er gjort ovenfor norske myndigheter og til IAEA

6.4.5 Krav til beskyttelse av miljø, naturressurser og samfunn

Anlegget må være utformet med barrierer for å hindre utslipp av radioaktivitet og det bør være en kontinuerlig overvåkning av strålemiljøet (IAEA 2009). Det skal ikke være utslipp fra anlegget.

Til grunn for lokalisering må det ligge en grundig konsekvensanalyse som tar i betraktning konsekvenser for miljø, naturressurser og samfunn, i henhold til kravene i plan og bygningsloven. Konsekvensanalysen skal i henhold til gjeldende praksis beskrive konsekvenser for befolkning og miljø både ved normal drift og ved en eventuell ulykke. Det vil for et lagringsanlegg av denne typen ikke være noen utslipp fra normal drift.

Oppføring og drift av et nytt mellomlager må i minst mulig grad gi opphav til radioaktivt avfall.

Et beredskapsopplegg må lages for anlegget med utgangspunkt i konsekvensanalysen og i

henhold til den kategoriseringen anlegget får i henhold til IAEA standarden for beredskapsplanlegging (IAEA 2002).

6.4.6 Krav til ikke å overlate byrde på framtidige generasjoner

Kravet til ikke å overlate utilbørlige byrder til kommende generasjoner er forankret i IAEAs prinsipper om behandling av radioaktivt avfall. Dette prinsippet er basert på en etisk betraktning om at de generasjonene som mottar fordelene ved en virksomhet også bør bære ansvaret for det avfallet som virksomheten genererer. IAEA anser allikevel at en mindre del av ansvaret, eksempelvis ivaretagelse av institusjonell kontroll over et deponi vil kunne overføres forutsatt at man kan garantere at nødvendige ressurser vil stilles til rådighet.

Løsninger som velges bør derfor i størst mulig grad redusere behovet for videre behandling av det brukte brenselet før deponering, jf punkt 6 (andre kulepunkt) i mandatet.

Ved valg av tekniske løsninger bør man ta hensyn til kostnader ved en framtidig avvikling. I dette ligger at arbeidet med å fjerne eventuelt radioaktivt kontaminerte utstyr må være så enkelt og billig som mulig og at mengden radioaktivt avfall dette genererer begrenses mest mulig.

Boks 6.1 IAEAs anbefalinger om beredskap

Beredskap ved norske atomanlegg er utformet i henhold til IAEAs anbefalinger, og bygger på en kategorisering av anlegg og virksomheter (IAEA-2002):

- Kategori 1: Anlegg, som kjernekraftverk, hvor uhell (inkludert uhell med svart lav sannsynlighet) vil kunne gi alvorlig deterministiske effekter utenfor anleggsområdet
- Kategori 2: Anlegg, som enkelte typer forskningsreaktorer, hvor uhell vil kunne gi stråledoser til folk utenfor anlegget høye nok til at mottiltak er anbefalt i henhold til internasjonale standarder.
- Kategori 3: Anlegg, som industrielle bestrålingsanlegg, hvor uhell vil kunne medføre stråledoser eller forurensning innenfor området høye nok til at mottiltak er anbefalt i henhold til internasjonale retningslinjer.
- Kategori 4: Aktiviteter som kan medføre nukleær eller radiologisk krise på et tilnær-

met vilkårlig område, eksempelvis radioaktiv kilde på avveie og uhell ved transport eller bruk av gitte typer radioaktiv kilder.

- Kategori 5: Aktiviteter som normalt sett ikke inkluderer bruk av strålingskilder, men som med signifikant sannsynlighet kan bli forurensset ved uhell ved et anlegg av kategori 1 eller 2.

IAEAs veileder i beredskapsplanlegging (IAEA 2007) inneholder blant annet eksempler på kategorisering av ulike virksomheter. Eksempelvis blir lagre basert på transportable lagringsbeholdere (casks) foreslått plassert i kategori 3. Til grunn for dette ligger at det ved en ulykke ikke vil forekomme konsekvenser utenfor selve anlegget men at fjerning av skjerming vil kunne medføre bestråling av personell på anlegget.

For å minimalisere de økonomiske byrdene for fremtidige generasjoner av dagens og tidligere virksomhet bør forurenseren betaler prinsippet innføres. Virksomheter som har generert historisk avfall bør så langt som mulig få ansvaret for, og bære kostnadene knyttet til eksisterende avfall. Forurenseren betaler prinsippet vil i tillegg til å plassere ansvaret for finansieringen, også bidra til å tydeliggjøre kostnadene ved virksomheter som generer denne type avfall. Dette vil gi incentiver til avfallsminimering, og også kunne få betydning for aktivitetsnivå og prioriteringer innenfor dagens virksomhet. Ved å synliggjøre avfallskostnadene ved virksomheter som involverer strålingseksponering og generer strålingsavfall gis det samtidig et grunnlag for å kunne vurdere om nytten for samfunnet oppveier de samfunnsmessige kostnadene ved virksomhetene som drives.

6.4.7 Krav til åpenhet, allmennaksept og samfunnsmedisinske forhold

Åpenhet, allmennaksept og samfunnsmedisinske forhold skal i henhold til mandatet for utvalget ligge til grunn for en lokaliseringsvurdering.

Åpenhet vil primært være knyttet til at publikum skal ha innsyn i de vurderinger som gjøres knyttet til lokalisering, etablering og driften av et nytt mellomlager. Allmennaksept vil være et uttrykk for at publikum har tillit til og godtar disse vurderingene. Ivaretagning av samfunnsmedisinske forhold vil være knyttet til arbeid med å begrense angst og usikkerhet som følge av manglende allmennaksept knyttet til lokalisering, etablering og drift av et nytt mellomlager.

Informasjon og dialog vil være de primære virkemidlene for å ivareta åpenhet, allmennaksept og samfunnsmedisinske forhold. I noen tilfeller vil også valg av tekniske løsninger kunne påvirke dette, eksempelvis om befolkningen oppfatter et alternativ som sikrere selv om løsningene objektivt er likeverdige.

Visuelt uttrykk vil også kunne påvirke aksept av et nytt mellomlager. Et pent og diskret anlegg vil i så henseende kunne være å foretrekke framfor et landemerke uten estetiske kvaliteter.

6.5 Organisatoriske og økonomiske rammebetingelser

6.5.1 Organisering og økonomiske rammer rundt nukleære virksomhet i Norge

Som det ble redegjort for i innledningen (kapittel 1.1) var oppbyggingen av den nukleære forsknings-

virksomheten i Norge etter andre verdenskrig et resultat av strategiske beslutninger på nasjonalt nivå. Samtlige forskningsreaktorer, med nødvendig støttelaboratorier og -anlegg ble derfor bygget på statlig initiativ og med statlig finansiering¹. Ved opprettelsen av Institutt for Atomenergi (IFA) som en selvstendig stiftelse i 1953, inngikk tomter, hus, anlegg og andre verdier som instituttet disponerte og som var ervervet gjennom den opprinnelige bevilgningen fra staten eller senere driftstilskudd (St.prp. nr. 134 (1953)).

IFA byttet i 1980 navn til IFE (Institutt for energiteknikk). Instituttet er i dag en selvstendig stiftelse underlagt Forskningsrådet, som også oppnevner samtlige fem eksterne styremedlemmer. IFE har gjennom sitt eierskap og driftsansvar til atomanleggene det formelle juridiske ansvaret for finansiering av avfallshåndtering fra egen virksomhet på kort og lang sikt.

IFEs driftresultat for de siste fem årene er oppsummert i tabell 6.1. IFEs økonomiske resultatmål er et årlig driftsoverskudd på 3–5 % av brutto omsetning, i tråd med Forskningsrådets anbefalinger og hvor eventuelt overskudd føres tilbake til forskningsvirksomheten. IFE mottar en årlig grunnbevilgning over statsbudsjettet, på lik linje med andre teknisk-industrielle institutter. Denne grunnbevilgningen utgjør de siste fem årene 17–18 % av instituttets inntekter (IFEs årsmelding 2005–2009).

KLDRA Himdalen ble bygget med statlige midler. Statsbygg er eier av anlegget. IFE har gjennom avtaler med Statsbygg og NHD et driftsansvar for anlegget og mottar årlig rundt 4,2 millioner til driften av anlegget. Det kreves således ingen avgift for avfallet som deponeres, verken fra IFE eller andre brukere. Behandlingen i forkant av deponeringen blir belastet den enkelte bruker.

Avvikling av forskningsreaktorene JEEP I og NORA og uranrenseanlegget ble finansiert av statlige midler. Staten har dessuten påtatt seg et garantiansvar knyttet til atomuhell ved IFE og Statsbyggs anlegg samt ved transport til og fra anleggene (St.prp. nr. 1S (2009–2010)). Statsbudsjettet for 2010 hadde følgende formulering knyttet til finansiering av en fremtidig dekommissjonering (riving) av IFEs nukleære anlegg:

«Det alminnelige utgangspunktet er, og bør være, at det er forurensere som skal betale for nødven-

¹ St.meld. nr. 95 (1955), Budsj. Inst. nr. 96 (1955), St. inst. nr. 56 (1956), St.prp. nr. 118 (1947), St.prp. nr. 1 for 1959, Kongelig resolusjon av 9. desember 1960, St.prp. nr. 1 (1959–60) og St.prp. nr. 1 (1960–61).

Tabell 6.1 Driftsinntekster, driftskostnader, driftsresultet (før finansposter) for IFE konsernet (i millioner kroner).

	2005	2006	2007	2008	2009
Driftsinntekter	518	567	586	639	668
Driftskostnader	506	536	587	645	665
Driftsresultat	12	31	-1	-6	2

dige oppryddings- og miljøtiltak. I dette tilfellet vil utgangspunktet være at IFE som selvstendig stiftelse gjennom sitt eierskap og driftsansvar til atomanleggene har det formelle juridiske ansvaret for finansiering av kostnadene for dekommisjonering.

Samtidig er det flere hensyn som taler for at staten bør medvirke til finansieringen av en dekommisjonering av atomanleggene. Staten er og har vært sentral både i driften og opprettelsen av denne aktiviteten. I tillegg vektlegges IFEs betydning for atomsikkerhetsarbeidet og som ledende forskningsinstitutt, konvensjoner Norge har tiltrådt, internasjonal praksis og hensynet til allmennheten. Det er dessuten foretatt en ekstern verdivurdering av IFE som synliggjør at IFE ikke alene vil være istand til å dekke alle kostnadene som en dekommisjonering vil medføre.

Regjeringen er derfor av den oppfatning at foreliggende sak er av en særegen natur, og går inn for at staten medvirker til finansiering av kostnadene ved dekommisjonering på en slik måte at en sikrer at en dekommisjonering blir gjennomført i tråd med de beslutninger som vil måtte treffes om dette».

6.5.2 Praksis innenfor behandling av radioaktivt avfall i andre land

Som underlag for utvalgets anbefalinger om organisatoriske og økonomiske rammebetingelser for et nytt mellomlager er det gjort en gjennomgang av hvordan tilsvarende oppgaver har blitt løst i enkelte land det er naturlig å sammenligne med.

Vedlegg 3 gir en beskrivelse av behandling og lagring av brukt brensel og radioaktivt avfall i utvalgte land. Dette inkluderer alt fra stater med svært små mengder radioaktivt avfall (som Island, Irland og Luxemburg) til stater med et større antall kjernekraftverk (som Tyskland, Frankrike, Storbritannia og Sverige). Land med (operative eller nedstengte) forskningsreaktorer, men uten kjernekraft, er Danmark, Østerrike og Australia.

Det er relativt store forskjeller på hvordan avfallsbehandlingen er organisert i ulike land. Gjennomgående er at land med kjernekraft har egne avfallsorganisasjoner mens land med begrenset nukleær infrastruktur ofte ikke har noe sentralt mottaksanlegg for radioaktivt avfall (Luxembourg, Island, Australia). I noen kjernekraftland (eksempelvis Frankrike, Belgia) er det opprettet offentlige organer med et overordnet forvaltningsansvar for radioaktivt avfall.

Avfallsselskap er i mange tilfeller eid av kjernekraftindustrien (eksempelvis Sverige, Finland, Sveits). Der staten er en eier i kjernekraftindustrien er avfallsorganisasjonen et statsselskap (eksempelvis Storbritannia). Det er også forskjeller i avfallsselskapenes ansvarsområder. I enkelte land har avfallsselskapet ansvaret kun for deponeering (Finland) mens i andre land har selskapet også ansvaret for mellomlagring av brukt brensel (Sverige) eller også for avvikling av virksomhet (Storbritannia, Danmark).

I noen land ivaretar forskningsorganisasjoner med nukleær kompetanse rollen som nasjonalt mottak for radioaktivt avfall (Østerrike, Sveits²). Det finnes også eksempler på at strålevernmyndigheten ivaretar et operativt ansvar for avfallsbehandling (Finland, Island), og da primært i forhold til radioaktive kilder hvor retur ikke er mulig.

I de fleste land er forurenser betaler prinsippet innført, dvs. at den virksomheten som forårsaker avfallet også skal dekke de økonomiske kostnadene ved avfallsbehandlingen.

6.5.3 Utvalgets vurdering

Forurenseren betaler prinsippet synliggjør de reelle kostnadene ved en virksomhet, og gir samtidig incentiver til avfallsminimering. Dette er i henhold til Forurensningsloven som er gjort gjeldende for radioaktivt avfall, inkludert brukt brensel, fra 1.1.2011 (jf. kapittel 6.1). Forurenseren

² I Sveits gjelder dette bare for avfall som ikke har sitt opphav i kjernekraftindustrien.

betaler prinsippet bidrar til at den enkelte virksomhet stimuleres til å vurdere produksjonsnivå, -satsningsområder og produksjonsmåter slik at virksomheten samlet sett genererer størst mulig nytte i forhold til miljøbelastningen. I tillegg bidrar forurenseren betaler prinsippet til at det ikke legges utilbørlige økonomiske byrder på fremtidige generasjoner ved at virksomheter som generer avfall pålegges å gjøre avsetninger som tilsvarer kostnadene ved å forvalte avfallet på kort og lang sikt.

Utvalget vil derfor understreke viktigheten av å sikre at eksisterende avfall og en senere dekommisjonering av atomanleggene gjøres innefor forsvarlige rammer. Etter utvalgets vurdering bør også løpende kostnader til avfallet virksomheten generer og har generert, finansieres gjennom IFEs budsjettammer. Virksomhetens reelle kostnader vil da synliggjøres. Dette vil gi et bedre beslutningsgrunnlag for statens prioriteringer av forskningsmidler så vel som for fordelingen av næringsstøtten som bevilges over NHDs budsjetter.

Utvalget finner det riktig å understreke at staten har det overordnede ansvaret for å fastsette strategier og å gjennomføre en avfallspolitikk som sikrer en forsvarlig forvaltning og lagring av alt radioaktivt ansvar. Dette ansvaret gjelder uavhengig av hvordan avfallsforvaltningen organiseres og finansieres. Statens ansvar for forvaltning innen radioaktivt avfall blir blant annet beskrevet i en fersk sikkerhetsstandard for brukt brensel (IAEA, 2009, Artikkel 3.5):

«The government is responsible for setting national policies and strategies for the management of

spent fuel and for providing the legal and regulatory framework necessary to implement the policies and strategies. These policies and strategies should address all types of spent fuel and spent fuel storage facilities in the Member State, taking into account the interdependencies between the various stages of spent fuel management and the options available».

Fase 2 utvalget er ikke bedt om å vurdere organiseringen av avfallshåndteringen og har heller ikke utredet hvilke organisasjonsmodeller som kan være aktuelle for å sikre en forsvarlig mellomlagring og deponeringsløsning for det radioaktive avfallet. Valg av organiseringsmodell kan uansett ikke fastsettes før finansieringsløsning, eierskap til avfallet og formelle forpliktelser er avklart. Utvalget finner det naturlig at spørsmål knyttet til finansiering og organisering av et mellomlager ses i sammenheng med de prosesser som er i gang for å klargjøre finansieringsløsninger for en deponiløsning og for en framtidig avvikling av nukleære anlegg i Norge.

Utvalget finner det imidlertid nærliggende at det i det videre arbeidet sees nærmere på den løsningen som er valgt i Danmark. Det er der opprettet en institusjon under Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, med hensikt å utvikle nukleære anlegg på Risø. Institusjonen skal i tillegg utarbeide et beslutningsgrunnlag før en deponiløsning for lav- om middelsaktivt kan vedtas i Folketinget. I påvente av ferdigstilling av et slikt deponi blir avfall lagret på Risø. Dette inkluderer også avfall fra industri og helsevesen (Sundhedsstyrelsen-2008).

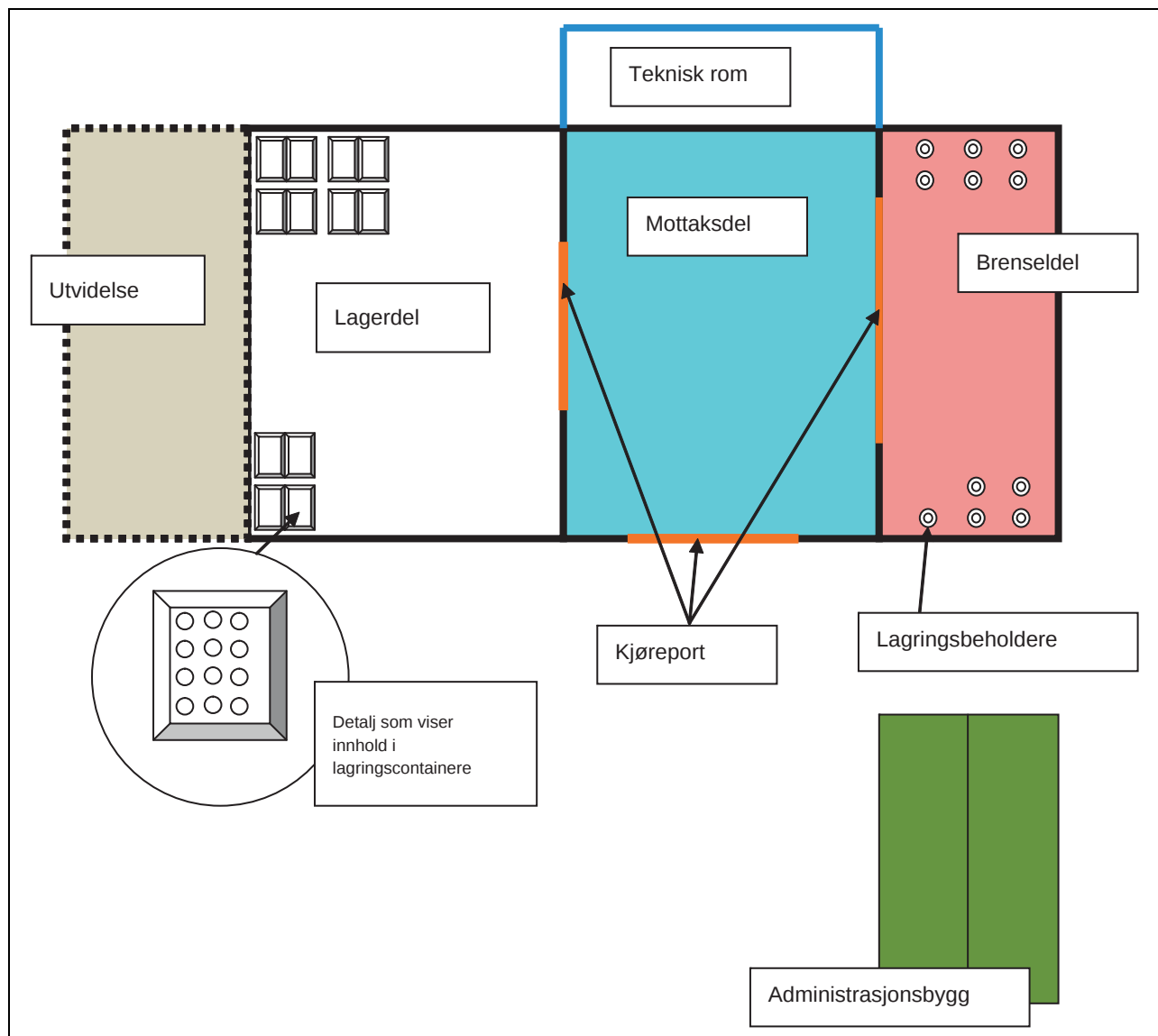
Kapittel 7

Lagringskonsept

Fase I utvalget foreslår en felles løsning for lagring av brukt brensel og radioaktivt avfall. Anlegget foreslås bygget opp av:

- en lagerdel for brukt brensel
- en lagerdel for radioaktivt avfall
- et felles område for lossing

En konseptskisse er gitt i figur 7.1, hvor det både for brukt brensel og radioaktivt avfall vil være mulig å basere lagringen på ulike konsepter. Med konsept menes i denne sammenheng ulike fysiske utforminger av lagerløsningen for å ivareta krav til lagringen. Eksempler på lagringskonsepter vil være ulike typer faste installasjoner eller transpor-



Figur 7.1 Konseptskisse for samlagringsanlegg

table beholdere. Kapittel 7.1 til 7.2 inneholder en gjennomgang av ulike lagringskonsept for henholdsvis brukt reaktorbrensel og radioaktivt avfall, hvor utvalget også gir sine vurderinger av disse.

7.1 Lagringskonsept for bestrålt reaktorbrensel

Den første tiden etter at brukt brensel er tatt ut av kjernen i en atomreaktor, blir brenselet satt til avkjøling i lagringsbassenger ved reaktoren. Disse lagringsbassengene kalles gjerne AR-lager (**At Reactor**).

Etter hvert som varmeutvikling, gasstrykk og strålingen i brenselet avtar, vil brensel kunne overføres til et mellomlager, også kalt AFR-lager (**Away From Reactor**). Dette er et lager som kan være inne på et reaktorområde, men bygget adskilt fra reaktoren, eller i form av et sentralisert anlegg for flere reaktoranlegg.

Tidshorisonten for mellomlagring vil være avhengig av ferdigstilling av deponiløsninger. Finland og Sverige som de to første land i verden forventer å ha deponier klare rundt 2020. I land som satser på å gjenvinne (opparbeide) brukt brensel, deponeres fisjonsproduktene i form av vitrifisert (glassinnstøpt) avfall mens uran og plutonium blir gjenbrukt i form av nytt reaktorbrensel.

Det skilles prinsipielt mellom lagring av brukt brensel i vann, såkalt våtlagring og lagring i luft eller inert gass, såkalt tørrlagring. IAEA grupperer de nest aktuelle tørre lagringskonsepter i følgende (IAEA-2007b):

- Metall «cask»
- Hvelv (eng «Vault»)
- Betong «casks» og moduler

I tillegg til ovennevnte finnes det flere konsepter som er under utvikling, hvor noen av disse er modifiseringer av kjente konsepter. IAEA (IAEA-2007b) peker her på tørre brønner, doble tunneler, undergrunns vertikale ventilerte lagersystemer samt flere avanserte lagringskonsepter.

Fase I utvalget gikk i sin rapport gjennom aktuelle lagringskonsepter og valgte å fokusere på hvelv (se avsnitt 3.2) som en mulig teknisk løsning for Norge. Dette begrunnes ut fra at hvelvkonseptet gir en stor grad av fleksibilitet, samtidig som det er en godt kjent teknologi som er i bruk ved dagens lagre. Fase 1 utvalget hadde ikke innen avsatt tid og budsjett mulighet til å gjøre en nærmere vurdering av transportable lagringsbeholdere, men framholder dette som en interessant

løsning som bør undersøkes nærmere. Fase 1 utvalget vurderte det som mest hensiktsmessig å holde seg til enkle og vel utprøvde løsninger samtidig som løsningene skal være i henhold til moderne krav. Våtlagring ble vurdert som hensiktsmessig for norske forhold og for en meget liten mengde brensel.

Teknisk utvalg anbefaler transportable lagringsbeholdere, hvelv og siloer som aktuelle lagringskonsepter for brukt brensel i Norge.

7.1.1 Praksis for lagring av forskningsreaktorbrensel i andre land

I henhold til IAEAs database over forskningsreaktorer har det vært bygget 651 forskningsreaktorer i 69 land. Av disse er 239 fortsatt i drift, 233 er nedstengt og 184 er revet (dekommisjonert)¹. Det er allikevel et begrenset antall nyere anlegg dedikert for forskningsreaktorbrensel og som kan tjene som referanse for et nytt mellomlager, noe som blant annet kan tilskrives følgende forhold:

- Flere kjernekraftland har mellomlager som del av infrastruktur i kjernekraftsektoren og som også ivaretar behovet for forskningsreaktorer.
- Et stort antall forskningsreaktorer bruker eller har brukt høyanrikt brensel som kvalifiserer for retur til opprinnelsesland.
- Flere land har valgt å gjenvinne (opparbeide) alt eller deler av brukt brensel fra forskningsreaktorer.
- Noen land med et større antall forskningsreaktorer har større mellomlager som ivaretar behovet for flere forskningsreaktorer.
- Noen mindre reaktorer har livstidskjerne og derfor i praksis ikke behov for lagring av brukt brensel, samtidig som brenselet i slike reaktorer er høyanrikt og derfor kvalifiserer til retur til opprinnelsesland.
- Flere land mangler strategier og løsninger for langtids lagring av brukt forskningsreaktorbrensel.

Det finnes flere eksempler på lagring av forskningsreaktorbrensel i transportable lagringsbeholdere (casks). Dette gjelder både i form av større anlegg for samlagring av forskningsreaktorbrensel og kjernekraftbrensel samt mindre lagre inne på et område som huser en forskningsreaktor.

Det finnes noen eksempler på eksisterende og planlagte mellomlagre for forskningsreaktorbrensel.

¹ Tall pr desember 2010

sel basert på et hvelv-konsept. Fordi disse anleggene er tiltenkt en langt større mengde brensel enn man har i Norge, er verdien som referanseanlegg for et norsk anlegg begrenset. Utvalget har som en del av faktainnsamlingen vært på ekskursjon på ett av disse anleggene, HABOG anlegget i Nederland.

7.1.2 Transportable lagringsbeholdere i metall-«casks»

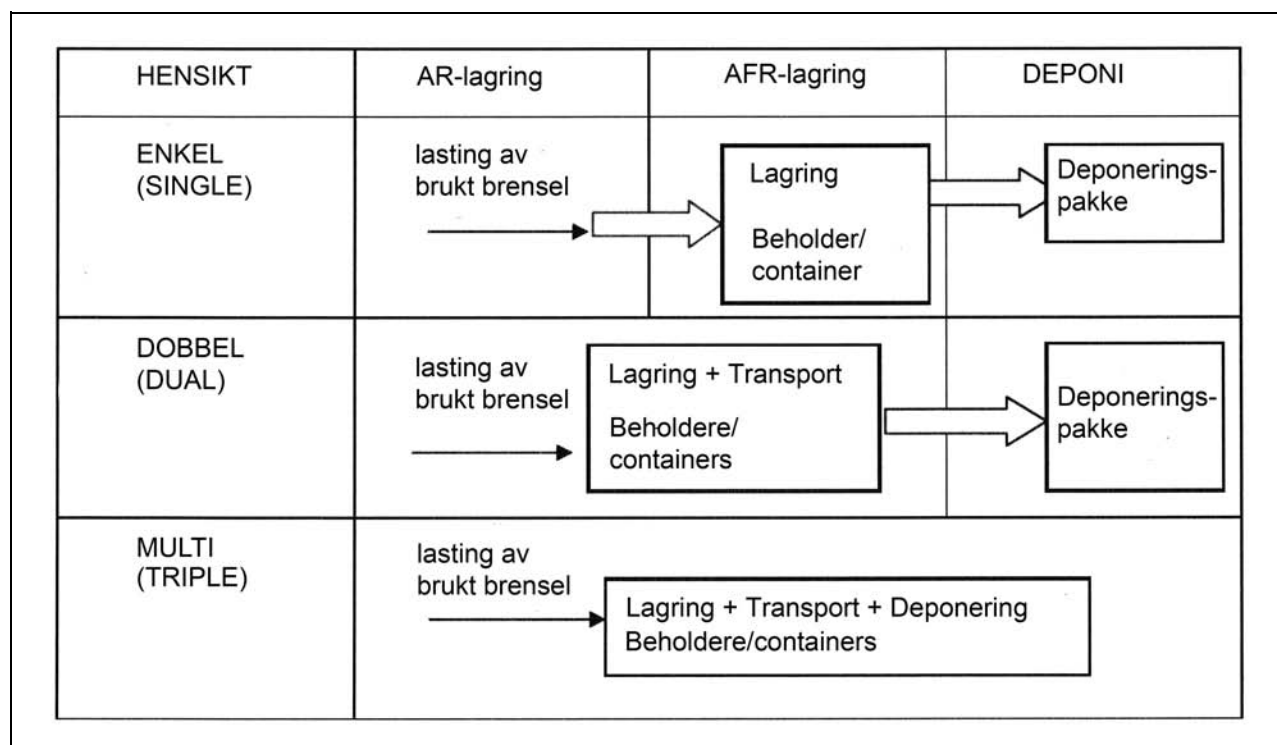
Med transportabel lagringsbeholder menes i denne rapporten en beholder i massivt stål som kan brukes til transport og lagring av bestrålt brensel. På engelsk benevnes en slik beholder «dual purpose cask» (se figur 7.2). En «single purpose cask» vil tilsvarende være en beholder som enten ivaretar lagring eller transport, mens en «multi purpose cask» ivaretar transport, lagring og deponering. Slike beholdere er ennå bare på konseptstadiet, da ingen beholdere til nå er lisensiert for deponering av brukt brensel.

Transportable lagringsbeholdere er et lagringskonsept som er spesielt utbredt i Tyskland, hvor gjeldende politikk er at alt kjernekraftbrensel skal lagres lokalt ved kjernekraftverkene i slike beholdere. I tillegg finnes det to sentraliserte lagre, i Gorleben og Ahaus, fra tiden før forbudet mot transport av brukt brensel i Tyskland (BMU-

2008). I Europa blir konseptet også brukt i Belgia (Dole) og Sveits (Zwilag).

Transport av brukt brensel fra forskningsreaktorer forekommer hyppig rundt omkring i verden, ikke minst i samband med amerikanske og russiske returprogrammer. Lagring av brukt brensel i transportable lagringsbeholdere er mindre vanlig, hvor også Tyskland har uttalt politikk om eksport av slikt brensel. Et kjent eksempel på lagring av forskningsreaktorbrensel i transportable lagringsbeholdere er BR II reaktoren i Belgia (FANC-2006). Tilsvarende blir slike beholdere brukt i Italia for å lagre brensel bestrålt i den amerikanske prototype BWR reaktoren i Elk River (AREVA-2010). Det er også kjent at flere land i Latin-Amerika med bistand fra IAEA har utviklet en beholder for mellomlagring av forskningsreaktorbrensel.

Transportable lagringsbeholdere er autonome i den forstand at inneslutning, strålingskjerming og varmetransport blir ivaretatt av selve beholderen uten hjelp av ytre konstruksjoner eller systemer. Tilsvarende ivaretar beholderne fysisk sikring (inkludert flystyrt) uten å være avhengig av en ytre bygning. Flere steder foregår lagring i denne typen beholder utendørs, eksempelvis ved Prairie Island Interim Storage Facility i USA. Vanlig praksis i Europa er innendørs lagring. (AREVA-2010).



Figur 7.2 «Single», «dual» og «multi» purpose casks (IAEA, 2007b)

Transportable lagringsbeholdere er meget solide konstruksjoner og er som grunnlag for transportgodkjenning dokumentert å kunne motstå ytre påvirkning som fall mot hardt underlag, brann og nedsenking i vann. Beholderne er også godt beskrevet og dokumentert i forhold til langtids lagring, typisk 30–50 år med mulighet for forlengelse (IAEA-2000, IAEA-2007b). Selve brenselet er plassert i en indre kurv eller i en forseglet beholder som sikrer underkritisk konfigurasjonen av brenselet også under ekstreme påvirkninger. Beholderne har som regel et dobbelt lokk som kan kontrolleres med tanke på lekkasje (IAEA-2007b).

Med de relativt små mengder brensel som finnes i Norge er man avhengig av å bruke en beholder som allerede er godkjent og som vil kunne tilpasses det norske brenselet og som har størrelse og dimensjoner som kan håndteres ved anleggene. En utfordring er også at det norske brenselet er inhomogent i sammensetning og dimensjoner, og at deler av brenselet ved Met Lab II også har vært kappet opp i forbindelse med metallografiske undersøkelser.

Transportable lagringsbeholdere tilvirkes av et begrenset antall produsenter og tilbudet av transportable lagringsbeholdere til forskningsreaktorbrensel er begrenset. Utvalget har vært i kontakt med selskapene GNS (Tyskland) og AREVA (Frankrike) som er to ledende produsenter av transportable lagringsbeholdere på verdensmarkedet og som begge har levert beholdere for forskningsreaktorer.

AREVA gjorde på oppdrag fra utvalget en studie i forhold til selskapets mulighet for å tilby en løsning tilpasset det norske brenselet. Tilbakemeldingen fra dem var at den mest hensiktsmessige løsningen ville være å tilby en løsning basert på beholderen TN 24 ER. Dette er en beholder som ved håndtering på anlegget er 2,7 meter høy, har en diameter på 1,5 meter og en vekt på 29,4 tonn. Ved transport og lagring påmonteres beholderen sjokkabsorbatorer som øker lengden til ca 5 meter og vekten til ca 37 tonn. AREVA har estimert at det totale antallet TN 24 ER beholdere vil bli 7 på Kjeller og 14 i Halden, men dette antallet vil kunne reduseres vesentlig om brenselet overføres til nye indre beholdere (AREVA-2010).

Ulempen med TN 24 ER beholdere er at vekt og dimensjoner er høyere enn det som kan håndteres ved Met. Lab II og i grenseland for håndteringen ved HBWR. Spesielt på Kjeller vil dette kreve ny infrastruktur med økt løftekapasitet og økt løftehøyde. Denne oppgraderingen må ses i sammenheng med håndtering og transport av

brukt brensel med dårlig lagringsbestandighet til opparbeiding i utlandet, hvor det mest sannsynlig vil være vesentlige besparelser i å bruke færre og større transportbeholdere enn det anlegget i dag kan håndtere.

AREVA har den noe mindre beholderen TN MTR på 20,6 tonn som et alternativ til TN 24 ER. Selv om denne beholderen i sin opprinnelige form ikke er lang nok for de lengste brenselelementene i Halden, vil den potensielt kunne forlenges. Denne løsningen vil imidlertid forutsette et vesentlig høyere antall beholdere (AREVA-2010).

Både AREVA og GNS har ovenfor utvalget foreslått at det gjennomføres forstudier for å finne fram til den mest egnede løsningen for Norge. Det vil være nødvendig å gjøre beregninger basert på brenselets sammensetning og historikk for finne hvilke tilpasninger som vil være nødvendige for det norske brenselet, beholderens egenskaper, antallet beholdere, tidsplan og pris. I utgangspunktet har begge leverandører antatt at det vil være realistisk å kunne levere beholdere i 2018.

7.1.3 Hvelv

Hvelv er massive (ikke-flyttbare) konstruksjoner i forsterket betong med lagringsposisjoner som er veldefinerte ved hjelp av en stålramme. Brenselet lagres da inne i gasstett metallkapsel ofte under en edelgassatmosfære. Betongen skjermer for strålingen og leder vekk varme, enten ved naturlig eller med tvungen sirkulasjon. På engelsk benevnes en slik metallkapsel for «canister» og systemer basert på dette konseptet for «canister systems».

Flere land har bygget anlegg basert på hvelv-konsept. Disse anleggene er imidlertid innbyrdes svært ulike, noe som blant annet kan tilskrives forskjeller i lagringsbehov og krav fra nasjonale myndigheter. Eksempler på eksisterende og planlagte hvelv-anlegg er:

- HABOG (Nederland) som primært er et anlegg for vitrifisert avfall fra gjenvinning av brukt brensel men som også tar imot brensel fra de to nederlandske forskningsreaktorene. Dette anlegget er delt inn i to lagringsdeler; en for varmegenererende avfall og en for ikke-varmegenererende avfall.
- CASCAD (Frankrike) som er et lager for brensel fra CEAs forskningsreaktorer, franske ubåtreaktorer og fra tidlige gasskjølte reaktorer
- Paks (Ungars) som er et anlegg for kjernekraftbrensel fra fire reaktorer.
- Idaho National Laboratorium (USA) som er et lager under bygging for brensel under USAs

returprogrammene samt brensel fra TRIGA reaktorer og to avviklede kjernekraftverk.

- Gently-2 (Canada), Cernavoda (Romania), Qinshan (Kina), Wolsong (Sør-Korea), som alle består et antall betongkonstruksjoner for lagring av brukt CANDU brensel. Det brukes standardiserte moduler, såkalte MACSTOR moduler, og disse er plassert under åpen himmel
- Chalk River (Canada) som er et anlegg primært for brukt brensel og høyaktivt avfall fra laboratoriene basert på en MACSTOR modul omgitt av en enkel bygning.
- ATC (Spania) som er et planlagt sentralt mellomlager for innkapslede brenselementer fra spanske kjernekraftverk og hvor en del av anlegget er tiltenkt mellomaktivt avfall.

HABOG og ATC har konstruksjonsmessige likheter ved at begge anleggene har høy skorstein som skaper sug og dermed luftsirkulasjon og kjøling av varmegenererende avfall i hvelvene. Bygningsmassen er i begge anleggene konstruert for å kunne motstå ekstern påvirkning som flystyrt. Håndtering av brensel og avfall skjer fjernstyrt, bak tykke betongvegger og blyglass. Anleggene basert på MACSTOR moduler er langt enklere hvor kjøling av brensel skjer ved naturlig konveksjon gjennom betongblokkene og hvor håndteringen av brenselet skjer i store skjermede beholdere og med massivt løfteutstyr.

For en potensiell norsk hvelv-løsning vil transport av brensel være en spesiell utfordring. Ved HABOG anlegget blir dette løst med at den indre kurven i transportbeholderen overføres til en metallkapsel som fylles med inert gass. Dette gjøres i en spesialtilpasset hotcelle hvor all håndtering av metallkapselen samt plassering i hvelvet foregår fjernstyrt.

En spesiell utfordring ved langtids lagring i hvelv vil være å dokumentere at metallkapslene er tette slik at inert gass ikke lekker ut. Dette vil sette strenge krav til utforming og produksjon av metallkapslene, kvalifisering av sveis og overvåking under lagring. Lagringsmessig vil det derfor være en fordel å fordele brenselet over et mindre antall større metallkapsler, men disse krever en vesentlig større og tyngre infrastruktur for håndtering enn de skjermede beholdere for intern transport som brukes ved IFE i dag.

Å estimere kostnader for et norsk anlegg vil være vanskelig uten en detaljert prosjektering hvor man også tar hensyn til kritikalitet, varmegenerering og strålingsintensitet. Dette vil igjen gi føringer for lagringskonfigurasjon, skjermingstyk-

kelser og kjøling/varmetransport. I det tidsperspektiv mellomagringen vil foregå vil viktige kostnadselementer knyttet til et hvelv system være:

- Konstruksjon og oppføring av selve betongstrukturen. Dette inkluderer å verifisere strukturen i henhold til krav gitt ut fra brenselets varmegenerering og strålingsintensitet.
- Utvikling, verifikasjon og produksjon av metallkapsler som ivaretar krav til kritikalitet, varmegenerering, inneslutning og lagringstid for det brenselet som skal lagres.
- Håndteringsutstyr, inkludert beholder for intern transport tilpasset dimensjoner på de metallkapslene som brukes.
- Transport til et nytt mellomlager, inkludert ny(e) og større(e) beholder(e) for transport av brensel samt infrastruktur for håndtering av større beholder(e).
- Hotcelle for overføring av brensel til metallkapsler og for klargjøring av brensel for transport etter endt mellomlager. Hotcellen må være utstyrt for å kunne gjennomføre sveisoperasjoner, inspeksjoner og skape en inert atmosfære inne i metallkapsler. Det vil være krav blant annet til stråleverntiltak og ventilasjon.
- Klargjøring av brensel for transport til sluttløsning, inkludert eventuell ompakking og innkjøp av transportbeholdere. Alternativt tilpassing av innleide transportbeholdere.
- Riving av betongstruktur, hotcelle og øvrig infrastruktur.

Kostnader til infrastruktur vil kunne antas å bli vesentlig redusert om et hvelv-anlegg lokaliseres der en eksisterende infrastruktur vil kunne brukes. Utvalget har imidlertid ikke vurdert i hvilken grad eksisterende infrastruktur på Kjeller eller Halden vil kunne være aktuell. En vurdering av egnethet for infrastrukturen vil måtte ta utgangspunkt i en gitt utforming av lagringskonseptet.

Kostnadene for HABOG anlegget var ved ferdigstillelse rundt 125 millioner EURO mens ATC anlegget er kostnadsestimert til 540 millioner EURO. Anlegget i Chalk river er ennå ikke kostnadsestimert.

7.1.4 Beholdere, siloer og moduler i betong

Det er vanlig at tørrlagring av kjernekraftbrensel foregår i ulike konstruksjoner i betong. Som regel er disse konstruksjonene svært solide og godt beskyttet mot ytre påvirkning slik at lagringen skjer utendørs. I de beste betongsystemene skjer inneslutning av brensel i metallkapsler, og disse systemene betegnes på lik linje med hvelv på

engelsk for «canister systems». I likhet med hvelv ivaretar betongstrukturen skjermer for stråling, varmetransport og beskyttelse mot ekstern påvirkning. En prinsipiell forskjell er at hver enkelt modul som regel bare har et hulrom for oppbevaring som rommer en metallkapsel og at systemene er modulære. Økning av lagringskapasitet skjer da ved at man plasserer en ny modul ved siden av eksisterende modul.

Den enkleste formen for et betongsystem er flyttbare beholdere som ikke er godkjent for transport utenfor anlegget. Et relativt utbredt lagringskonsept for kjernekraftbrensel er det som betegnes som «silo», som er sylinderformet med en innvendig kledning i stål mens resten av konstruksjonsmaterialet er betong og med et enkelt hulrom for oppbevaring av brukt brensel. Inne-slutning skjer ved at et stålløkk sveises sammen med den innvendige kledningen. Lagringen foregår ofte ved at et større antall beholdere plasseres på en felles betongsåle (IAEA-2007b).

Det finnes unntaksvis noen betongbeholdere for kjernekraftbrensel som er godkjent for transport som den kanadiske DSC (Dry Storage Container). Slike beholdere er imidlertid ikke lisensiert i Europa.

For kjernekraftbrensel er NUHOMS fra AREVA et relativt utbredt konsept og da spesielt i USA. Selve lagerdelen består av et antall betongmoduler med et horisontalt hulrom. Overføring av brensel skjer ved at en lastebil med transportbeholder plasseres foran hulrommet og metallkapselen presses inn. AREVA har konkludert med at alt norsk brensel vil kunne plasseres i to slike moduler, men har imidlertid valgt ikke å anbefale en slik løsning da denne ville kreve mye tung infrastruktur og derfor ikke ville være hensiktsmessig for de små mengder brensel man har i Norge.

7.1.5 Utvalgets vurdering

Utvalget anser at alle de vurderte lagringskonseptene vil kunne være sikkerhetsmessig og miljømessige forsvarlige, gitt en god utforming av anlegget og tilliggende infrastruktur.

Brukt brensel lagret i transportable lagringsbeholdere vil være klargjort for transport til et deponi. Blant aktuelle lagringskonsept er dette det som best sammenfaller med mandatets målsetning om å unngå å pakke om brenselet ved en framtidig deponering. En vil imidlertid måtte påregne behandling av brenselet på deponistedet, da det ikke vil være mulig å forutsi hvilke krav et framtidig deponi vil sette eksempelvis til innkapsling av brenselet.

Ved lang tids mellomlagring vil det imidlertid være en usikkerhet i at man ikke vil kunne forutse utvikling i krav til transport. Det vil derfor være en betydelig usikkerhet knyttet til en vurdering av om en ny og moderne beholder av i dag vil kunne brukes ved en transport eksempelvis om 50 eller 100 år. Det vil, uansett lagringskonsept, være usikkerhet knyttet til om en løsning vil være adekvat i forhold til krav langt fram i tid. Transportable lagringsbeholdere vil sannsynligvis være noe enklere å oppgradere siden innholdet relativt enkelt vil kunne overføres til en ny beholder.

Transportable lagringsbeholdere er autonome og er derfor ikke avhengig av ytre strukturer eller systemer for å ivareta sikkerhet, fysisk sikring og strålevern. Dette i motsetning til hvelv hvor bygningsmassen i flere av anleggene er en integrert del av lagringskonseptet. Ved bruk av transportable lagringsbeholdere vil man derfor stå fritt i forhold til utformingen av en bygning eller et fjellrom for lagring. Et lager basert på transportable lagringsbeholdere vil også enkelt kunne flyttes til en ny lokalitet.

Utvalget har gjennom dialog med mulige leverandører fått en god indikasjon på kostnadene for transportable lagringsbeholdere. Det er imidlertid store usikkerheter knyttet til kostnader for hvelv, ettersom prissettingen må bygge på et sett av krav og en faktisk konstruksjon, og hvor det er vanskelig å finne et godt referanseanlegg i form av mindre mengde brensel fra forskningsreaktorer. Det er imidlertid ingenting som tilsier at en slik løsning for små mengder brensel ville blitt billigere enn en løsning basert på transportable lagringsbeholdere gitt en tilsvarende standard.

Utvalget vil på bakgrunn av en samlet vurdering av de forhold som er drøftet ovenfor anbefale at et nytt mellomlager baserer seg på transportable lagringsbeholdere.

7.2 Lagringskonsept for langlivet middelsaktivt avfall

Fase 1 utvalget behandlet i sin rapport a) *skjermvegg på dekket i avfallshallen* og b) *grube nedsenket under dekke i avfallshall* som alternative løsninger for lagring av avfall. Som en undervariant til a) foreslo utvalget en *kompaktløsning uten mulighet for bruk av truck i avfallshallen*. Samtlige av disse forslagene er godt egnet for standardiserte avfallsskulli hvor man i tillegg har behov for en ytre skjerming rundt avfallet.

Boks 7.1 beskriver hvilke hensyn som må vurderes ved planlegging av et lager for radioaktivt

Boks 7.1 IAEAs anbefalinger om planlegging av lager for radioaktivt avfall

IAEA anbefaler vider at følgende hensyn tas i betraktning ved planlegging av et lager for radioaktivt avfall (IAEA, 2006):

1. Inneslutning av det lagrede materialet.
2. Forhindring av kritikalitet (når man lagrer fissilt materiale).
3. Strålevern (skjerming og kontroll med kontaminering).
4. Fjerning av varme (når relevant).
5. Ventilasjon, om nødvendig.
6. Inspeksjon og/eller overvåkning av avfallspakker, ved behov.
7. Vedlikehold og reparasjon av avfallspakker.
8. Tilbakeføring av avfall, enten for behandling, ompakking eller deponering.
9. Inspeksjon av avfallspakker og anlegget.
10. Framtidig utvidelse av lagringskapasitet, om formålstjenelig.
11. Transport internt i anlegget for å skape fleksibilitet i drift.
12. Avvikling.

avfall. Lagringskonseptet må da ivareta hensynet til de ulike typene av avfall men også ivareta hensynet til selve avfallspakken.

7.2.1 Uranavfall

Uran vil under lagring være underlagt krav til sikkerhetskontroll. Et lagringskonsept for uran bør da være utformet for enkelt å kunne inspiser og verifisere materialet. Det er også praksis for at lagre blir forseglet av IAEA

Utarmet uran i form av skjermingsbeholdere fra helseforetak og industri, som volummessig utgjør største delen av uranavfall, er relativt enkelt håndterbart. Ubestrålt uran vil ha et lavt strålingsnivå, og det vil da ikke være behov for skjerming. Deler av avfallet fra solidifisering av uranløsning inneholder fisjonsprodukter. Dette avfallet er derfor emballert i skjermede tønner og det kan for dette avfallet vurderes behov for ytterligere skjerming.

Rester fra brenselproduksjonen er inhomogent med tanke på avfallskolli og inneholder blant annet anrikt uran. For dette vil det være krav til kritikalitetssikring, hvilket innebærer at et lag-

ringskonsept må begrense de konfigurasjonene hvori avfallet kan oppbevares.

Krav til fysisk sikring for anrikt uran er gitt i forskrift under atomenergilooven og vil da tilsvare kravene som gjelder for brukt brensel.

7.2.2 Brukte radioaktive kilder

Det er ved produksjon av kapslede radioaktive strålekilder strenge krav til kapsling og skjerming som må være oppfylt for import og bruk i Norge. Så lenge disse kravene er ivaretatt i de enkelte avfallspakker vil man stå relativt fritt i utforming av et lagringskonsept.

7.2.3 Rivingsavfall og tønner fra lagerdelen i KLDRA Himdalen

Rivingsavfall som det eventuelt skulle være aktuelt å lagre i et nytt mellomlager vil i stor grad bestå av stål og ha et høyt strålingsnivå som følge av indusert radioaktivitet. Strålingsnivået vil domineres av radionukliden Co-60 med 5,3 års halveringstid, og vil derfor avta betydelig i løpet av få år. Etter ca. 50 år vil strålingsnivået ha blitt redusert med en faktor 1000 (IFE, 2007).

Et lagringskonsept må primært være utformet med tanke på strålingsskjerming. Det finnes i dag en rekke løsninger tilgjengelig i markedet og som blant annet skiller seg på hvilke hensyn som blir ivaretatt av de enkelte avfallspakker eller av konseptet som helhet. Noen av disse konseptene er også transportable, hvor det eksempelvis for den danske DR-3 reaktoren brukes et konsept basert på skjermede ISO containere.

7.2.4 Utvalgets vurdering

Utvalget anser at det for de ulike typene av avfall vil være ulike hensyn som må ivaretas ved utforming av et lagringskonsept. For et nytt mellomlager, med en antatt levetid på 50 til 100 år, vil det være ønskelig med en stor grad av fleksibilitet i forhold til mengder og typer av avfall som lagres.

Begge de løsningene som Fase 1-utvalget beskriver tar utgangspunkt i et behov for skjerming ut over den skjermingen som ligger i de enkelte avfallspakkene. Et slikt konsept vil kunne gi en kostnadseffektiv og arealbesparende lagring av enkelte typer avfall, eksempelvis rivingsavfall. Løsningene er imidlertid ikke godt egnet for uranavfall, hvor det vil være krav til inspiserbarhet av avfallet. For løsning b) «grube nedsenket under dekket i avfallshallen» vil det kunne tenkes vann-

inntregning inn i gruben, samtidig som selve konstruksjonen er vanskelig å inspisere.

Siden det i et langt tidsperspektiv vil være usikkerheter knyttet til typer og mengder av avfall samt utforming av avfallspakkene anser utvalget at et uinnredet lagringsareal vil gi størst fleksibilitet. De individuelle avfallspakkene kan da utformes for å ivareta de hensyn som er aktuelle for hver enkelt type avfall. Tønner, kokiller og transportabel lagringsbeholder er eksempel på avfallspakker. Standard industrielle containere vil kunne modifiseres for å gi avfallspakker med en homogen størrelse eller å tilpasse lagringsmiljøet for de

enkelte typer avfallet, eksempelvis i form av ekstra skjerming, fysisk sikring eller plombere som en del av sikkerhetskontroll.

I dimensjoneringen av avfallsdelen av et nytt mellomlager anser Utvalget at anlegget bør være mulig å utvide men at man i første omgang ikke tar hensyn til framtidig rivingsavfall. Dette på grunn av den usikkerhet som er knyttet til hvor mye slikt avfall som ikke lar seg deponere i Himdalen, men også fordi man til dette formålet bør vurdere gjenbruk av eksisterende fjellrom og bygningsmasse i Halden.

Kapittel 8

Opparbeiding av brensel med dårlig lagringsbestandighet

Som det framgår av kapittel 2.3, regnes brensel av metallisk uran og brensel med kapsling av aluminium å ha dårlig lagringsbestandighet. Utvalget har derfor støttet anbefalingene fra Teknisk utvalg om at dette brenselet må stabiliseres før mellom-lagring og deponering. Som det framgår av kapittel 5.1 faller totalt 13 tonn brukt brensel inn i denne kategorien. Dette tilsvarer rundt $\frac{3}{4}$ av det norske brenselet.

Teknisk utvalg har i sin rapport vurdert ulike behandlingsmetoder for brensel med dårlig lagringsstabilitet og konkludert med at opparbeiding ved et etablert gjenvinningsanlegg framstår som den mest realistiske løsningen. Teknisk utvalg har videre anbefalt en prosess for å utrede mulige gjennomføringer av en slik løsning i Russland og Frankrike. Av disse to alternativene, har utvalget valgt å støtte en videreført prosess mot anlegget i Frankrike.

AREVA NC, som eier anlegget i Frankrike, har i møte med Teknisk utvalg uttalt at de ikke ser noen åpenbar grunn til at det ikke skulle la seg gjøre å opparbeide det norske brenselet ved deres anlegg. AREVA NC har imidlertid pekt på at det vil være flere forhold som må avklares i den forbindelse. En opparbeiding forutsetter dessuten en politisk avtale mellom Norge og Frankrike.

Det foreligger heller ingen rapport fra AREVA NC som beskriver muligheten for behandling av det brukte brenselet ved Cap de La Hague anlegget slik Teknisk utvalg foreslår, jf. anbefaling 7 fra Teknisk utvalg (referert i kapittel 2.2). En forutsetning for en slik redegjørelse er at norske myndigheter demonstrerer sine intensjoner ved at politisk ledelse i ansvarlig departement besøker deres anlegg. Nærings- og handelsdepartementet har ovenfor utvalget uttrykt at dette tidligst kan skje etter at utvalgets rapport er politiske behandlet.

Den minoritetsdelen av det norske brenselet som har god lagringsbestandighet forutsettes ikke opparbeidet, jf. utvalgets tolkning av mandat (kapittel 1.4).

8.1 Klargjøring av brukt brensel for opparbeiding

Forsendelse av det norske brenselet til opparbeiding krever detaljert planlegging samtidig som en rekke oppgaver må være gjennomført før en opparbeiding av brensel kan finnes sted. Slike oppgaver omfatter blant annet:

- Dokumentasjon av konstruksjon, materialer, bestrålingshistorikk og tilstand til det brukte brenselet. Dette inkluderer både å sammenstille eksisterende brenselsdata men også å komplettere med nye undersøkelser og prøver.
- Analyser av hensiktsmessige transportbeholdere, samt eventuelle tilpassinger og lisensiering av disse i forhold til transport av det norske brenselet. Det bør i denne sammenheng også vurderes om samme beholder først kan brukes til transport av brukt brensel med dårlig lagringsbestandighet til opparbeiding for senere å brukes til mellomlagring av brensel med god lagringsbestandighet.
- Oppgradering av infrastruktur for den forestående transporten hvor investeringer i infrastruktur må ses i sammenheng med en hensiktsmessig klargjøring og forsendelse av brenselet. Investeringer i infrastruktur må dessuten ses i sammenheng med behovene knyttet til en mellomlagring av brensel med god lagringsstabilitet i transportable lagringsbeholdere. Infrastrukturbehovet må også ses i forhold til å kunne lagre beholdere i påvente av transport og å kunne klargjøre beholdere for transport samtidig som man opprettholder den ordinære driften ved anleggene.
- Klargjøring av brenselet før transport. Dette inkluderer blant annet inspeksjoner og eventuell ompakking av brenselet. Om påkrevd må også elementene demonteres og mest mulig av det omliggende strukturmaterialet fjernes før de uranholdige delene av elementet sendes. Gjennomføringen av dette vil bero på tilgang til personell og infrastruktur.

- Gjennomføring av selve transporten eller transportene, der antallet og rekkefølgen av transportene legges opp med hensyn på en mest mulig hensiktsmessig logistikk.
- Avklaring av omstendighetene rundt retur av avfall samt å legge til rette for lagring av dette avfallet.
- Tillatelse fra myndigheter i land som vil være berørt av transporten. Eksport av brensel vil ofte også fordele tillatelse fra det landet hvor brenselet i sin tid ble kjøpt.

Det russiske Sosny-instituttet gjorde på oppdrag av Teknisk utvalg en utredning med tanke på forsendelse og opparbeiding av brensel i Russland og estimerte i denne sammenheng kostnadene for klargjøring av brensel for transport til rundt 60 millioner kroner¹. I tillegg kommer kostnader til brenselhåndtering på Kjeller som av Teknisk utvalg ble estimert til 15 millioner kroner. Det vil rimeligvis kunne stilles spørsmål til overføringsverdien av disse estimatene knyttet til en løsning i Frankrike, men tallene gir dog en indikasjon av størrelsen på kostnadene. En forstudie, i tråd med anbefalingen fra Teknisk utvalg vil gi et bedret grunnlag for estimat av kostnader.

8.2 Transport av brukt brensel

I forkant av forsendelse av brukt brensel til Frankrike må detaljer rundt transporten avklares. Logistikkmessige hensyn vil være bestemmende for antallet transporter. Sannsynligvis vil det være hensiktsmessig at transport skjer med skip fra norsk havn.

Til grunn for all transport ligger et strengt regelverk, hvor sikkerheten ivaretas både ved de krav som stilles til transport og ved krav til måten transporten skal foregå på (IAEA, 2000). I henhold til World Nuclear Transport Institute har transport av spaltbart materiale foregått sikkert og rutinemessig i 45 år, noe de tilskriver både et strengt regelverk og god industripraksis (WNTI hjemmeside).

8.3 Opparbeiding av brensel

Opparbeiding av brukt kjernebrensel skjer i dag i store kommersielle anlegg der prosessene er fjernstyrt og strålingsskjermet. Slike anlegg fin-

nes i dag i Europa i Frankrike (La Hague), og i Storbritannia (Sellafield).

All kommersiell opparbeiding av brukt kjernebrensel er basert på PUREX prosessen. Dette innebærer at brenselet kuttes i små biter og deretter løses i konsentrert salpetersyre. Gjennom kjemisk behandling, i flere trinn, ekstraheres uran og plutonium som i sin tur skilles i to prosessstrømmer som etter rensing og kjemisk behandling anvendes som nytt brenselmateriale. Ved ombruk av uran kan behovet for naturlig uran til brensel reduseres med 20–30 %, og behovet for anrikning reduseres med ca. 25 %. Resultatet av opparbeidingen er:

- Vannbaserte løsninger av uran og plutonium som renses og omdannes til faste stoffer
- En salpetersur restløsning av sterkt radioaktive spaltningsprodukter og aktinider. Denne restløsningen kan gjennomgå ytterligere utskilling av aktinider

Restløsningen blir i første omgang lagret på tanker av syrefast stål med flere uavhengige systemer for kjøling og overvåking. Lagringstankene er videre omgitt av solide barrierer av armert betong. Etter noen år blir det flytende avfallet omdannet til fast form – et glassformig produkt (vitrifisering).

Utvalget har anbefalt at det norske brenselet opparbeides ved anlegget ved Cap de la Hague i Frankrike. Dette anlegget ligger på Cotentin halvøya i Normandie. Anlegget utfører opparbeiding av brensel i det kommersielle markedet og har opparbeidet brensel fra blant annet Frankrike, Tyskland, Japan, Sveits, Italia, Spania og Nederland

Utvalget har ingen indikasjon på aktuelle kostnader ved opparbeiding i Frankrike. Studien som Sosny-instituttet gjennomførte på vegne av Teknisk utvalg, estimerte kostnadene for selve opparbeidingen av brenselet til 110–130 millioner kroner². Det er imidlertid store usikkerheter knyttet til overføringsverdien av disse kostnadstallene til en opparbeiding i Frankrike.

8.4 Avfall fra opparbeiding av brukt brensel

Ved opparbeiding av brukt brensel kan alt eller deler av de fraseparerte elementene returneres til opphavslandet. Dette avhenger av de ulike lands lovgivning.

¹ 9,2 til 10,7 millioner dollar, avhengig av løsning

² 18,3 til 22,3 millioner US dollar avhengig av løsning

Høyaktivt avfall må i henhold til fransk lov returneres til Norge. Dette avfallet blandes inn i flytende glass og støpes i metallkapsel. Mengden høyaktivt avfall er ikke estimert, men AREVA har som tommelfingerregel antatt en metallkapsel pr. tonn brensel, hvilket tilsier at returnert mengde høyaktivt avfall vil tilsvare rundt 13 metallkapsel. Hver metallkapsel er da 1,34 meter høy, har en diameter på 0,43 meter og rommer ca. 150 liter (tilsvarende 400 kg) forglasset avfall. Anslaget er basert på kommersielt kjernekraftbrensel, hvor utbrenning er mye høyere enn i det norske brenselet. Antallet beholdere vil derfor kunne bli mindre enn dette.

De transportbeholderne som brukes til høyaktivt avfall, har mye til felles med de beholderne som brukes til transport og lagring av brensel. De franske beholderen av typen TN 81 eller TN 85 er konstruert basert på en TN 24 beholder for brukt brensel. Selv om de nevnte beholdere er godkjent for lagring av høyaktivt avfall i henholdsvis Sveits og Tyskland, er de med en vekt rundt 110 tonn og kapasitet på 20 til 28 metallkapsler for store og vanskelig håndterbare for et norsk mellomlager. AREVA har derfor foreslått at man tilpasser en TN 24 ER beholder, tilsvarende den som foreslås brukt for mellomlagring av brukt brensel til høyaktivt avfall for bruk i Norge.

I tillegg til høyaktivt avfall vil man ved opparbeiding av brukt brensel kunne forvente retur av lav- og mellomaktivt avfall. Dessuten tilkommer kompaktert kapslingsmateriale, som klassifiseres som langlivet høyaktivt avfall (ikke varmeavgivende). Mengde og volum av det dette avfallet forventes ikke å påvirke dimensjoneringen av et nytt mellomlager eller utfordre lagringskapasiteten i KLDRA Himdalen.

Når det gjelder uran og plutonium fra opparbeidingen har AREVA ovenfor Teknisk utvalg foreslått å overta eierskapet. Dette vil da inngå i produksjon av nytt reaktorbrensel. Skulle Norge allikevel velge å ta dette tilbake vil det ha liten betydning for dimensjoneringen av et nytt mel-

lomlager. Dette vil imidlertid medføre utfordringer med hensyn til sikring.

8.5 Miljøkonsekvenser av opparbeiding

Rent prosesssteknisk involverer opparbeiding av brukt brensel relativt store mengder radioaktive materialer, i ulike kjemiske løsninger, og potensialet for utslipp via rutinemessige avfallsstrømmer er derfor større enn for andre typer anlegg som inngår i brenselkretsløpet rundt kjernekraftindustrien. Rutinemessige utslipp fra opparbeidingsanlegg skjer hovedsak i form av utslipp av væske til det marine miljøet (UNSCEAR 2008).

Ved å opparbeide brukt brensel oppkonsentres det høyaaktive avfallet i glass, men det produseres mer lav/middels aktivt avfall som resultat av prosessen og det at radioaktivt materiale håndteres. Det kommer også noe flytende lav- og mellomaktivt avfall ut av prosessen. Dette renses før utslipp til det marine miljø, men rensingen fører til produksjon av mer fast radioaktivt avfall.

Tidligere var ikke renseteknologien god nok og mye radioaktivt avfall ble sluppet ut i sjøen. Dagens teknologi begrenser utslippene, men det blir for snevert å tenke miljøkonsekvenser kun relatert til utslipp. Radioaktivt avfall i seg selv er en miljøbyrde, selv om det er stabilt.

8.6 Utvalgets vurdering

Utvalget mener at brensel med dårlig lagringsstabilitet bør opparbeides i tråd med anbefalingene fra Teknisk utvalg.

Utvalget anbefaler derimot ikke opparbeiding av det resterende stabile brenselet. Opparbeidingsprosessen medfører generering av andre avfallsformer og anses som unødvendig når brenselet allerede er stabilt.

Kapittel 9

Anleggsutforming

Bergan-utvalget anbefalte at et nytt mellomlager etableres som et fjellanlegg. Fase 1-utvalget utredet lagringskonsepter både i form av fjellanlegg og bygning over bakken, men ga ingen klare anbefalinger på anleggsutforming.

Ved etablering av kombinert lager og deponi for lav og mellomaktivt avfall i Himdalen (kapittel 4.1.2) ble det valgt å utforme anlegget som et fjellanlegg.

9.1 Bygning i terrenget

Ved etablering av et nytt mellomlager i form av en bygning står man relativt fritt i utformingen av selve bygningen. Bygningsflatene vil imidlertid være eksponert både i forhold til naturkrefter og menneskelig påvirkning. Stedsspesifikke forhold som grunnforhold, grunnvannstand, flomvannstand, rasfare med mer vil påvirke fundamenterings- og sikringskostnader.

Vanligvis vil en bygning på bakken være dimensjonert for å motstå vanlige levetidspåvirkninger, men vil ikke være utformet for å motstå ekstrem ytre påvirkning som flystyrt eller bruk av sprengstoff. Det vil være opp til nasjonale myndigheter å bestemme hvilke krav som stilles.

Sikring mot ekstrem ytre påvirkning vil endre bygningsutformingen vesentlig, hvor man i prinsippet kan velge mellom to hovedløsninger.

- Et sterkt og stivt skall som kan motstå en punktbelastning og tåle brannbelastning uten indre skader eller deformasjoner.
- Et sterkt skall som absorberer energi gjennom deformasjon, slik moderne biler gjør.

Uansett valg av løsning vil det kreves kraftige konstruksjoner for å motstå påkjenningen i forbindelse med for eksempel flystyrt.

9.1.1 Utforming av standard lagerbygg i terrenget

For estimat av kostnader til grunn for utvalgets vurderinger er det antatt et syntetisk anlegg hvor følgende forutsetninger er lagt til grunn (Jullum, 2011):

- Lagerdelen (216 m²) har plass for ca. 30 containere (10 fots ISO containere) stablet i to høyder og er bygd opp av en midtsone for truckkjøring og håndtering av containere med en lagringsone på hver side.
- Mottaksdelen (216 m²) er bred nok til at lasting og lossing skal kunne skje på en hensiktsmessig måte.
- Brenseldelen (162 m²) er tilstrekkelig for 30 transportable lagringsbeholdere.
- Romhøyde i lagerdelen, brenseldelen og mottaksdelen er 9,0 meter.
- Administrasjonsdel (210 m²) plasseres i tilbygg med mønetak.

Ved utforming av normalt lagerbygg i terrenget (dvs. uten sikring mot flystyrt) legges blant annet følgende forutsetninger til grunn (Jullum, 2010)

- Yttervegger består av standard sandwich elementer med isolasjon
- Taket utformes som et flatt varmt tak med skråskåren isolasjon til renner/sluk og innvendig nedløp med et undertak av betongelementer.
- Det er fullverdige vegger mellom de to ulike lagerdelene og mottaksdel
- Gulv i lagerdel og mottaksdel er absolutt flatt og dimensjonert i henhold til den last som avfallspakkene vil utgjøre. Det er samme gulvkote i alle deler av bygget
- Transporten av avfallscontainere skjer med en containertruck fra avlasting av bil til endelig plassering mens transportable lagringsbeholdere løftes av bil med innleid mobilkran og settes på luftputetruck for transport inn til lagerposisjonen.
- Lagerdelen og brenseldelen er i utgangspunktet ikke oppvarmet mens anlegget for øvrig har

vanlig ventilasjonsanlegg som gir oppfyllelse av forskriftene.

- Administrasjonsdelen skal ha «normale» tekniske anlegg med full komfort
- Det installeres adgangskontroll og perimetersikring med alarmer, kameradeteksjon og utvendig belysning.
- Bygget forutsettes plassert på en tomt som er flomsikker, slik at det kun benyttes normale overvanns og dreneringsløsninger. Bygget forutsettes plassert på en tomt som er jordskjelvsikker og bygningsutformingen må tilfredsstille kravene i prosjekteringsstandardene.
- Det anlegges parkering til 6 biler utenfor anlegget.

Et tidligfaseestimat for dette gir en investeringskostnad på 76 millioner kroner

9.1.2 Utforming av lagerbunker

Utforming og dimensjonering av en bunker vil kreve detaljerte beregninger og erfaringsgrunnlaget for å kostnadsestimere et slikt anlegg ut fra tidligere anlegg, er svært begrenset.

For en flysikret lagerbunker er det tatt utgangspunkt i en løsning basert på ett sterkt og stivt skall av kraftig armert betong med tykkelse på 3,0 meter. Alle vegger, også innervegger, er utformet som skiver. Gulvet i brensel delen er laget som en uavhengig konstruksjon. Administrasjonsdelen til anlegget ligger i et tilliggende bygg som har et brutto areal på 210 m².

Med bakgrunn i de lagringsbehov og den planløsningen som er beskrevet i kapittel 9.1.1, er kostnadene av et slikt anlegg estimert til 305 millioner kroner (tidligfase estimat) (Jullum, 2010)

9.2 Lager i fjellrom

I Norge har man lang erfaring og god kompetanse på bygging i fjell. Den primære fordelene med et fjellanlegg er at det gir meget god beskyttelse mot ytre påkjenning, enten dette er naturkrefter, klimaendringer, terrorisme eller annen menneskelig aktivitet.

For et fjellanlegg er man avhengig av å finne et egnet bergmassiv for etablering. Dette gjelder både i forhold til geologi og at man har en topografi som gir en tilstrekkelig overdekning.

Det vil normalt være lett å ha kontroll med vannstrømning inn mot og ut fra anlegget, for således å hindre skade på anleggets barrieresystem/integritet. Geokjemisk miljø vil måtte tas i

betragtning ved utforming av anlegg, da ugunstig geokjemi vil kunne medføre degradering av barrierer rundt brenselet.

Et fjellanlegg er som regel lite synlig og representerer oftest et mindre inngrep i naturen. Det vil være fullt mulig å ha et akseptabelt fysisk arbeidsmiljø inne i et fjellrom om man kompenserer for at dagslys ikke er tilgjengelig.

Fjellanlegg vil også kunne bygges selv om forholdene ikke er optimale, men da til en noe høyere kostnad enn ved optimale forhold. Energikostnader til oppvarming og klimakontroll av et fjellrom vil ofte være lave fordi bergmassivet bidrar til stabile temperaturer og fuktnivå i forhold til variasjonene utenfor. Fjellet vil utgjøre en beskyttelse med klart mindre behov for vedlikehold enn et bygg som er fullt eksponert for ytre nedbrytningsmekanismer.

9.2.1 Utforming av fjellanlegg

Dette bygget skal ha samme innhold og geometri som et bygg på terreng. Til grunn for utvalgets vurderinger av kostnader er det antatt følgende forutsetninger til grunn for et syntetisk anlegg:

- Selve fjellhallen har en lengde på 36 meter og en bredde på 21 meter. Midt i hallen vil høyden være 14,5 meter for å avta mot kantene.
- Inne i tunnel oppføres en enklere konstruksjon med vegger og tak for å sikre stabile lagringsforhold og for å lede vekk vann som siger inn fra tunnelen.
- Anlegget har en adkomsttunnel som er 150 meter lang og med en bredde på 6 meter. Høyde i senterlinjen på 6 meter og avtar mot kanten.
- Atkomsttunnelen har en svak stigning inn mot anlegget for å sikre drenasje ut. Potensiell stigningen vil imidlertid være begrenset av behovet for tung transport.
- Overdekningen til anlegget er minimum 1,3 ganger største bredde. Dette tilsvarer 27 meter for det nevnte anlegget.

Kostnadene for anlegget er estimert til 80 millioner kroner. Dette inkluderer et administrasjonsbygg på 210 m² plassert utenfor anlegget.

9.2.2 Utvalgets vurdering

I forhold til kravene i kapittel 6, ligger hovedforskjellen i anleggsutformingen i at et fjellanlegg vil være godt beskyttet mot flystyrt, terrorisme og annen ytre påkjenning. En bygning på bakken vil være et fullgodt alternativ forutsatt at den er til-

strekkelig dimensjonert for å kunne motstå ytre påkjenning alternativt at beskyttelsen mot ytre påkjenning ligger i selve lagringskonseptet. En fjellhall vil ofte medføre mindre synlige inngrep i naturen og kreve mindre vedlikehold enn en bygning i terrenget.

Byggekostnadene for et fjellanlegg vil i henhold til estimatene ikke være vesentlig forskjellig fra kostnadene for en standard lagerbygg i terrenget. Begge disse alternativene er imidlertid vesentlig rimeligere enn en bunker i terrenget som er beskyttet mot ekstrem ytre påkjenning.

Vedlikeholdskostnader for en antatt levetid på 50 til 100 år vil for en bygning i terrenget være vesentlig høyere enn for et fjellanlegg, fordi en bygning vil ha en fasade eksponert for klima. Etter endt bruk vil kostnadene ved å avvikle et fjellanlegg være lave, mens det vil være svært kostbart å fjerne en bunker i massiv betong.

Det er viktig å være oppmerksom på at kostnader for et nytt mellomlager eller et fjellanlegg vil

avhenge av den detaljerte utformingen av anlegget, hvor man tar hensyn til alle forhold ved lokaliteten. Dette inkluderer også behovet for oppgradering av vei og annen viktig infrastruktur. Til grunn for utformingen av anlegget må dessuten ligge en grundigere vurdering av arealbehov og geometrier basert på type og antall avfallspakker som skal lagres, behovet for infrastruktur for løfting og håndtering, tiltak for fysisk beskyttelse etc.

Utvalget har lagt til grunn at det lages en betongbygning inne i fjellhallen for å gi mulighet til full klimakontroll der avfallscontainere og brenselsbeholdere står. Dersom man ikke stiller krav til indre klima kan denne indre bygningen forenkles.

Løfteutstyr er ikke inkludert i kostnadene, og forventes også å være uavhengig av anleggsutforming. Et anlegg vil kunne ha en traverskran, men løft av transportable lagringsbeholdere vil også kunne gjøres ved hjelp av innleid utstyr.

Kapittel 10

Løsningsalternativ

Mandatet pålegger utvalget å utrede løsninger som sikrer tilfredsstillende lagerforhold og kapasitet i et 50–100 års tidsperspektiv. Utvalget skal i henhold til mandatet utrede følgende løsninger:

- Modifisering eller utvidelse av eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden for således å sikre tilfredsstillende lagerforhold og kapasitet i et 50–100 års tidsperspektiv ved bruk av ett eller flere eksisterende lagre (alternativ 1)
- Et nytt mellomlager i tilknytning til eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden, for således å benytte eksisterende infrastruktur og kompetanse og begrense veitransport av radioaktivt materiale (alternativ 2)
- Et nytt mellomlager i Norge i form av et samlagringsanlegg for brukt brensel og langlivet middelsaktivt avfall (alternativ 3)

Utvalget har lagt til grunn at aktuelle løsninger skal være i tråd med krav definert i kapittel 6. I beskrivelsen av løsningsalternativer har utvalget spesielt vektlagt mandatets føringer om at foreslåtte løsninger skal sikre tilfredsstillende lagerforhold og kapasitet i et 50–100 års tidsperspektiv og at løsningen, i den grad det er mulig med dagens kunnskap, ikke skal kreve ompakking av brenselet ved en framtidig deponering. Utvalget har derfor lagt til grunn følgende tekniske forutsetninger for alle løsningsalternativene som er definert:

- Store deler av brenselet har dårlig lagringsbestandighet og må derfor stabiliseres før bruk. Beste tilgjengelige opsjon vil da være at dette avfallet sendes til opparbeiding i Frankrike (jf. kapittel 2 og kapittel 8).
- Avfallet som returneres etter opparbeidingen i Frankrike vil inngå i det nye mellomlageret. Mest hensiktsmessig vil da være at lagringen skjer i samme beholdere som det returneres i (jf. kapittel 8.3).
- Brensel med god lagringsbestandighet overføres for mellomlagring i transportable lagrings-

beholdere. Dette er en løsning som har flere fordeler, bl.a. er den løsningen som er best i samsvar med mandatets forutsetning om i størst mulig grad å unngå å pakke om brenselet før en framtidig deponering. Brensel pakket i transportable lagringsbeholdere vil være klargjort for transport til deponistedet.

- Det vil i et antatt tidsperspektiv på 50 til 100 år være hensiktsmessig å samle brukt brensel og avfall på ett anlegg. Dette fordi en samlet anlegg vil være lettere å sikre, kontrollere og administrere enn om brensel fordeles på flere anlegg. Et samlagringsanlegg vil rent generisk være bygd opp av en brenselsdel, en avfallsdel, en lastesone og en administrasjonsdel. Anlegget må rent byggeteknisk være egnet og dimensjonert i henhold til myndighetenes krav til beskyttelse mot ytre påvirkning. Anlegget må ha tilstrekkelig kapasitet til å ta imot avfall man med stor sikkerhet vet vil komme og utvidbarhet for avfall man i dag ikke kjenner (jf. kapittel 9).

Utvalget har ikke klart å identifisere løsninger hvor eksisterende anlegg vil kunne oppgraderes til å etterleve de ovenfor nevnte forutsetningene. Dette skyldes at tilgjengelige areal ikke er store nok og at eksisterende anlegg neppe er dimensjonert i henhold til den belastning som lagringsbeholdere medfører. Arealbehovet for anleggsdelen av et nytt mellomlager er estimert til rundt 600 m² for å kunne ta hånd om både brukt brensel og annet radioaktivt avfall (jf. kapittel 9.1.1) og er vesentlig høyere enn de arealer som eventuelt vil kunne frigis innenfor eksisterende anlegg. Utvalget har derfor valgt å beskrive alternativ 1 som et rent utsettelsesalternativ, hvor brensel og avfall fortsatt lagres i eksisterende lagre. Til forskjell fra «nullalternativet» som ble beskrevet at Bergan-utvalget, innebærer alternativ 1 en opparbeiding av brensel med dårlig lagringsstabilitet og derfor at mengden brensel som lagres vil reduseres med $\frac{3}{4}$ sammenlignet med i dag.

10.1 Modifisering eller utvidelse av eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden (Alternativ 1)

Som nevnt ovenfor innebærer alternativ 1 at brukt brensel og radioaktivt avfall inntil videre lagres i eksisterende lagre, med unntak av brensel som sendes til opparbeiding.

Den primære fordelene ved alternativet er at det åpner for en videre bruk av eksisterende bygningsmasse og fjellanlegg etter en framtidig avvikling av eksisterende nukleær virksomhet ved IFE. Likeledes vil eventuelle bygninger og infrastruktur som vil måtte bygges opp som en del av en framtidig avvikling også kunne inngå i en framtidig mellomlagerløsning. Da det ikke er satt noen dato for en avvikling, representerer alternativet en utsettelse på ubestemt tid.

I tillegg til gjenbruksverdien av eksisterende og framtidige bygninger og infrastruktur innebærer alternativet at man utsetter stillingstaking til lagringskonsept for det lagringsstabile brenselet. Dette kan potensielt åpne for at en framtidig valgt løsning baserer seg på en lagringsteknologi som i dag ennå ikke er tilgjengelig. Løsningen gir samtidig en opsjonsverdi i forhold til alternative strategier til mellomlagring i 50 til 100 år etterfulgt av en nasjonal deponiløsning. Alternativene vil da kunne være opparbeiding av det resterende brensel, at brensel sendes ut av landet for mellomlagring eller deponering, eller at Norge implementerer en deponiløsning tidligere enn forutsatt.

Ulempen med alternativet er at løsningen generelt vil ha en lavere standard enn det som forventes av et nytt mellomlager, og da spesielt i forhold til beskyttelse mot ekstern påvirkning (flystyrt, terror etc.). Brensel vil heller ikke være klargjort for transport til et deponi og vil da forutsette tilgjengelighet av infrastruktur for å klargjøre brenselet for transport når mellomlagringen er ferdig.

Brenselet vil være beskyttet av færre og svakere barrierer enn ved lagring i transportable lagringsbeholdere. Dette vil delvis kunne avhjelpes om man flytter brenselet over i en ny beholder under en atmosfære av inert gass.

10.2 Nytt mellomlager i tilknytning til eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden (Alternativ 2)

Alternativ 2 innebærer at man bygger et nytt lager inne på IFEs område på Kjeller og/eller i Halden. Selv om det vil kunne være mulig å fordele brukt

brensel og radioaktivt avfall på flere anlegg, har utvalget lagt til grunn at et nytt anlegg utformes som et samlagingsanlegg.

Den primære fordelene med å plassere et anlegg inne på IFEs område vil være tilgang til infrastruktur og kompetanse for håndtering av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Dette inkluderer også støttefunksjoner knyttet til strålevern, sikkerhet, kvalitetssikring, fysisk sikring, sikkerhetskontroll, transportrådgivere, kritikalitetssikring etc. Dette er funksjoner som vil være dekket på begge lokaliteter, selv om utformingen av anleggene er noe forskjellig på Kjeller og i Halden.

Et samlagingsanlegg vil kunne utformes som beskrevet i kapittel 9, og et nytt anlegg vil potensielt kunne utformes enten som et anlegg på bakken eller som et fjellanlegg. Da det på Kjeller ikke finnes noe fjell, vil det være følgende løsningsalternativer under alternativ 2:

- Nytt lagerbygg inne på IFEs område på Kjeller (Alternativ 2.1).
- Nytt lagerbygg inne på IFEs område i Halden (Alternativ 2.2)
- Fjellanlegg i Halden (alternativ 2.3)

10.2.1 Nytt lagerbygg inne på IFEs område på Kjeller (Alternativ 2.1).

Det er innenfor IFEs område på Kjeller flere mulige lokaliteter for et nytt mellomlager. Det vil sannsynligvis være mest hensiktsmessig om lagerbygget plasseres i nærheten av Met. Lab II, da det er i denne bygningen hotcelleanlegget er plassert samtidig som denne bygningen inneholder det lagringsbestandige brenselet som er på Kjeller. IFEs området på Kjeller er regulert til industri og kontorvirksomhet (Skedsmo kommune, 1996) og nukleære virksomhet er lokalisert på en campus sammen med annen forskningsaktivitet. Terrenget er lite kupert og kjennetegnes rent geologisk av marine sedimenter.

10.2.2 Nytt lagerbygg inne på IFEs område i Halden (Alternativ 2.2)

Halden-reaktoren (HBWR) er lokalisert på et industriområde sammen med Norske skog. Selve reaktoren er sprengt inn i fjell, mens de fleste støttefunksjoner er lokalisert i bygninger inne på området.

Utførelse av et nytt mellomlager på bakkeplan i Halden kan skje ved at deler av berget sprennes bort, alternativt at deler av eksisterende bygningsmasse rives og erstattes av et nytt bygg.

Utvalget har ikke tatt stilling til den konkrete plasseringen av lageret, men anser at det vil kunne være mulig å se dette opp mot den samlede behandlingen av brukt brensel og radioaktivt avfall på stedet.

Området er regulert som industriområde hvor skråningen over selve reaktoren inngår i et parkbelte som skaper fysisk og visuell avstand mellom industriområdet og bebyggelsen i tilgrensende områder. Området grenser i vest mot et område regulert til høyspentanlegg.

10.2.3 Fjellanlegg i Halden (alternativ 2.3)

Alternativt til en utførelse av et nytt mellomlager i Halden i form av en bygning vil være at anlegget bygges som et fjellanlegg. Sannsynligvis vil det være mest hensiktsmessig at man tar utgangspunkt i en eksisterende tunnel som går parallelt med adkomsttunnelen til HBWR og som i dag brukes til behandling og lagring av radioaktivt avfall. Dette lagringsarealet må da erstattes, gjerne i form av et nytt bygg.

Berggrunnen ved HBWR består av migmatiske gneiser av antatt sedimentær opprinnelse. Terrenget er skrånende, slik at mulig overdekning for et fjellanlegg også vil variere. Overdekningen til reaktorhallen til HBWR er 50 meter (IFE 2006g). På oversiden av bergknausen, Månefjellet, er det et boligområde.

Fordelen med å bruke en eksisterende tunnel til atkomst er at man reduserer massen som må sprenges ut. Dette vil ha liten påvirkning på totalkostnaden, men reduserer risikoen for at nytt anlegg påvirker grunnvannet. Det regnes ikke å være noen vesentlige problemer knyttet til sprengingsarbeider tett opp til reaktoren, forutsatt at sprengingen følger pålagte restriksjoner.

10.3 Samlagingsanlegg i Norge (alternativ 3)

Alternativ 3 baserer seg på et generisk samlagingsanlegg, utformet med en lagerdel for brukt brensel, en lagerdel for annet radioaktivt avfall, en lastesone og en administrasjonsdel (jf. kapittel 9).

10.3.1 Samlagingsanlegg i fjellanlegg på en ny lokalitet (Alternativ 3.1)

Den grunnleggende forutsetningen for bygging av et fjellanlegg vil være en egnet lokalitet. Til grunn for vurdering av aktuelle lokaliteter vil være krav tilsvarende dem som utvalget la til

grunn for vurdering av aktuelle lokaliteter i kapittel 11.

Uavhengig av lokalisering er det antatt at et fjellanlegg vil kunne ha en utforming tilsvarende den utformingen som er beskrevet i kapittel 9.2.1. Lengden av adkomsttunnelen og krav til fjellsikring vil da i stor grad avhenge av geologi og topografi på stedet. Tilsvarende vil anleggsutforming i stor grad bero på tilgjengelighet og standard på vei og annen infrastruktur.

10.3.2 Samlagingsanlegg i frittliggende bygning på en ny lokalitet (Alternativ 3.2)

Antar man at behovet for beskyttelse mot ekstrem ekstern påvirkning vil være ivaretatt gjennom selve lagringskonseptet vil et nytt mellomlager kunne etableres i en relativt ordinær lagerbygning, slik det er beskrevet i kapittel 9.1.1. Bygningen må imidlertid være dimensjonert i henhold til den belastning som den høye vekten av transportable lagringsbeholdere vil utgjøre.

Ved etablering av et nytt mellomlager i en frittliggende bygning må det tas høyde for at anlegget bør kunne utvides for å motta avfall man i dag ikke kjenner. Krav til fysisk sikring vil dessuten påvirke arealbehovet ved at det må etableres en sikkerhetssone rundt anlegget avgrenset av et ytre gjerde (perimeter).

10.4 Kostnadsestimat

Tabell 10.1 gir et estimat av kostnader for de ulike løsningsalternativene. Estimaten baserer seg på følgende forutsetninger:

- Kostnader for opparbeiding av brukt brensel med dårlig lagringsbestandighet er basert på Teknisk utvalgs rapport og baserer seg på en gjennomføring ved russisk anlegg. Disse kostnadene er av det russiske Sosny-instituttet estimert til 37,5 til 40,9 millioner USD, forutsatt retur av avfall til Norge. Dette estimatet inkluderer pakking og forberedelse, transport, opparbeid, retur av avfall, prosjektadministrative kostnader og uforutsette utgifter. I tillegg kom 15 millioner kroner for oppgraderinger av infrastruktur og klargjøring av brensel for foresendelse. Det finnes ikke noen tilsvarende vurdering knyttet til opparbeiding av det norske brenselet i Frankrike. Generelt kan det dog være rimelig å anta et prisnivået som er vesentlig høyere enn i Russland. Dette innebærer en usikkerhet i de absolutte kostnadsestimatene.

Usikkerheten vil ikke ha betydning for sammenligningen av alternativene, da opparbeiding forutsettes for alle alternativene.

- Kostnader for transportable lagringsbeholdere er estimert av AREVA på vegne av utvalget (AREVA-2010), hvor kostnader for 22 transportable lagringsbeholdere var estimert til 36 millioner EURO. I tillegg tilkom utgifter til konstruksjon og lisensiering. Denne var ikke spesifisert, men var for transportable lagringsbeholdere og bygninger samlet estimert til 5,6 millioner EURO. Kostnadene til transportable lagringsbeholdere vil reduseres om videre utredninger viser at behovet er lavere enn det antallet beholdere som er forutsatt.
- Estimater av anleggskostnader baserer seg på innholdet i kapittel 9 og et antatt samlet arealbehov på ca. 600 m² (jf. kapittel 9.1.1). Det er ikke differensiert på kostnader knyttet til lokalisering. Det er heller ikke tatt høyde for at en lokalisering i Halden eller på Kjeller ville kunne medføre noe redusert arealbehov, men effekten av dette antas som relativt begrenset. Brukerutstyr, eksempelvis løfteutstyr, vil komme i tillegg.

Med unntak av alternativ 1 er det små forskjeller i pris mellom alternativene. En løsning basert på alternativ 1 vil sannsynligvis ha en langt kortere restlevetid enn en løsning basert på et nytt lagringskonsept. Det vil derfor være en betydelig risiko for at en slik løsning blir utdatert eller ikke lengre ivaretar myndighetenes krav og at man av den grunn må gjøre nyinvesteringer. Alternativ 1 binder imidlertid mindre kapital enn de andre løsningene, i tilfelle av at man på et senere tidspunkt ønsker å endre strategi for behandling av brukt brensel.

I forhold til drift av et anlegg vil det inngå en del allmenne kostnadselementer som personellkostnader, kontorhold, administrative kostnader, vedlikehold, elektrisitet etc. Disse kostnadselementene vil antagelig i stor grad være uavhengig av lokalisering, men vil sannsynligvis være høyere for en løsning basert på en eldre bygningsmasse enn for et moderne anlegg. Rent kvalitativt vil det være rimelig å anta disse kostnadene som høyest for alternativ 1, siden brenselet her er fordelt over flere lagre og i en eldre bygningsmasse. Vedlikeholdskostnader knyttet til et fjellanlegg (alternativ 2.3 og alternativ 3.1) antas også som lavere enn for et bygg i terrenget, og som vil ha en fasade eksponert for klima.

For driften av et nytt mellomlager vil det tilkomme en del kostnadselementer som er spesifikke for denne typen virksomhet. Dette er eksempelvis kostnader knyttet til etterlevelse av krav til kompetansesikring, sikkerhetskontroll, strålevern- og miljøovervåkning, vakthold og fysisk beskyttelse samt oppfølging av ulike myndighetskrav. Det vil være personellkostnader knyttet til utarbeidelse og vedlikehold av prosedyrer og kvalitetssystemer, beredskapsplaner, sikkerhetsrapporter, søknader om konsesjon og godkjenninger. Tilsyn med anlegget vil medføre krav om tilsynsavgift til Statens strålevern.

Utvalget anslår at årlige driftskostnader for et nytt mellomlager kan ligge i størrelsesorden 3 til 6 millioner kroner. Dette er et løst estimat som er basert på at årlig driftstilskudd til KLDRA Himdalen er rundt 4,2 millioner kroner. For fysisk sikring vil man anta driftskostnader som lavere ved en lokalisering på inne på IFEs område på Kjeller eller Halden (alternativ 1 og 2) enn ved en ny lokalitet (alternativ 3). Utvalget anser det imidlertid svært vanskelig å estimere disse kostnadene.

Tabell 10.1 Kostnader for de ulike løsningsalternativene (gitt i millioner kroner).

	Alt 1	Alt 2.1	Alt 2.2	Alt 2.3	Alt 3.1	Alt 3.2
	Modifisering eller utvidelse av eksisterende anlegg	Nytt lagerbygg inne på IFEs område på Kjeller	Nytt lagerbygg inne på IFEs område i Halden	Fjellanlegg i Halden	Samlagringsanlegg i fjellanlegg på en ny lokalitet	Samlagringsanlegg i frittliggende bygning på en ny lokalitet
Opparbeiding	265					
Lagringskonsept	0	320				
Anleggskostnader	0	75	75	80	80	75
Sum	265	660	660	665	665	660

10.5 Utvalgets vurdering

I henhold til målene for et nytt mellomlager, definert i kapittel 6, skiller alternativene seg primært i det følgende.

- Kravet til «Sikkerhet og fysisk sikring» (kapittel 6.4.1) antas best ivaretatt i de alternativene som innebærer at brukt brensel overføres til transportable lagringsbeholdere. Sikkerhet og fysisk sikring vil ytterligere styrkes ved utforming av et nytt mellomlager i fjell.
- Kravet til «Ikke å overlate byrde til framtidige generasjoner» (kapittel 6.4.6) anses best ivaretatt om brukt brensel før mellomlagring er klargjort for transport til sluttløsning.
- Kravet til «Åpenhet, allmennaksept og samfunnsmedisinske forhold» (kapittel 6.4.7) antas best ivaretatt på kort sikt om nytt mellomlager lokaliseres sammen med eller i umiddelbar nærhet av eksisterende nukleær virksomhet. Erfaring tilsier samtidig at allmennaksept vil være høyest ved lokalisering i et industrielt område.

10.5.1 Fordeler og ulemper ved alternativ 1

Alternativ 1 (Modifisering eller utvidelse av eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden) medfører at man går glipp av fordelene ved overgang til et nytt og mer moderne lagringskonsept. Utvalget anser det derfor som lite tilfredsstillende å benytte seg av alternativ 1 da dette ikke vil gi nevneverdig gevinst i form av økt sikkerhet eller mindre byrde på fremtidige generasjoner.

Det er også store usikkerheter knyttet til oppgraderbarheten til eksisterende lager, både med tanke på lagringsvolum og dimensjonering for vekten på transportable lagringsbeholdere med høyaktivt avfall fra opparbeiding av brensel med dårlig lagringsstabilitet. Eksisterende lagerarealer har neppe tilstrekkelig bæreevne til å tåle vekten av lagringsbeholdere. Dersom man velger modifisering av anlegget på Kjeller eller i Halden, så vil bygningsmessige strukturer sannsynligvis endres betydelig for å kunne benyttes. De må da tømmes og bygges om.

10.5.2 Fordeler og ulemper ved alternativ 2

Ved alternativ 2 (Nytt mellomlager i tilknytning til eksisterende anlegg på Kjeller og/eller i Halden) vil man stå fritt i forhold til de begrensninger man har i eksisterende lagre samtidig som man kan dra fordelene av en lokalisering i tilknytning til eksisterende nukleær virksomhet.

Den primære fordelene med alternativ 2 er at man kan dra fordel av den kompetanse og infrastruktur som er på IFE. Et anlegg vil også dra nytte av det tiltak innen fysisk beskyttelse som er etablert på IFE. Ulempen er at et slikt anlegg vil kunne legge beslag på arealer som kan brukes til annen virksomhet og at utvidelsesmulighetene kan være begrenset.

Halden-alternativene skiller seg fra en løsning på Kjeller ved at den aktuelle lokaliteten i Halden ligger innenfor et industriområde og at det i mindre grad vil være interessekonflikter knyttet til en planlagt utvikling for området enn på Kjeller. I tillegg antas allmennaksept for løsningen i fjell som høyere enn for løsningen over bakken.

Utvalget har i kapittel 9 uttrykt preferanser for utforming av et anlegg i fjell sammenlignet med et bygg på bakken. Området på Kjeller er ikke egnet for å bygge et anlegg i fjell. Det er i Halden allerede en tunell i tilknytning til reaktor-anlegget som kan brukes som adkomsttunell for et nytt mellomlager. I kombinasjon med mulighet for bruk av eksisterende infrastruktur i Halden vil dette gi noen besparelser i forhold til det volumet som må sprenges ut.

Det meste av det brukte brenselet som tenkes mellomlagret ligger allerede i dag lagret i Halden slik at en løsning i Halden vil redusere behovet for transport. Tilsvarende vil eksisterende fjellrom og bygninger i Halden kunne tenkes å ha gjenbruksverdi som mellomlager for eventuelt rivingsavfallet fra HBWR som lar seg deponere i KLDRA Halden.

10.5.3 Fordeler og ulemper ved alternativ 3

Den primære fordelene med alternativ 3 (samlagringsanlegg i Norge) er at man står helt fritt i lokaliseringen. For et fjellanlegg kan man da velge en lokalitet som geologisk er optimal. Man står dessuten fritt til å bruke et eventuelt eksisterende og egnet fjellrom eller en bygning.

Utfordringen ved en ny lokalitet vil være å skaffe aksept i lokalsamfunnet rundt en lokalisering på et sted hvor tilsvarende virksomhet ikke eksisterer. Andre forhold som vil spille inn er alternativ utnyttelse av den lokaliteten man velger, hvor aksept høyst sannsynligvis vil være høyere i et industriområde enn i et viktig rekreasjonsområde eller et boligområde, tett ved en skole, barnehage eller lignende.

Fordelen med en ny lokalitet vil videre være at man står fritt i å bygge et topp moderne anlegg i tråd med alle krav og forventninger. Sammenlignet med et anlegg på IFEs område kan et slikt

anlegg antas som noe mer kostbart å etablere og drifte, siden det vil være vanskeligere å nyttiggjøre seg eksisterende infrastruktur og kompetanse. En slik løsning vil også gi et høyere behov for transport av brukt brensel og radioaktivt avfall enn de andre løsningene.

10.6 Utvalgets anbefaling

Flertallet i utvalget mener at den beste løsningen er å benytte den allerede eksisterende tunnelen ved anlegget i Halden. Det kan da relativt enkelt etableres et lagringsanlegg i fjell i tilknytning til

eksisterende infrastruktur uten at dette båndlegger nye ressurser. En slik løsning vil også innebære noe mindre transport av brukt brensel enn ved de andre alternativene, siden mesteparten av det stabile brenselet allerede befinner seg i Halden.

Alternativt kan et nytt mellomlager utformes på en ny lokalitet. Fortrinnsvis bør det da vurderes å utforme anlegget som et fjellanlegg, da fortrinnsvis i nærheten av Kjeller eller Halden. Se kapittel 11 for en beskrivelse og utvalgets vurdering av en eventuell ny lokalisering for et nytt lager utenfor IFEs områder.

Kapittel 11

Lokalisering

Som alternativ til en lokalisering inne på de nukleære områdene anser utvalget at man primært bør vurdere lokaliteter i umiddelbar nærhet av Halden og Kjeller eventuelt i området mellom Halden og Kjeller. Ved å velge lokaliteter i nærheten av eksisterende anlegg, eller mellom disse, er det muligheter for at nåværende infrastruktur og kompetanse til en viss grad kan benyttes.

Utvalget har i kapittel 9 vurdert anlegg over og under bakken og konkludert med at et anlegg under bakken (fjellanlegg) vil være det beste alternativet dersom det skal bygget et nytt anlegg utenfor IFEs eksisterende virksomhet.

11.1 Mulige lokaliseringer for et samlagingsanlegg

Med eksisterende bygningsteknikk er det i realiteten få begrensninger på lokaliseringen av et nytt mellomlager. Et stort antall nyere tunnelprosjekter har imidlertid vist at lokalisering har stor betydning for kostnadene for utformingen av

anleggene. Manglende sikringstiltak har i enkelte tilfeller medført betydelige kostnader i form av følgeskader ved endringer i grunnvannsnivå.

Med utgangspunkt i en geografisk avgrensning til nærområdene rundt Kjeller og Halden, samt områder mellom disse, har utvalget identifisert 10 områder som ut fra berggrunn, topografi, løsmasser framstår som lovende for etableringen av et nytt mellomlager. Disse er oppsummert i tabell 11.1.

På anmodning fra utvalget har NGU (Norges Geologiske Undersøkelse) vurdert disse lokalitetene. NGUs vurdering bygde på følgende kriterier:

1. Egnen bergart. Vanligvis ikke sterkt oppsprukket. Kan være petrografisk der noen bergarter er seigere enn andre. Kan også karakteriseres ut fra brønndata, ved at der det er mange brønner er bergmassen oppsprukket.
2. Starter med gabbroer/amfibolitter som et utgangspunkt fordi den er seig med mineraler som vokser i hverandre. Ved at den er seig blir sprekker lukket.
3. Topografi. Anlegget må plasseres i høydedrag som er stort nok til å romme anlegget med nød-

Tabell 11.1 Kandidater for lokalisering av et nytt mellomlager

Lokalitet	Fylke	Kommune	Bergart
1. Mysen nord	Østfold	Trøgstad/Eidsberg	Granatbiotittgneis
2. Tomter	Akershus	Ski	Øyegneis
3. Bøleråsen	Østfold	Spydeberg	Biotittgneis, granitt
4. Høgåshøgda	Akershus/Østfold	Auskog-Høland/Trøgstad	Granittbiotittgneis, Migmatitisk gneis
5. Vindsknatten	Østfold	Marker	Pyroksenamfibolitt (gabbro)
6. Breidmåsan	Akershus	Rælingen	Glimmergneis
7. Vardeåsen	Akershus	Skedsmo	Tonalittisk gneis
8. Grimsrød	Østfold	Halden	Glimmergneis
9. Bjørnholden	Akershus	Skedsmo	Granittisk gneis
10. Klaretjernhøgda	Østfold	Aremark	Granatbiotittgneis

vendig overhøyde. Det er generelt mindre oppsprekking i dybden grunnet spenninger og at sprekker fylles med mineraler.

4. Unngå dypforvitring som normalt går ned til ca. 100–150 meter.
5. Unngå leirfylte slepper.
6. Unngå at vi har vassdrag og innsjøer over anlegget.
7. Unngå at vi har virksomhet, bygninger med mer over anlegget.
8. Unngå spesielle vernerestriksjoner over.
9. Unngå områder med mye radon.
10. Kan være en fordel med noe løsmassedekke på toppen.
11. Kilder til disse vurderinger er:
 - a. Berggrunnskart
 - b. Brønndatabasen
 - c. Reguleringsstatus/reguleringskart

NGUs vurdering (NGU, 2010 a) gir en beskrivelse av de ulike lokalitetene ut fra NGUs datagrunnlag for de aktuelle områdene. Ut fra tilgjengelige kartgrunnlag gir rapporten en beskrivelse av reguleringsstatus for den enkelte lokalitet samt avstand til vei og jernbane.

11.2 Lokalitetsvurdering

Basert på NGUs beskrivelse (NGU, 2001a) har utvalget valgt ut seks lokaliteter for grundigere geologisk kartlegging basert på en antatt egnethet hvor man også har en geografisk spredning. Av disse lokalitetene er det to i nærheten av Kjeller, to i nærheten av Halden og to langs veien mellom Halden og Kjeller. Utvalget har fått bistand fra NGU for å vurdere følgende foreslåtte stedsvalg:

1. Mysen Nord (Lokalitet 1)
2. Tomter Vest (Lokalitet 2)
3. Vardeåsen (Lokalitet 7)
4. Grimsrød (Lokalitet 8)
5. Bjørnholen (Lokalitet 9)
6. Klaretjernhøgda Lokalitet 10)

Vurderingene fra NGU baserte seg på feltebefaringer ved berggrunnsgeolog og løsmassegeolog. Formålet med feltebefaringene var å kvalitetssikre de kartdataene fra den tidlige rapporten ved hjelp av supplerende studier i felt. I oppsummeringene av rapporten heter det blant annet (NGU, 2010b):

«Feltobservasjonene viser at i alle lokaliteter er hovedbergarten gneis varierende fra glimmergneis til granittisk- og migmatittisk gneis. I lokalitetene 1, 2, og 7 finnes det mindre forekomster av

mafiske bergarter varierende fra amfibolitt til metagabbro, i form av ganger eller mindre kropp. I lokalitet 2 finnes det et område på ca. 0,2 km² sammenhengende metagabbro.

I alle lokaliteter har bergartene flere sprekke- eller forkastningssoner etter hovedretningene NØ-SV og NV-SØ med mindre variasjoner. Data fra flymagnetiske målinger og tolkning av mulig- eller sannsynlig dypforvitring i berggrunnen finnes kun for lokalitetene 2, 7 og 9. Innefor disse tre lokaliteter faller tolket dypforvitring hovedsakelig sammen med de større forkastningssoner, slik at det finnes større volum i berggrunnen mellom slike forkastninger som ville muligens være ubørørt av dypforvitring.

Bortsett fra området ved Grimsrød (Lokalitet 8) består alle de aktuelle lokalitetene vesentlig av tynne, usammenhengende dekke av løsmasser. Bart fjell med tynt humusdekke dominerer på høydedragene, mens det er myrlendt i de relativt små bassenger og forsenkninger som fins her. De tynne løsmassedekkene representerer ikke noe hinder eller vesentlige begrensninger for overflatevann å trenge ned i fjellgrunnen.

Over høydedraget på Tomter (Lokalitet 2) utgjør randmorenen et helt belte med tykke løsavsetninger som består av morenemateriale med innslag av breelvmateriale og strandsand. Avrenning og drenering fra randmorenen foregår mot nord og ned proksimalsiden. Lokalt vil nok morenen her begrense overflatevannets muligheter til å trenge ned i fjellgrunnen, men for hele høydedraget sett under ett har dette liten eller ingen betydning for det totale dreningsmønster.

Grimsrød er den eneste lokaliteten som har løsmasser av betydning. De flate områdene som er dekket med marine silt- og leiravsetning er relativt tette og nedbørsavrenningen herfra vil i stor grad skje på overflaten og i mindre grad trenge ned i fjellgrunnen. Flere små bekker drenerer herfra og ned mot Tisedøla. Imidlertid fins det en og del «punkteringer» i løsmassedekket der fjellet stikker opp og overflatevannet har muligheter til å trenge ned i undergrunnen.

Generelt har alle de seks utvalgte lokaliteter en topografi som er karakterisert av et høydedrag med varierende høydeforskjell i forhold til omkringliggende terreng. Lokalitetene 1, 2 og 10 har forholdsvis lite høydeforskjell i topografien, lokalitetene 7 og 9 har mer utpreget topografi med større høydeforskjell, mens topografien i lokalitet 8 er karakterisert av en markant høydeforskjell mot elva Tista. I sistnevnte lokalitet eksisterer det fjellanlegg som kan bidra med observasjoner og

erfaringer angående berggrunnsgeologi og hydrogeologiske forhold.

Uten omfattende undersøkelser med bruk av geofysiske metoder og boringer er det vanskelig å si noe konkret og sikkert om de stedsspesifikke hydrogeologiske forholdene. Ut fra de geologiske befaringer som er gjort, er det Bjørnholen (Lokalitet 9) som peker seg ut som ugunstig fra et hydrogeologisk synspunkt som følge av flere utpregende sprekkeretninger. Klaretjernhøgda (Lokalitet 10) er også gjennomskåret av forkastninger, men her ser forholdene ut til å være mer oversiktlige slik at sprekkesonene kan unngås gjennom god prosjektering. For øvrig kan ingen av de foreslåtte områdene umiddelbart forkastes på grunn av hydrogeologiske forhold. Det forutsettes en fornuftig plassering i forhold til lokal topografi og antas at et så vidt lite lager kan legges under et høydedrag slik at mest mulig av nedbøren renner bort på overflaten og slik at en unngår svakere og mer oppsprukkede geologiske partier som gjerne framstår som forsenkninger, kløfter og dalganger.»

Utvalget har på basis av NGUs rapporter og egen befarings gitt følgende vurdering av lokalitetene.

11.2.1 Bjørnholen

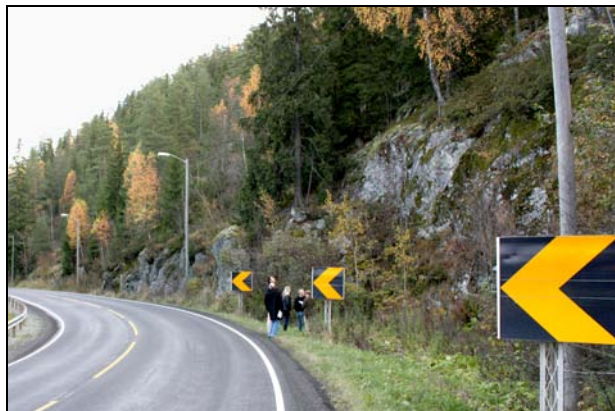
Topografisk egnet, men ugunstig sett fra et hydrogeologisk synspunkt på grunn av at bergrunnen er oppsprukket med flere utpregede sprekketninger. Adkomsten er ikke den beste med bratt og svingete vei. I tillegg må eventuell transport gå gjennom villastrøk med barnehage og skole. Dette ut fra dagenes adkomstmuligheter.



Figur 11.1 Bjørnholen

11.2.2 Vardeåsen

God geologi og gunstig topologi. Lokaliseringen ligger tett ved Rv 120 i en sving. Ved eventuelt å rette ut svingen med masse fra fjellet vil dette gi en meget bra og lettvinnt adkomst.



Figur 11.2 Vardeåsen

11.2.3 Tomter vest

Geologisk egnet men har ikke optimal topologi. Enkel adkomst fra E18.



Figur 11.3 Tomter vest

11.2.4 Mysen nord

Geologisk egnet men har ikke optimal topologi. Adkomstvei vil sannsynligvis kreve store oppgraderinger.



Figur 11.4 Mysen Nord

11.2.5 Klatretjernhøgda

Oppsprukket og derfor lite egnet rent geologisk. Topografien er lite gunstig. Lokaliteten ligger i et mye brukt utfartsområde.



Figur 11.5 Klatretjernhøgda

11.2.6 Gimsrød

Geologisk egnet. Topologi vil gi god høydeforskjell, spesielt ved plassering av et anlegg sør for Tista. Kort avstand fra Haldenreaktoren og grei adkomst.



Figur 11.6 Gimsrød

11.3 Utvalgets vurdering

Flertallet i utvalget anbefaler at følgende tre lokaliteter vurderes i prioritert rekkefølge

Lokalitet 8: Gimsrød

Lokalitet 7: Vardeåsen

Lokalitet 2: Tomter

En lokalisering tett inntil et eksisterende anlegg vil kunne dra nytte av den kompetanse og de funksjoner som finnes i det eksisterende anlegget. Etableringen vil samtidig representere en mulighet for å beholde og videreutvikle et kompetansemiljø hvor både det eksisterende og et nytt anlegg inngår.

Felles for lokalitetene er at de geologisk og topografisk anses som godt egnet. De er kommunikasjonmessig lett tilgjengelige og vil neppe forutsette vesentlige oppgraderinger av vei eller annen infrastruktur. Det forventes ikke å være vesentlig interessekonflikt mot verneinteresser eller alternativ utnyttelse av områdene. For lokalitet 8 vil det i tillegg være gunstig at inngangen til anlegget vil være innenfor et område som er regulert til industriformål.

Utvalget ønsker imidlertid å presisere at anbefalingen baserer seg på de forhold og den informasjonen som er kjent for utvalget og at ikke alle relevante variable er vurdert. En endelig beslutning om lokalisering må basere seg på en grundig konsekvensutredning.

Kapittel 12

Kompetansebehov og kompetansesikring

12.1 Kompetansebehov under anleggets levetid

Levetiden for en nytt mellomlager kan deles inn i følgende faser:

- *Prosjekteringsfase*: Detaljplanlegging av anlegget, gjennomføring av konsekvensanalyse, endelig lokalisering og lisensiering før bygging.
- *Byggefase*: Bygging av lagringsanlegg og installasjon av infrastruktur.
- *Driftssetting*: Testing av utstyr, utarbeidelse av prosedyrer og systemer og godkjenning for drift av anlegget.
- *Aktiv drift*: Brukt brensel og avfall blir behandlet og lagret. Avfallet klargjøres til denne sluttløsningen etter at den er bestemt.
- *Avviklingsfase*: Etter at alt avfall er overført til sluttløsning og hvor anlegget demonteres og avfallsbehandles.

Det vil være flytende overganger mellom fasene og arbeidsoppgaver og arbeidsmengde forventes å endre seg under anleggets levetid. En driftsorganisasjon vil naturlig bli etablert under etableringen av anlegget og følge anlegget under aktiv drift og også inn i avviklingen av anlegget, avhengig av hvilken strategi som velges for avviklingen.

En organisasjon med ansvar for drift av et nytt mellomlager må ha kompetanse til å gjennomføre arbeidsoperasjonene, gjennomføre tilstandskontroll og vedlikeholde anlegg og infrastruktur på en sikkerhetsmessig god måte. En driftsorganisasjon må ha tilgang til støttefunksjoner som strålevern, miljøovervåking, sikkerhetskontroll (safeguards), kritikalitetssikring og fysisk sikring.

Et nasjonalt forvaltningsansvar for behandling av brukt brensel og radioaktivt avfall, herunder kapasitetsplanlegging og prosessen mot en sluttløsning må ha god kjennskap til praksis i andre land samt til de kravene som nasjonale myndigheter setter til eier av et slikt anlegg. Det kreves videre ha kompetanse til formidling av informasjon, blant annet for å skape aksept for lokaliseringen. Avhengig av organisering kan nasjonalt for-

valtningsansvar og drift av mellomlager tilligge samme organisasjon eller i to ulike organisasjoner (jf. kapittel 6.5).

Uavhengig av IFEs nukleære virksomhet vil det være påkrevd med nasjonal kompetanse på behandling av radioaktivt avfall da industri og helsetesen også gir opphav til slikt avfall.

12.2 Kompetansesikring

En viktig forutsetning for kompetansesikring er at de organisatoriske og økonomiske rammebetingelser er ivarettatt (se kapittel 6.3.4).

Personell vil kunne rekrutteres gjennom det utdannelsessystemet Norge har i dag, både på høyskole og universitetsnivå samt yrkesskoler. Personellbehovet vil være svært begrenset, og det vil neppe være aktuelt å etablere noen spesialisert utdanning i Norge. Dette i motsetning til land med store kjernekraftprogrammer.

Drift av et nytt mellomlager setter kompetansekrav til ulike funksjoner. Virksomheten vil måtte dokumentere at den etterlever krav til kompetanse satt gjennom norsk lovverk, det være seg alt fra strålevernskompetanse til truckførerkurs. Personell vil da kunne sendes på ulike typer kurs i inn og utland.

En driftsorganisasjon forventes å delta i ulike internasjonale fora og nettverk, eksempelvis innen IAEA og OECD NEA. Dette vil gi en god oversikt over praksis i andre land.

Det vil ikke være realistisk at en liten driftsorganisasjon har tilgang til all relevant kompetanse i egne rekker. Spesialisert kompetanse vil kunne kjøpes i et marked, enten fra inn- eller utland. Dette være seg eksempelvis tilstandskontroll eller ulike typer sikkerhetsmessige vurderinger.

12.2.1 Utvalgets vurdering

Utvalget anser at behovet for kompetanse kan dekes gjennom utdanning og kurs i Norge og i utlandet. Utvalget anser derfor at det ikke vil være noe behov for spesielle kompetansestyrkende tiltak.

Kapittel 13

Anbefaling av løsning

Basert på gjennomgangen i de foregående kapitlene har utvalgets flertall kommet til følgende konklusjon:

1. Utvalget anbefaler at organisatoriske og økonomiske rammebetingelser rundt en mellomlagring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall avklares så raskt som mulig. Dette inkluderer en klarlegging av finansieringsvar både for historisk og framtidig avfall. Prinsippet om at forurenser betaler bør legges til grunn.
2. Utvalget anbefaler at det settes i gang en forstudie med tanke på videre prosess slik at brukt brensel med dårlig lagringsbestandighet overføres på en form egnet for langtids lagring og deponering. Med utgangspunkt i rapporten fra Teknisk utvalg, anser utvalget at en opparbeiding i utlandet vil være den beste løsningen, hvor Frankrike vurderes som best blant tilgjengelige alternativer. Middels- og høyaktivt avfall som returneres etter opparbeidingen må mellomlagres inntil endelig deponiløsning foreligger.
3. Utvalget anbefaler at det for lagringsbestandig brensel etableres et nytt mellomlager basert på transportable lagringsbeholdere. Det bør gjennomføres forstudier for å finne fram til en egnet beholder. Et mellomlager må også ta høyde for radioaktivt avfall fra opparbeiding av brensel med dårlig lagringsbestandighet og annet avfall som ikke kan deponeres i KLDRA Himdalen.
4. Utvalget anbefaler at valgt løsning innehar en nødvendig kapasitet og fleksibilitet. Fleksibilitet er i denne sammenheng et uttrykk for kapasitet til å kunne ta i mot avfall vi i dag ikke kjenner og videre at anlegget skal kunne oppgraderes til å etterleve framtidige krav blant annet til HMS og fysisk sikring
5. Utvalget anbefaler at det gjøres grundigere utredninger av muligheten for å lokalisere et nytt mellomlager innenfor IFEs område i Halden ved å bruke en eksisterende tunnel som adkomst til et nytt anlegg i fjellet. Utredningene må inkludere grundig kartlegging av geologi basert på boreprøver. Sekundært bør man utrede etableringen av et nytt mellomlager på Gimsrød, i nærheten av IFEs område i Halden.
6. Utvalget anbefaler at man så fort som mulig starter arbeidet for å få gode estimater av mengden og typen avfall som ikke kan deponeres i Himdalen og at det gjøres en grundigere vurdering av avfallspakker og arealbehov. For brukt brensel bør informasjon om konstruksjon, materialegenskaper, historikk og tilstand systematiseres og kompletteres.
7. Utvalget anbefaler at det gjøres en mer detaljert vurdering av nødvendig og hensiktsmessig infrastruktur på Kjeller og i Halden knyttet til opparbeiding og lagring av brukt brensel. Ny infrastruktur bør her ses i sammenheng med behov knyttet til eksisterende avfallsbehandling og ved en framtidig avvikling av eksisterende anlegg.

Kapittel 14

Framtidig avvikling av en ny mellomlagerløsning

Det er i dag vanlig praksis å planlegge for en framtidig avvikling av et nukleært anlegg allerede før anlegget bygges og at dette hensynet ivaretas mens anlegget er i drift.

Med avvikling forstås i denne rapporten det engelske begrepet «decommissioning». Med dette menes de tekniske og administrative tiltak som blir gjennomført for å fjerne samtlige eller deler av begrensningene som myndighetene har lagt på et nukleært anlegg. Disse tiltakene inkluderer dekontaminering (dvs. fjerning av radioaktiv forurensning), demontering, fjerning av radioaktive materialer, avfall, komponenter og strukturer (IAEA-2006).

For utvalget har hensynet til en framtidig avvikling vært et tema ved valg av løsninger, og hvor det blant annet stilles krav til å begrense negative ringvirkninger ved ikke å generere mer avfall enn nødvendig samt å ikke overlate byrde til framtidige generasjoner.

14.1 IAEAs anbefalinger om innhold i en avviklingsplan

IAEA anbefaler at operatøren av et nukleært anlegg, med mindre tilsynsmyndigheten bestemmer noe annet, utarbeider og vedlikeholder en avviklingsplan under hele levetiden for et anlegg. Denne planen skal kunne vise at avvikling skal kunne gjennomføres på en trygg måte og til en definert slutttilstand. For nye fasiliteter skal avvikling tas i betraktning allerede under planleggingen (IAEA-2006).

Avviklingsplanen skal underbygges av en sikkerhetsvurdering, som dekker de planlagte aktivitetene og uforutsette hendelser som kan inntre under avviklingen (IAEA-2006).

En trinnvis tilnærming skal brukes ved utvikling av en avviklingsplan. Typen av informasjon og detaljeringsgraden skal stå i forhold til type og tilstand på anlegget, samt farene ved avviklingen (IAEA-2006).

IAEA anser videre at planlegging av avvikling skjer i tre faser (IAEA-2006):

- Innledende plan («Initial plan»)
- Løpende plan («On-going plan»)
- Endelig plan («Final plan»)

Hensikten med en innledende plan er å sikre at nødvendig finansiering er tilgjengelig, å minimere behovet for framtidig dekontaminering og tidlig å kunne bygge opp og vedlikeholde arkiver som er viktig for avvikling (IAEA-2006).

Innledende plan bør oversendes myndighetene allerede under søknad om bygging av et anlegg. Dokumentet trenger ikke å være omfattende. Innledende plan bør beskrive den foretrukne avviklingsstrategien og beskrive hvordan avviklingen kan gjennomføres på en sikker måte og med bruk av eksisterende teknologi. Planen bør også inneholde data om bakgrunnsstråling. Planen bør videre beskrive ressursene som er nødvendige for avvikling og avfallsbehandling, samt måtene man sikrer tilgjengeligheten av disse (IAEA-1999b). Det skal videre gjennomføres tiltak for å sikre at nøkkelpersonale ikke forsvinner og at den institusjonaliserte kunnskapen om anlegget vedlikeholdes og vil kunne nyttiggjøres ved en framtidig avvikling.

Innledende plan bør gjennomgås og oppdateres med jevne mellomrom. IAEA anbefaler her minst hvert femte år, alternativt i henhold til hva nasjonale myndigheter bestemmer. Planen bør også oppgraderes ved endringer i driftsprosessen eller ved ulykker eller hendelser (IAEA-2006). Oppdateringer bør ta hensyn til teknisk utvikling, driftserfaringer, endringer i myndighetskrav, unormale hendelser og behovet og tilgjengelighet av ressurser (IAEA-1999b). Disse oppdateringene vil være å betrakte som en løpende plan.

Før arbeidet med å utvikle et anlegg tar til må den endelige avviklingsplanen utarbeides og godkjennes av myndighetene (IAEA-2006). Den endelige planen bør være overlevert myndighetene for godkjenning før anlegget legges ned. I særskilte

tilfeller, eksempelvis ved en trinnvis avvikling, vil det gjelde spesielle anbefalinger (IAEA-1999b).

En endelig plan skal beskrive hvordan prosjektet skal gjennomføres, inkludert: en plan for ledelse på stedet («Site management plan»), roller og ansvar for involverte organisasjoner, sikkerhetsmessige og strålevernsmessige tiltak, kvalitetssikring, en sikkerhetsvurdering og en miljøvurdering. Dokumentasjonen skal også inkludere kriterier, overvåkningstiltak under implementeringsfasen, fysisk sikring, samt andre tiltak etter krav fra myndigheter (IAEA-2006).

Under utarbeidelsen av den endelige avviklingsplanen skal mengde og type av radioaktivt materiale bestemmes og kategoriseres i detalj ut fra arkiver fra driften av anlegget. Metoder og kriterier for å påvise at ønsket slutttilstand er nådd skal være beskrevet i den endelige avviklingsplanen.

Interessenter skal gis anledning til å gjennomgå avviklingsplanen og å gi sine kommentarer til myndighetene før planen godkjennes.

14.2 IAEAs anbefalinger om strategi for avvikling

IAEA anbefaler at driftsorganisasjonen definerer en strategi som vil være grunnlag for planleggingen av avviklingen. Denne strategien må være i samsvar med nasjonal politikk for avvikling og behandling av avfall.

Den foretrukne avviklingsstrategien vil være umiddelbar demontering, men det vil kunne tenkes situasjoner hvor umiddelbar demontering ikke vil være praktisk tatt i betraktning alle relevante faktorer. Disse faktorene vil blant annet inkludere (IAEA-2006):

- Tilgjengelighet av deponi eller langtids lager for avviklingsavfallet.
- Tilgjengeligheten av en trent arbeidsstokk
- Tilgjengeligheten av finanser
- Samlokalisering med andre anlegg som krever avvikling
- Teknisk gjennomførbarhet
- Optimalisering av strålevern for arbeidere, befolkning eller miljø

Om en strategi som innebærer å utsette avvikling blir valgt, må operatøren kunne berettigede dette valget. Operatøren må også kunne dokumentere at fasiliteten, med gjeldende strategi, blir vedlikeholdt i en sikker tilstand, at en framtidig avvikling vil skje på en fullgod måte og at en byrde ikke blir overlatt til framtidige generasjoner (IAEA-2006).

Avviklingsplanen må også ta i betraktning at anlegget er å betrakte som et operativt anlegg fram til myndighetene har godkjent den endelige avviklingsplanen. Alle relevante krav må derfor opprettholdes, med mindre myndighetene har gitt sin godkjennelse til at krav frafaller for å redusere risiko (eksempelvis ved å fjerne nukleært materiale) (IAEA-2006).

Avviklingsstrategien skal inkludere vilkår for å ivareta sikkerheten om anlegget må stenge uten at en endelig avviklingsplan foreligger, eksempelvis som følge av en alvorlig hendelse (IAEA-2006).

Tilstrekkelige virkemidler må være tilgjengelige for å håndtere avfall i samtlige kategorier og til riktig tid. Materiale som frigis fra myndighetenes kontroll skal friklasses (IAEA-2006).

For områder med flere anlegg skal det utvikles en overordnet avviklingsplan, hvor det tas hensyn til avhengigheten mellom de ulike anleggene (IAEA-2006).

14.3 Utvalgets anbefalinger rundt en framtidig avvikling av et nytt mellomlager

Utvalget anbefaler at hensynes til framtidig avvikling ivaretas helt fra planleggingen og gjennom anleggets levetid. I dette ligger at utvalget har satt som mål å begrense negative ringvirkninger, herunder begrense mengden radioaktivt avfall (se 6.4.6).

Anlegget er tenkt som et lager for ferdig behandlet brukt brensel og radioaktivt avfall. Det bør derfor være mulig å unngå kontaminering av anlegget slik at anlegget enkelt vil kunne friklasses ved avvikling.

Kapittel 15

Forslag til prosess videre

Utvalget skal i henhold til mandatet foreslå en videre prosess for etableringen av et nytt mellomlager. Mandatet spesifiserer at prosessen skal være mot Statsbygg – formålsbygg.

15.1 Avklaring og etablering av rammebetingelser

Det vil være viktig tidlig i prosessen å avklare økonomiske og organisatoriske forhold. Eierskap og ansvar for brukt brensel og avfall vil legge premisser for mulig organisasjonsform og hvilke aktører som vil være involvert i etableringen av et nytt mellomlager. Forurenseren betaler prinsippet forutsettes lagt til grunn for etableringen. Kostnader ved en fremtidig deponering må derfor inkluderes i prissettingen av innlevering av brukt brensel og annet radioaktivt avfall.

Om det etableres et nytt forvaltningsorgan for brukt brensel og radioaktivt avfall, vil dette organet kunne tillegges ansvaret som byggherre for et nytt mellomlager. Et slikt forvaltningsorgan vil også følge med på utvikling i teknologi og praksis internasjonalt for håndtering, lagring og deponering av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Forvaltningsorganet vil ha en rolle i samfunnskommunikasjon og i prosessen for lokalisering av anlegget.

Om et nytt mellomlager føres opp som et statlig bygg, vil dette mest sannsynlig skje i form av et formålsbygg i regi av Statsbygg. Med formålsbygg menes i denne sammenheng et spesialbygg hvor formålsbygg ofte kjennetegnes ved at det er vanskelig å skaffe alternative lokaler som passer for det formålet bygningen er spesielt konstruert for. I mange tilfeller vil alternative lokaler være ensbetydende med nytt bygg eller meget omfattende ombygging av annen bygningsmasse. Formålsbyggene er derfor ikke lett omsettelige i utleiemarkedet (St.prp. nr. 84 (1998–99)).

Lov om offentlige anskaffelser krever at all prosjektering og bygging gjennomføres ved at Staten strå for konkurranseutsetting i det private markedet. Staten vil ha det formelle ansvaret som

byggherre og det benyttes normalt en statlig forvaltningsbedrift som byggherre og gjennomfører – eksempelvis Statsbygg eller et nytt statsforetak eller en ny forvaltningsbedrift. Ved å konkurranseutsette også driften av anlegget vil krav til driften kunne reguleres gjennom avtale mellom eier av anlegget og organisasjonen som har fått oppdraget om å forestå driften.

Normal prosess ved gjennomføring av et statlig byggeprosjekt vil være at det ansvarlig departement (fagdepartement) sender et oppdragsbrev til byggherren. Basert på dette organiserer byggherren prosjektet og lager et styringsdokument som spesifiserer blant annet prosjektets organisering, miljøkrav, framdriftsplan/milepeler og leveranser. Byggherren tar ansvar for å lede prosjektet under prosjekteringen, byggefasen og i reklamasjonstiden. Konsekvensutredning kan enten gjøres under prosjekteringsfasene eller før oppstart av prosjekteringen.

15.2 Oversikt over brukt brensel og avfall

Det vil være høye krav til dokumentasjon av konstruksjon, historikk og tilstand uansett skjebne for brukt brensel. Dette gjelder både ved en opparbeiding av brukt brensel og ved en mellomlagring. Det må derfor så raskt som mulig settes av ressurser for å systematisere og komplettere brenselsdata.

Kapittel 5.2.2 gir en oversikt over avfall som ikke vil kunne deponeres i Himdalen og som man derfor bør tas hensyn til ved planlegging av kapasitet til et nytt mellomlager. Det er imidlertid betydelige usikkerheter i disse estimatene og det er derfor viktig at det gjennomføres grundigere estimater av mengden avfall.

15.3 Opparbeiding av brensel med dårlig lagringsbestandighet

Planleggingen av stabilisering/gjenvinning av brukt brensel kan tidligst starte etter at nødven-

dige politiske avklaringer foreligger. Det anbefales at AREVA NC utarbeider en rapport over muligheten for opparbeiding av brenselet ved dere anlegg i Cap La Hague (jf. anbefaling 7 fra Teknisk utvalg) straks det foreligger en politisk intensjon om at norske myndigheter ønsker å opparbeide brenselet i Frankrike.

Forsendelse av brukt brensel vil forutsette omfattende planlegging og forutsetter avklaring av en rekke spørsmål knyttet blant annet til dokumentasjon, valg av transportbeholder, oppgradering av infrastruktur, klargjøring av brensel, innhente nødvendige tillatelser, gjennomføring av transporten og retur av avfall (jf. kapittel 8.1)

I møte med Teknisk utvalg har AREVA NT skissert følgende tidsskjema for en opparbeiding av brukt brensel (hvor T0 indikerer tidspunktet for signering av kontrakt):

- Signering av kontrakt (T0): 2012–2015
- Skiping av brukt brensel (T1): T0 + (3–6) år
- Mellomlagring (i Frankrike) (T2): T1 + (3–6) år
- Opparbeiding (T3): T2 + (3–6) år
- Første retur av høyaktivt avfall fra senest omtrent år 2030

I henhold til dette tidsskjema vil skipning av brukt brensel tidligst skje i 2015 og senest i år 2021. Brenselet vil da være ferdig opparbeidet tidligst i år 2021 og senest i år 2035.

15.4 Mellomlager

15.4.1 Prosjekteringsfasen

Før endelig valg av lokalitet må ett eller flere lokaliseringalternativer konsekvensutredes. Utredningsprogram og behandling vil bli foretatt av den myndighet som blir utpekt til oppgaven.

En detaljplan for mellomlageret må utarbeides. Detaljer rundt lagringskonseptet må være avklart før bygningsmessige arbeider planlegges.

Nødvendige tillatelser må være gitt før byggingen kan ta til. Dette inkluderer blant annet at det må gis konsesjon til oppføring i henhold til atomenergilooven og at det foreligger nødvendige godkjenninger i henhold til plan- og bygningsloven. Omregulering vil være påkrevd om byggingen av et nytt mellomlager ikke er i henhold til gjeldende reguleringsbestemmelser for den lokaliteten som er valgt. For lokaliteter hvor det allerede er nukleær virksomhet antas det at et nytt mellomlager ikke vil kreve omregulering.

Det vil sannsynligvis være krav om at beslutningsunderlaget for en investeringsbeslutning må evalueres eksternt gjennom KS-ordningen. Dette

fordi Finansdepartementet krever at alle statlige investeringsprosjekt med en forventet kostnad over 500 millioner kroner skal gjennomgå ekstern kvalitetssikring før de legges fram for vedtak i Stortinget (Finansdepartementet 2008).

15.4.2 Byggefasen

Oppføringen av et nytt mellomlager må skje i henhold til den kvalitets- og gjennomføringsplan som er utarbeidet for anlegget og i henhold til retningslinjer fra myndighetene. I tillegg skal all prosjektering følge norske standarder og lovverk.

15.4.3 Driftssetting

Før et anlegg tas i drift må det etableres en driftsorganisasjon. Man må sikre at nødvendig kompetanse og funksjoner er ivarettatt og at det utarbeider driftsprosedyrer og annen nødvendig dokumentasjon.

Driftssetting av et anlegg krever konsesjon i henhold til atomenergilooven. Dette vil også forutsette tillatelser i henhold til annet lovverk, heriblant forurensningsloven og strålevernloven.

15.5 Transportable lagringsbeholdere

Som det framgår av kapittel 7.1.2, er det et begrenset antall produsenter som tilvirker transportable lagringsbeholdere hvor utvalget av lagringsbeholdere til forskningsreaktorbrensel er svært begrenset. Selskapene GNS og AREVA antar begge å kunne levere beholdere i 2018. Leveringstidspunkt vil i praksis avhenge av flere forhold, men spesielt påvirkes av behovet for å lisensiere endringer i konstruksjonen til en beholder.

Verken GNS eller AREVA ser seg i stand til å gi et forpliktende tilbud før det har blitt gjennomført en grundig forstudie. For å få konkurrerende tilbud bør minst to leverandører utarbeide forstudie. En slik forstudie vil normalt bli betalt av kunden.

15.6 Samfunnskommunikasjon

Samfunnskommunikasjon må være en integrert del av virksomheten under alle faser av levetiden for et nytt mellomlager. Samfunnskommunikasjon må imidlertid antas som spesielt utfordrende under lokalisering av et anlegg som en del av planleggingsprosessen. Utvalget har identifisert følgende hovedgrupper av interessenter:

- Lokalbefolkning

- Presse, media, sosiale nettverk/internet
- Kommune
- Fylkesmann og fylkeskommune
- Friluftsansjoner
- Næringsvirksomhet
- Miljøorganisasjoner
- Internasjonale interessenter
- Fagmiljøer

I kommunikasjonen mot interessentene må man ta utgangspunkt i at interessentene vil ha ulik holdning til etableringen av et nytt mellomlager,

ulik interesse, ulik innflytelse og ulike preferanser i forhold til kommunikasjonskanaler.

15.7 Tidsplan

Utvalget har i tabell 15.1 foreslått en tidsplan for videre arbeid, hvor et nytt mellomlager ferdigstilles i 2017 og brensel overføres til lagring i transportable lagringsbeholdere fra 2018. Brensel med dårlig lagringsbestandighet er foreslått sendt til opparbeiding i 2018, med retur av avfall i 2025.

Tabell 15.1 Utvalgets forslag til tidsplan.

Aktivitet	Tid	Forutsetter
<i>A. Avklaring/etablering av rammebetingelser</i>	Tidlig 2011	
A1. Avklare økonomiske og organisatoriske rammebetingelser	Tidlig 2011	
A2. Etablering av forvaltningsorgan for brukt brensel og radioaktivt avfall (om så bestemmes)	2011	A1
<i>B. Oversikt over brensel og avfall</i>		
B1. Komplettere, systematisere og dokumentere brenselsdata	2011–2012	
B2. Etablere prognoser over mengde for langlivet avfall	2013	A
<i>C. Opparbeiding av brensel med dårlig lagringsbestandighet</i>		
C1. Forstudie		
C2. Kontraktsinngåelse	2014	A, B1
C3. Oppgradering av infrastruktur, klargjøring av brensel	2014–2018	A, B1
C4. Forsendelse av brensel	2018	C3
C5. Opparbeiding av brensel	2023	C4
C6. Retur av avfall til Norge	2025	C5
<i>D. Mellomlager</i>		
D1. Konstruksjon, lisensiering av nytt mellomlager	2014–2015	A
D2. Bygging av nytt mellomlager	2016–2017	D1
<i>E. Transportable lagringsbeholdere</i>		
E1. Forstudier mulige leverandører av transportable lagringsbeholdere	2011	A
E2. Kontraktsinngåelse	2011	E1
E3. Bergninger, konstruksjon, lisensiering, produksjon	2011–2018	E2
E4. Leveranse	2018	E3

Litteraturliste

- AREVA 2010: Prefeasibility report on dry interim storage for IFE, Rapport utarbeidet av AREVA/ TN international på oppdrag av Fase 2 utvalget, Paris 2. desember 2010.
- ATN 2008: Third National Report on compliance with the Joint Convention Obligations, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the safety of Radioactive Waste Management, Autorité de Sûreté Nucléaire
- Atomenergilooven: Lov 12. mai 1972 nr. 28 om atomenergivirksomhet
- Australian Government-2008: Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the safety of Radioactive Waste Management, National Report from the Commonwealth of Australia.
- Austrian Government-2008: Third National Report of Austria on the Implementation of the obligations of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the safety of Radioactive Waste Management.
- BMU 2008: Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the safety of Radioactive Waste Management, Report of the Federal Republic of Germany for the Third Review Meeting in May 2009, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Environ 2008: Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the safety of Radioactive Waste Management, National Report by Ireland, Department of the Environment, Heritage & Local Government.
- FANC 2006: Kingdom of Belgium, Second Meeting on the Contracting Parties to the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the safety of Radioactive Waste Management, Federal Agency for Nuclear Control.
- Fase 1-utvalget 2004: Etablering av nytt mellomlager for høyaktivt avfall; -lagringsbehov alternative tekniske løsninger og momenter for valg av teknisk løsning og lokalisering, Utredning på vegne av Nærings- og handelsdepartementet, Kjeller 30. juni 2004
- Finansdepartementet 2008: Veileder 3, Kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektoalternativ. Felles begrepsapparat, Finansdepartementet, Oslo, 2008
- Forskrift om fysisk sikring: Forskrift 2. november 1984 nr. 1809 om fysisk sikring av nukleært materiale og nukleære anlegg
- Forskrift om nukleært materiale med mer: Forskrift 12. mai 2000 nr. 433 om besittelse, omsetning og transport av nukleære materiale og flerbruksvarer.
- Geislavarnir Ríkissins 2006: Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the safety of Radioactive Waste Management, National Report from Iceland to the 2nd Review Meeting 15–24 May 2006.
- HSE-2008: The United Kingdom's Third National Report on Compliance with the Obligations of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the safety of Radioactive Waste Management, Health and Safety Executive
- IAEA 1994: Classification of Radioactive Waste, Safety guide, IAEA Safety Series No 111-G-1.1, IAEA Vienna
- IAEA 1995: The principles of radioactive waste management, Safety fundamentals, Safety series No 111-F, IAEA, Vienna.
- IAEA 1999: The physical protection of nuclear material and nuclear facilities, IAEA INF-CIRC/225/Rev 4 (Corrected), IAEA Vienna
- IAEA 1999b: Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities, Safety guide, IAEA Safety Standard Series, No NS-R-3, IAEA Wien
- IAEA 2000: Regulation for the safe transport of Radioactive Materials, 1996 Edition, Requirements, IAEA Safety standard series no TS-R-1. OAEA Wien
- IAEA 2002: Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, Requirements, IAEA Safety Standard series no. GS-R-2, IAEA Wien.

- IAEA 2003: Site Evaluation for Nuclear Installations, Safety Fundamentals, IAEA Safety Standard Series, No NS-R-3, IAEA Wien
- IAEA 2005: Status and Trends in Spent Fuel Reprocessing, IAEA-TECDOC-1347, IAEA, Wien (2005).
- IAEA 2006: Decommissioning of facilities using Radioactive material, Safety Requirements, IAEA Safety Standard Series, No NS-R-3, IAEA Wien
- IAEA 2006: Storage of radioactive waste, Safety guide, IAEA Safety Standard series, No WS-G-6.2, IAEA Wien
- IAEA 2007: Joint convention on the safety of spent fuel management and the safety of radioactive waste management. IAEA Infirc 546, 24. desember 1997..
- IAEA 2007: Arrangement for Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency, IAEA safety standards, Safety guide No GS-G-2.1, IAEA Wien
- IAEA 2007b: Operation and Maintenance of Spent Fuel Storage and Transportation Casks/Containers, IAEA TEC-DOC 1532.
- IAEA 2008: Spent Fuel Reprocessing Options, IAEA-TECDOC-1587
- IAEA 2009: Storage of Spent Fuel, Draft Safety Series, IAEA Safety Standard Series, No NS-R-3, IAEA Wien
- IAEA 2009a: Classification of Radioactive Waste, General Safety Guide, IAEA Safety Standard Series, GSG-1, IAEA Wien
- ICP 2007: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103.
- IFE 2006a: Sikkerhetsrapport for lager for bestrålt brensel på Kjeller, KP-2006-08. Oversendt Statens strålevern som vedlegg til «Søknad om konsesjon for videre drift av Institutt for energiteknikk atomanlegg etter 2008».
- IFE 2006b Sikkerhetsrapport for JEEP II, del 1, teknisk beskrivelse, KP-2006-11, Oversendt Statens strålevern som vedlegg til «Søknad om konsesjon for videre drift av Institutt for energiteknikk atomanlegg etter 2008».
- IFE 2006c Sikkerhetsrapport for IFEs anlegg for behandling og lagring av radioaktivt avfall (Radavfallsanlegget), KP-2006-14, Oversendt Statens strålevern som vedlegg til «Søknad om konsesjon for videre drift av Institutt for energiteknikk atomanlegg etter 2008».
- IFE 2006d Sikkerhetsrapport for IFEs lager for bestrålt brensel i Halden, KP-2006-09, Oversendt Statens strålevern som vedlegg til «Søknad om konsesjon for videre drift av Institutt for energiteknikk atomanlegg etter 2008».
- IFE 2006e Sikkerhetsrapport – Drift av kombinert deponi og lager for lav- og middelsaktivt radioaktivt avfall, KD-KLDRA-2006-07, Oversendt Statens strålevern som vedlegg til «Søknad om konsesjon for drift av Statens kombinerte lager og deponi for lavt og middels radioaktivt avfall i Himdalen i Aurskog-Høland kommune etter 1. mai 2008».
- IFE 2006f: Sikkerhetsrapport for metallurgisk laboratorium II, KD-2006-17. Oversendt Statens strålevern som vedlegg til «Søknad om konsesjon for videre drift av Institutt for energiteknikk atomanlegg etter 2008».
- IFE 2006g: Safety analyses report, Halden Boiling Water Reactor, Part I Description, Oversendt Statens strålevern som vedlegg til «Søknad om konsesjon for videre drift av Institutt for energiteknikk atomanlegg etter 2008».
- IFE 2007, Revidert dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte anlegg, Oversendt Statens strålevern 20. desember 2007.
- IFE 2010a: Estimert av aktivitet ved HBWR ved dekommisjonering, Rapport utarbeidet av IFE etter forespørsel fra fase 2 utvalget. IFE-SvRapport 823.
- IFE 2010b: Informasjonsforespørsel, Brev fra IFE til fase 2 utvalget av 15.03.2010.
- IFE 2010c, Revidert dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte anlegg, Oversendt Statens strålevern 22. desember 2010
- Jullum, 2010: Nytt mellomlager for brukt brensel og radioaktivt avfall. Kalkylenotat – underlag, TP10687 – 11370, Rolf Jullum, Statsbygg, Oslo 7. desember 2011.
- Miljödepartementet 2008: Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the Safety of Radioactive Waste Management, Swedish implementation of the obligations of the Joint Convention, DS 2008:73
- MS 2009: National Report on the Measures taken by Luxembourg to fulfill the Obligations Laid Down by the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the Safety of Radioactive Waste Management.
- NGU 2010a: Geologisk beskrivelse av mulige lokaliteter for nytt mellomlager i Norge, NGU Rapport 2010.035, NGU Trondheim 25. juni 2010.
- NGU 2010b: Feltbefaring av seks mulige lokaliteter for nytt mellomlager i området Lilestrøm-

- Askim-Halden., NGU rapport 2010.059. NGU, Trondheim, 29.oktober 2010.
- Njølstad, Olav 1999: Strålende forskning, Institutt for energiteknikk 1948 – 1998. Tano Aschehoug
- Norsk Teknisk Byggkontroll, 1959, Grunnundersøkelser for JEEP II og Nora samt kontorbygg og ekseperimenthall, Brev til Institutt for atomenergi, 6. juli 1959.
- NOU 2001:30 Vurdering av strategier for sluttlagring av høyaktivt reaktorbrensel, Norges offentlige utredninger.
- NFR 2000: The OECE Halden Reactor Project and the Institute for Energy Technology Halden activities, An Evaluation, Harg-utvalget, Norges forskningsråd, Oslo, desember 2000
- NFR 2008: Nukleær virksomhet ved Institutt for energiteknikk –IFE, en samfunnsøkonomisk kost/nytte-analyse, Forskningsrådet, Oslo, mars 2008
- NRPA 2006: Joint Conention on the Safety of Spent Fuel Management and the Safety of Radioactive Waste Management, National report from Norway, Second review meeting, 16–25 may 2006, Strålevernrapport, Statens strålevern, Østerås, Norge
- NRPA 2009: Sertifisering av Kjellerflaska N/0001/B(M)F-96, Brev fra Statens stråleen til IFE av 4. februar 2009.
- Skedsmo kommune, reguleringsplan godkjent 27.11.1996.
- Stortingsmelding nr. 24 (2000–2001): Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand
- Stortingsmelding nr. 12 (2001–2002): Rent og rikt hav
- Stortingsmelding nr. 25 (2002–2003): Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand
- Stortingsmelding nr. 21 (2004–2005): Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand
- Stortingsmelding nr. 26 (2006–2007): Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand
- St.prp. nr. 1 tillegg 4 (1993–1994), Inst. S nr. 114 (1993–1994)
- Stortingsforhandlinger nr. 26 (1993–1994)
- Stortingsmelding nr. 37 (2008–2009): Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Norskehavet (forvaltningsplan)
- Strålevernforskriften: Forskrift 21. november 2003 nr. 1362 in strålevern og bruk av stråling.
- Strålevernloven: Lov 12. mail 2000 nr. 36 om strålevern og bruk av stråling
- STUK 2008: Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and the Safety of Radioactive Waste Management, 3rd Finnish National Report as referred to in Article 32 of the Convention. Säteilyturvakeskus/Strålsäkerhetscentralen/Radiation and Nuclear Safety Authority, STUK.
- Sundhedsstyrelsen-2008: Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, National report from Denmark
- Teknisk utvalg 2010: Recommendations for the conditioning of spent metallic fuel and aluminium clad fuel for interim storage and disposal. A report prepared by the Technical Committee on Storage and Disposal of Metallic Uranium Fuel and Al-clad Fuels for Nærings- og handelsdepartementet.
- UVEK 2008: Implementation of the Obligations of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, Third National Report of Switzerland in Accordance with Article 32 on the Convention. Department of Environment, Transport, Energy and Communications.
- VROM 2008: National Report on the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, Kingdom of Netherlands, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM)
- WNTI hjemmeside: World Nuclear Transport Insititute (WNTI) hjemmeside, <http://www.wnti.co.uk/>
-

Vedlegg 1

Sammendrag av rapport fra Teknisk utvalg

Rapporten fra Teknisk utvalg er tilgjengelig på hjemmesiden til Nærings- og handelsdepartementet. Sammendraget fra Teknisk utvalg er i sin helhet gjengitt nedenunder.

Bakgrunn

Brukt kjernebrensel er bestrålt brensel som er tatt ut av reaktorkjernen og ikke skal brukes på nytt. Brukt brensel må lagres og/eller deponeres på en slik måte at det isoleres fra naturmiljøet inn-til radiotoksisiteten til det brukte brenselet har avtatt til et nivå som tilsvarer eller er lavere enn radiotoksisiteten til naturlig uran. Lagring betyr her en prosess der brukt kjernebrensel kan bli overvåket og tatt tilbake; mens deponering innebærer at det brukte brenselet er utenfor rekkevidde fra menneskelige inngrep.

Det eksisterer i dag tre hovedstrategier for behandling av brukt kjernebrensel (sluttfasestrategier). For det første kan brenselet bli deponert i den samme fysiske og kjemiske form som det hadde i reaktorkjernen, såkalt «direkte deponering». En annen opsjon er «lagring og utsatt beslutning», som er brukt, for eksempel, før det tas en beslutning om behandling, videre lagring og deponering. Den tredje opsjonen er kjemisk behandling (vanligvis kjent som reprosessering) slik at de forskjellige komponentene av det brukte brenselet blir separert og kan lagres/behandles individuelt – noe kan brukes på nytt, mens andre komponenter kan omdannes til mer stabile avfallsformer. Reprosessering, ved bruk av Plutonium – URanium EXtraction (PUREX) prosessen, er den eneste prosessen for behandling av brukt kjernebrensel som har vært brukt og brukes idag i industriell skala.

Geologisk deponering av brukt brensel er i dag en akseptert teknisk løsning som har bred internasjonal faglig støtte. Når det gjelder direkte deponering av brukt brensel, vil det brukte brenselet først bli kapslet inn i tette metallbeholdere som deretter blir plassert i deponiet. Selve deponiet blir i sin tur fylt igjen med leire. Disse forskjellige barrierene skal hindre og forsinke en eventuell kontakt mellom det brukte brenselet og grunn-

vann, og dermed spredning av radioaktive materialer til miljøet. Når det gjelder brukt brensel fra kommersielle kjernekraftverk, er det i de fleste tilfeller brenselet selv som utgjør den første barrieren mot spredning av radioaktivitet: brenselet er urandioksid (UO₂), et keramisk materiale som er meget stabilt og nesten uløselig i vann. Videre er selve brenselet kapslet inn i Zircaloy, en legering som er meget stabil i vann og således utgjør den andre barrieren.

Brukt brensel i Norge skriver seg fra driften av JEEP I og JEEP II reaktorene på Kjeller, og HBWR (Halden Boiling Water Reactor) i Halden. Noe av dette brenselet er av samme type som kommersielt kjernebrensel og kan deponeres direkte i et deponi. Det øvrige brenselet er ustabilt, dvs. kjemisk reaktivt, og representerer en risiko hvis det skulle komme i kontakt med grunnvann; da det kan dannes gassformige og potensielt eksplosive reaksjonsprodukter. Dette gjelder for brenselmaterialer som inneholder metallisk uran (U) og brenselmaterialer med en kapsling av aluminium (Al).

På slutten av 1990-årene ble Bergan-utvalget (1999–2001) etablert for å utvikle en nasjonal strategi for sluttbehandling og deponering av høy aktivt, brukt kjernebrensel i Norge. Bergan-utvalget anbefalte at beslutningen vedrørende en endelig deponeringsmetode burde utsettes i påvente av tekniske utviklingsarbeider i andre land, og at det umiddelbart burde igangsettes arbeid med et mellomlager, der det brukte brenselet kunne lagres i 50–100 år.

Noe senere, i 2004, ble Fase 1-utvalget etablert for å få definert de norske kravene til et mellomlager for høyaktivt radioaktivt avfall, undersøke mulige tekniske løsninger, identifisere kritiske momenter med hensyn til valg av tekniske løsninger og lokalisering av et slikt lager, og foreslå et mandat for en fremtidig Fase 2-utvalget. Som tekniske løsninger anbefalte Fase 1-utvalget videre undersøkelser av tørr lagring i en betongstruktur eller transportable lagringsbeholdere. Fase 1-utvalget anbefalte også at den fremtidige Fase 2-utvalget skulle velge teknisk løsning og lokalisering av mellomlageret. Fase 1-utvalget klargjorde

Tabell 1.1 Mengde og opphav til metallisk brensel og brensel med aluminiumskapsling

Kilde (reactor)	Bestrålingsperiode	Brenselstype	Mengde, tonn
JEEP I	1951–1967	Metallisk uranbrensel med aluminiumskapsling	3
JEEP II	1966–til I dag	UO ₂ brensel med aluminiumskapsling	2
HBWR 1. ladning	1959–1960 (reactor fortsatt i drift med oksidbrensel)	Metallisk uranbrensel med aluminiumskapsling	7

også behovet for et Teknisk utvalg for å utrede sikker lagring av metallisk uranbrensel og brensel med aluminiumskapsling.

Disse to nye utvalgene ble etablert i januar 2009. Fase 2-utvalget skal i følge sitt mandat anbefale den mest hensiktsmessige tekniske løsning og lokalisering for et mellomlager for brukt brensel og langlivet avfall. «Tekniske utvalg for lagring og deponering av metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling» skal i følge sitt mandat anbefale behandlingsmetoder for stabilisering av metallisk uranbrensel og brensel med aluminiumskapsling slik at dette kan lagres og deponeres. Denne rapporten beskriver resultatet av det arbeidet som er utført av Teknisk utvalg.

Mengde metallisk uranbrensel og brensel med aluminiumskapsling.

Det er per i dag lagret ca. 12 tonn metallisk uran/aluminiumskapslet brukt kjernebrensel i Halden og på Kjeller:

Kjemiske og fysiske egenskaper ved metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling

Reaksjonen mellom metallisk uran og oksygenfattig vann er kraftig eksoterm, dvs. den frigjør energi til omgivelsene. Ved reaksjonen dannes urandioksid (UO₂), hydrogengass (H₂) og uranhydrid (UH₃). Hvis hydrogengassen ikke kan slippe ut av systemet vil systemtrykket øke. Metallisk uran og rent uranhydrid er pyrofort, dvs. antennes spontant i luft. Tilstedeværelsen av pyrofort uranmetall og uranhydrid, sammen med hydrogengass, har ført til en rekke eksplosjonshell med metallisk uranbrensel i andre land.

Totalreaksjonen mellom aluminium og vann fører til dannelse av aluminiumhydroksid (Al(OH)₃) og hydrogengass (H₂). Korrosjon av aluminiumskapslet brukt kjernebrensel er imid-

lertid avhengig av flere innbyrdes avhengige faktorer. Ved våtlagring av brukt brensel har groptæring vært hovedmekanismen ved aluminiumskorrosjon. Groptæring er et lokalt, punktformet korrosjonsangrep. Metallet angripes og løses opp i meget små områder på overflaten slik at det dannes hulrom eller groper som resulterer i gjennomgående hull og fullstendig ødeleggelse av metallet. Dette er en av de mest ødeleggende og farlige former for korrosjon da korrosjonsangrepet i alminnelighet er begrenset til ekstremt små områder, mens resten av overflaten er relativt upåvirket. Groptæring starter vanligvis ved små punkter på overflaten og vokser med tiden. Groptæringen forekommende gjerne på metallflater med et tynt overflatebelegg, som for eksempel en tynn oksidfilm. Groptæring starter vanligvis ved defekter eller feil i overflatefilmen og på steder der filmen er blitt mekanisk skadet og den ikke reparerer seg selv. Under visse betingelser kan groptæringen og gjennombrudd av brenselkapslingen utvikles svært hurtig.

Internasjonale erfaringer og anbefalinger for behandling av metallisk uranbrensel og brensel med aluminiumskapsling

Mange land deltar i det amerikanske «U.S. Foreign Research Reactor Spent Nuclear Fuel (FRRSNF) Acceptance Program» og det russiske «Russian Research Reactor Fuel Return (RRRFR) Program», som tillater at høy-anriket brukt brensel blir returnert til opprinnelseslandet. Eierskapet til brenselet overføres enten til den amerikanske eller den russiske regjeringen, sammen med ansvaret for behandling og deponering av brenselet. Amerikanerne planlegger å reprocessere alt aluminiumskapslet brensel ved Energidepartementets Savannah River anlegg, mens brensel som returneres til Russland vil bli reprocessert ved Mayak-anlegget. Følgende land har benyttet seg av disse returmogighetene: Argentina, Australia, Brasil, Canada, Chile, Colombia, Danmark,

Filippinene, Finland, Hellas, Indonesia, Italia, Japan, Nederland, Portugal, Spania, Sverige, Sveits, Taiwan, Thailand, Tyskland, Uruguay og Venezuela, Bulgaria, Kazakhstan, Latvia, Libya, Polen, Romania, Serbia, Tsjekkia, Uzbekistan og Vietnam.

I andre tilfeller, der brensel ikke kvalifiseres for en behandling under de ovennevnte amerikanske eller russiske rammeprogrammene, har eierlandene kjøpt kommersielle reprosesserings tjenester i Frankrike, i Storbritannia og i Russland. Under en slik kontrakt ble metallisk uranbrensel fra den svenske R1 reaktoren repossert i Storbritannia, mens australsk brensel har vært behandlet i Frankrike. USA, Storbritannia og Frankrike har enten repossert eller planlegger å repossere brensel i egne anlegg.

Etter at USA i 1976 og 1992 besluttet å innstille reprosesserings, ble det satt i gang et omfattende program for å utvikle alternative metoder for behandling av aluminiumskapslet brensel. Programmet har, av tekniske og finansielle årsaker, ikke nådd målsettingen og dagens strategi i USA har vendt tilbake til reprosesserings. I Sverige ble det gjort en tilsvarende utredning omkring alternativer til reprosesserings av R1 kjernebrenselet, men det ble ikke funnet noe bedre behandlingsalternativ en reprosesserings.

Frankrike og Russland tilbyr i dag kommersielle (re)prosesserings tjenester. Kommitteens tok kontakt med AREVA NC og Sosny Research Company for å undersøke mulighetene for prosesserings av brenselet i henholdsvis Frankrike og Russland.

Andre mulige behandlingsmetoder, som befinner seg på ulike tekniske utviklingstrinn, omfatter elektrometallurgisk behandling (pyroprosesserings) og kalsinering. Disse metodene må enten modifiseres for å kunne behandle det aktuelle brenselet, eller er ikke teknisk utviklet. Videre, er ingen av disse metodene kommersielt tilgjengelig.

Aktuelle alternativer for lagring av brukt brensel og stabiliserte sluttprodukter fra brenselbehandlingen omfatter metall/betongbeholdere, betonghvelv og betongsilo systemer. Alle alternativene er i prinsippet egnet for de materialene som her er aktuelle.

Behandlingsalternativer og vurderingskriterier

Etter en gjennomgang av de internasjonale erfaringene er følgende alternativer vurdert for det norske metalliske uranbrenselet og brensel med aluminiumskapsling:

1. Direkte deponering.
2. Langtids-mellomlagring med utsatt beslutning.
3. Bytte av brensel.
4. Retur til opprinnelseslandet.
5. Kommersiell brenselbehandling med PUREX teknikk.
6. Behandling i Norge.
 - A. Behandling med videreutviklet PUREX.
 - B. Elektrometallurgisk behandling (pyroprosesserings).
 - C. Kalsinering.

Komiteén har valgt følgende kriterier i vurdering av ovennevnte alternativer for brenselbehandlingen:

- Anbefalingene fra IAEA og OECD/NEA, innbefattet etiske aspekter.
- Teknisk velegnethet.
- Teknologisk modenhet og tilgjengelighet.
- Andre lands beslutninger knyttet til samme typer av brensel.
- Miljøpåvirkninger.
- Kostnadseffektivitet.
- Offentlig aksept/godkjennelse.

Følgende tabell gir en oppsummering av de ovennevnte alternativene vurdert i lys av utvalgs kriteriene.

Tabell 1.2 Sammenligning av alternativer for behandling av metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling

Metode	IAEA og OECD/ NEA anbefalinger / etiske aspekter	Teknisk hensiktsmessighet	Teknologisk modenhet og tilgjengelighet	Internasjonal erfaring	Miljøpåvirkning	Kostnadseffektivitet
Direkte deponering	Ikke anvendelig/egnet	Lav: mulig dannelse av pyrofore (selvantennelige) og gassformige reaksjonsprodukter med vann	Ingen erfaring med slike brenselstyper som her er aktuelle. For oksid brensel er konseptet akseptert i bl.a Sverige, og Finland	Ingen	Dårlig: mulig dannelse av pyrofore (selvantennelige) og gassformige reaksjonsprodukter med vann. Mulig frigjøring av radioaktivitet til biosfæren.	God
Lagring og utsatt beslutning	Etiske innvendinger	Lav: nedbrytning av brenselet kan forekomme	Moden: dagens situasjon	Omfattende	Dårlig: nedbrytning av brenselet vil forekomme	Dårlig: er ikke et behandlingsteknisk slutt-trinn
Utteksling av brensel	Etiske innvendinger	Ukjent: ingen potensielle muligheter er identifisert	Ukjent: ingen potensielle muligheter er identifisert	Enkelte tilfeller har forekommet	Ukjent: ingen potensielle uligheter er identifisert	Ukjent: ingen potensielle muligheter er identifisert
Retur til opprinnelseslandet	Støttes: f.eks.amerikansk og russisk retur-program	Modent og velprøvd	Modent og velprøvd	Modent og velprøvd	Avfallsprodukter stabile i deponi (brensel vil bli behandlet med PUREX teknikk	God
Kommersiell prosessering med PUREX teknikk	Støttes: f.eks.serbisk brensel, amerikansk og russisk retur-program	Modent og velprøvd	Modent og velprøvd	Modent og velprøvd	Avfallsprodukter stabile i deponi (brensel vil bli behandlet)	God: kommersielle tjenester er tilgjengelig

Tabell 1.2 Sammenligning av alternativer for behandling av metallisk uran og brensel med aluminiumskapsling

Metode	IAEA og OECD/ NEA anbefalinger / etiske aspekter	Teknisk hensiktsmessighet	Teknologisk modenhet og tilgjengelighet	Internasjonal erfaring	Miljøpåvirkning	Kostnadseffektivitet
Innenlandsk behandling med videreutviklet PUREX teknikk	Ikke anvendbart	Purex er moden og velpøvd. Videreutvikling pågår internasjonalt.	PUREX er moden og velpøvd. Videreutvikling pågår internasjonalt.	PUREX er moden og velpøvd. Ingen erfaring med videreutvikling.	Avfallsprodukter stabile i deponi (brensel vil bli behandlet). Ytterlig radioaktivt avfall fra innenlandsk anlegg.	Meget dårlig: nødvendig med innenlandsk anlegg
Innenlandsk behandling med elektrometallurgisk behandling	Ikke anvendbar	Middels: krever ekstra prosessstrinn for fjerning av aluminium	Fjerning av kapslingsmateriale. Uprøvd prosessstrinn	Metallisk U brensel med kapsling av rustfritt stål (EBR-II brensel)	Avfallsprodukter sannsynlig stabile i deponi	Meget dårlig: nødvendig med innenlandsk anlegg
Innenlandsk behandling med kalsinering	Ikke anvendbar	Lav: krever fjerning av kapsling og omfattende oppkapping av brenselet, samt ytterligere behandling for å fremstille et stabilt avfallsprodukt	Ikke utprøvd	Testet på ikke-bestrålt materiale	Avfallsprodukter ville bli stabile i deponi hvis hensiktsmessig behandlingsmetode identifiseres	Meget dårlig: nødvendig med innenlandsk anlegg

Teknisk utvalgs anbefalinger

Etter en totalvurdering av de ovennevnte alternativene i lys av utvalgskriteriene, gir Teknisk Komité følgende anbefalinger:

1. Metallisk uran er pyrofort (selvantenkelig i luft) og reagerer med vann slik at det dannes hydrogengass og pyrofort uranhydrid. Aluminiumskapsling reagerer med vann og danner hydrogengass og kan dessuten utsettes for en omfattende, alvorlig lokal korrosjon som kan ødelegge kapslingen og frilegge det metalliske uranbrenselet. Siden metallisk uranbrensel og/eller brensel med aluminiumskapsling er ustabil, må dette brenselet stabiliseres før mellomlagring og deponering. Den metoden som velges for stabilisering må klargjøre brenselet både for mellomlagring og påfølgende deponering, dette innebærer at videre behandling av brenselet etter mellomlagring ikke er påkrevet, dvs. at brenselet er deponeringsklart.
2. Lagring og utsatt beslutning eller «vente og se» alternativet representerer ikke noe sluttresultat for brenselet. Teknisk komité anser at dette alternativet innebærer en stor svakhet siden det forutsetter stabilitet i fremtidige samfunn, og disse samfunns vedvarende evne og mulighet til å iverksette og forvalte de nødvendige sikkerhets- og institusjonelle tiltak, og siden Norge ikke arbeider aktivt med å utforske eller utvikle alternative løsninger, for eksempel alternativer basert på teknologisk utvikling eller flernasjonale anlegg. I lys av disse innvendingene, og i overensstemmelse med den svenske beslutningen vedrørende R1 kjernebrenselet, vil Teknisk komité fraråde vente og se alternativet når det gjelder behandling av det norske kjernebrenselet.
3. Lignende innvendinger gjelder også for utveksling/bytte av brukt brensel med et annet land, siden ansvaret for brenselet fraskrives. Teknisk utvalg vil derfor fraråde dette alternativet når det gjelder behandling av det norske kjernebrenselet.
4. Det beskjedne volumet av brukt reaktorbrensel i Norge gjør det vanskelig å begrunne bygging av et norsk anlegg for behandling av brukt brensel så lenge det finnes tilgjengelige utenlandske kommersielle tjenester som tilfredsstiller økonomiske, politiske og miljømessige krav.
5. Teknisk komité anbefaler at Norge umiddelbart, og på regjeringens nivå, tar kontakt med USA for å drøfte transport av brenselet til USA

innenfor de eksisterende returprogrammene, siden disse vil avsluttes i 2016.

6. Teknisk utvalg anbefaler at den norske regjering retter et skriftlig forespørsel til Rosatom State Corporation i Russland for å vurdere muligheten for å importere brukt brensel til Russland for prosessering. Med henvisning til 2009 rapporten fra IAEA «Contact Expert Group on management of spent nuclear fuel and radioactive wastes» og i lys av det faktum at den norske regjering gir økonomiske midler som bidrar til prosessering av russisk brensel i Mayak, anser utvalget at dette alternativet tilfredsstiller miljømessige og politiske krav. Teknisk utvalg anbefaler, at hvis det besluttet å bruke russiske kommersielle tjenester for behandling av brenselet, bør en slik beslutning treffes så tidlig som mulig for å kunne utnytte den aktuelle tilgjengeligheten av disse tjenestene. Denne tilgjengeligheten er knyttet til virksomhetene i det nåværende russiske returprogrammet.
7. Teknisk utvalg anbefaler at den norske regjering treffer de nødvendige tiltak for å få AREVA NC i Frankrike til å utarbeide en rapport som beskriver mulighetene for behandling av det brukte brenselet i Cap de La Hague anlegget. Denne rapporten bør omfatte teknisk gjennomførbarhet, kostnader og alternativer for behandling av de ulike prosessproduktene.
8. Beslutningen som angår mellomlagring av de prosessproduktene som oppstår ved behandling av det metalliske brenselet, bør treffes i lys av den valgte stabiliseringsmetoden. Den valgte lagringsmetoden bør baseres på de fysiske, kjemiske og radiologiske egenskapene ved avfallsformen(e), samt en økonomisk analyse av de tre alternativene. Teknisk utvalg anbefaler tørr lagring i beholdere, siloer eller i hvelv.

Avsluttende kommentarer og videre fremdrift

I utgangspunktet har man sett for seg at det kunne finnes en rekke tilgjengelige behandlingsalternativer som lot seg sammenligne innbyrdes, og der volumer/mengder og typer av de materialene som skulle lagres, kunne tallfestes. I praksis har det imidlertid vist seg, at siden Teknisk utvalg ikke kan anbefale direkte deponering av det brukte brenselet eller mellomlagring med utsatt beslutning, fremstår følgende behandlingsalternativ – kommersiell prosessering i et utenlandsk anlegg – som det overlegent beste alternativet i lys av de valgte kriteriene.

Neste trinn bør således være en politisk beslutning på høyt nivå, om kommersiell prosessering i et utenlandsk anlegg, skal følges opp. Hvis dette alternativet blir valgt må det også treffes en beslutning om enten å ta tilbake prosessproduktene eller la disse bli i det aktuelle landet, såfremt dette er et alternativ i vedkommende land. For prosessering i Mayak er det muligheter for lagring og deponering av alle avfallsproduktene i Russland, men fransk lov påbyr retur av høyaktivt avfall. Noen av de land som deltar i det russiske returprogrammet og alle de land som deltar i det amerikanske returprogrammet for brukt brensel fra forskningsreaktorer, vil lagre og deponere avfallsproduktene i henholdsvis Russland og USA.

Hvis det derimot velges en nasjonal behandlingsstrategi, må det treffes en beslutning om metode (f.eks. våtkjemisk prosessering basert på PUREX eller kalsinering). Uansett metode vil det bli produsert ca. 20 tonn (10 m^3) uranprodukter og 1,5 kg plutonium. Mengden av høyaktivt avfall, sekundært avfall og avfall knyttet til nedlegging en av aktuelle anlegg vil imidlertid bli bestemt av den behandlingsmetoden som blir valgt.

Bare når de aktuelle avfallstyper og avfallsvolumer er kjente størrelser, kan det besluttet om lagringsmetoder. Som drøftet ovenfor må det først treffes en grunnleggende beslutning om hvilken behandlingsmetode som skal velges.

Vedlegg 2

Relevant lovgiving for lokalisering og bygging av et nytt mellomlager

Strålevernloven

Lov om strålevern og bruk av stråling av 12.5.2000 nr 36 (strålevernloven) gjelder for enhver tilvirkning, import, eksport, transport, overdragelse, besittelse, installasjon, bruk, håndtering og avfallsdisponering av strålekilder, jf. strålevernloven § 2. Strålevernloven er utformet som en fullmaktslov da strålevern er preget av en rask utvikling og mange detaljerte krav slik at utfyllende forskrifter er nødvendig.

De viktigste forskrifter hjemlet i loven er forskrift 29.10.2010 nr 1380 om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften) og forskrift 6.12.1996 nr 1127 om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften).

Det følger av strålevernforskriften § 2 at forskriften kommer til anvendelse på enhver tilvirkning, import, eksport, overdragelse, besittelse, installasjon, bruk, håndtering og utvinning av strålekilder. Strålevernforskriften setter igjen krav til blant annet kompetanse, instruks og prosedyrer, strålevernansvarlig, risikovurdering, fysisk sikring, beredskapsplikt, oversikt over strålekilder etc.

Internkontrollforskriften gjelder for virksomhet som omfattes av strålevernloven. Denne setter krav til internkontroll, det vil si systematiske tiltak som skal sikre at virksomhetens aktiviteter planlegges, organiseres, utføres og vedlikeholdes i samsvar med krav fastsatt i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen (HMS).

Atomenergilovent

Lov om atomenergivirksomhet av 12.5.1972 nr 28 (atomenergilovent) gjelder for atomanlegg. Et nytt mellomlager for brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall vil falle inn under atomenergiloventens definisjoner av atomanlegg.

Kapittel 1 i loven inneholder definisjoner, blant annet av atombrensel, radioaktivt produkt, atom-

anlegg og innehaver av atomanlegg. Som innehaver av atomanlegg regnes den som har konsesjon til å drive anlegget – eller i mangel av konsesjon – den som rår over anlegget eller som departementet har utpekt. Atomanlegg er definert blant annet som «innretning for lagring av atomsubstans». Et nytt mellomlager vil falle inn under atomenergiloventens definisjoner av atomanlegg og vil således være konsesjonspliktig i henhold til § 4. Konsesjonsplikten gjelder både for å «oppføre, eie eller drive atomanlegg», jf. § 4, 1. ledd. I følge lovens § 5 må man ha løyve for å «fremstille, eie, lagre, behandle, transportere, omsette eller for øvrig inneha eller anbringe atomsubstans», jf. § 5 nr 1.

Det følger av lovens § 10 at Statens strålevern er det øverste faglige organ når det gjelder sikkerhetsspørsmål. Strålevernet er innstillende og rådgivende instans for Helse- og omsorgsdepartementet. Det er departementet som gir løyve, mens konsesjon gis av Kongen i statsråd. Strålevernet skal forberede og avgi innstilling om alle søknader om konsesjon og løyve.

En viktig forskrift hjemlet i loven er forskrift av 2.11.1984 nr 1809 om fysisk sikring av nukleære materialer. Forskriften angir rammen for anleggsinnehaverens og myndighetenes forpliktelser med hensyn til fysisk sikring av nukleære materialer og -anlegg for å legge forholdene til rette for å minimalisere mulighetene for tyveri av nukleært materiale og sabotasje mot nukleære anlegg. Anleggsinnehaveren skal etablere og opprettholde et system for fysisk sikring av reaktor-anlegg og nukleære materialer under lagring, bearbeiding og transport. Retningslinjer fastsettes av Statens strålevern.

Forskrift av 12.5.2000 nr 433 om besittelse, omsetning og transport av nukleært materiale og flerbruksvarer gjelder ikke radioaktivt avfall. Bestrålt brensel er imidlertid blitt tolket inn under forskriften slik det nå er lagret på IFE og man må anta at tilsvarende vil gjelde for et nytt mellomlager.

Produktkontrolloven

Formålet med lov av 11.6.1976 nr 79 om kontroll med produkter og forbrukertjenester (produktkontrolloven) er å forebygge at produkter og forbrukertjenester medfører helseskade. Loven har videre til formål å forebygge at produkter medfører miljøforstyrrelse i form av forstyrrelser i økosystemet, forurensning, avfall, støy og liknende. Produktkontrolloven gjelder for ethvert produkt som kan føre til skade som nevnt ovenfor, og kan brukes i forhold til alle ledd i et produkts livsløp. I tilfeller hvor det oppstår hjemmelskonflikt, det vil si når gjeldende spesiallov gjør det mulig å verne om personsikkerhet og å forebygge helseskade, viker produktkontrolloven, jf. forarbeidene til loven, Ot.prp. nr. 51 (1974–75) s 51. Dette betyr at strålevernlovens og atomenergiloens bestemmelser vil gå foran i forbindelse med etablering og drift av mellomlager for lav- og mellomaktivt avfall der hvor disse lovene har bestemmelser om personsikkerhet og forebygging av helseskade.

Forvaltningen av produktkontrolloven med forskrifter er delt mellom Barne- og familiedepartementet og Miljøverndepartementet. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Statens forurensningstilsyn har tilsynsansvaret.

Arbeidsmiljøloven

Lov av 17.6.2005 nr 62 om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven) skal blant annet sikre et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmende arbeidssituasjon, som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger, og sikre trygge ansettelsesforhold, jf. lovens §§ 3–1, 3–2, 4–4 og 4–5.

Med hjemmel i arbeidsmiljøloven er det fastsatt flere regelverk som kan være av betydning for etablering og drift av et nytt mellomlager for brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall:

- Forskrift av 30.6.2005 nr 794 om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved bergarbeid.
- Forskrift av 25.8.1995 nr 768 om forplantningsskader og arbeidsmiljø.
- Forskrift av 14.6.1985 nr 1157 om ioniserende stråling som bl.a. inneholder bestemmelser om dosegrenser, dosemålinger, legeundersøkelse, omplassering av arbeidstakere og plikt til å varsle Arbeidstilsynet ved doseoverskridelse, uhell eller tegn på skadelig strålepåvirkning.

Miljølovgivningen

Lov av 13.3.1981 nr 6 om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven) forvaltes av Miljøverndepartementet med Klima- og forurensningsdirektoratet som ansvarlig direktorat. Loven ble fra 1.1.2011 gjort gjeldende også for radioaktivt avfall gjennom forskrift av 01.11.2010 nr 1394 om forurensningslovens anvendelse på radioaktivt forurensning og radioaktivt avfall. I henhold til denne forskriften vil forvaltningen av radioaktive stoffer under forurensningsloven delegeres til Statens strålevern.

Med hjemmel i forurensningsloven finnes forskrift av 1.6.2004 nr 930 om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften). Et nytt kapittel 16 om radioaktivt avfall ble for avfallsforskriftens gjort gjeldende fra 01.01.2010, hvor § 16–5 stiller krav til godkjenning fra Statens strålevern for håndtering av deponeringspliktig radioaktivt avfall.

Helselovgivningen

Etablering og drift av et nytt mellomlager for brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall har også en grenseflate mot helselovgivningen, slik som legemiddeloven, lov om medisinsk utstyr, lov om statlig tilsyn med helsetjenesten og kommunehelsetjenesteloven. Dette er lover som på direktoratsnivå forvaltes av Statens helsetilsyn.

Brann- og eksplosjonsvern

Lov av 14.6.2002 nr 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven) hører under Justis- og politidepartementet (JD). Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) er sentralt utøvende forvaltningsorgan etter loven.

Lovens primære formål er å verne liv, helse, miljø og materielle verdier mot brann, eksplosjon, ulykker med farlig stoff, farlig gods og andre akutte ulykker. Formålet omfatter både forebyggende og beredskapsmessige tiltak. Det er også antatt at lovens formål omfatter sikring i forhold til uønskede tilskitete hendelser med farlige stoffer som omfattes av loven.

Med hjemmel i brann- og eksplosjonsvernloven er det fastsatt flere regelverk som kan være av betydning for etablering og drift av et nytt mellomlager for brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall:

- Forskrift av 1.4.2009 nr 384 om landtransport av farlig gods, hvor § 3 definerer radioaktivt materiale som «farlig gods». Forskriften stiller krav til sikker gjennomføring av transport av farlig gods og til virksomheten. Statens strålevern er fag- og tilsynsmyndighet for radioaktivt materiale.
- Forskrift av 8.6.2009 nr 602 om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen.
- Forskrift av 26.6.2002 nr 922 om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff.
- Forskrift av 26.6.2002 nr 847 om brannforebyggende tiltak og tilsyn.

Plan og bygningsloven

Lov av 27.6.2008 nr 71 om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) trådte i kraft 1.7.2009 og kommer til anvendelse på et nytt anlegg for mellomlager for brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall.

Med hjemmel i plan- og bygningsloven er det fastsatt regelverk som kan være av betydning for

etablering og drift av et nytt mellomlager for brukt brensel og langlivet middelaktivt avfall:

- Forskrift av 26.6.2009 nr 855 om konsekvensutredninger. I vedlegg I «Planer og tiltak som alltid skal konsekvensutredes» er det i punkt 24 nevnt «Anlegg beregnet på produksjon eller anriking av kjernebrensel, på bearbeiding av bestrålt kjernebrensel eller avfall med høy radioaktivitet, på deponering av bestrålt kjernebrensel, utelukkende på deponering av radioaktivt avfall, utelukkende på lagring (planlagt å vare mer enn 10 år) av bestrålt kjernebrensel eller radioaktivt avfall på annet sted enn produksjonsstedet».
- Forskrift av 26.6.2009 nr 861 om kart, stedfestet informasjon, arealformål og kommunalt planregister (kart- og planforskriften).

Vegloven

Lov av 26.6.1963 nr vegloven kan komme til anvendelse om et nytt mellomlager medfører at en eksisterende veg må oppgraderes eller ved tilslutning til en eksisterende vei.

Vedlegg 3

Behandling og lagring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall i enkelte land

Som utgangspunkt for anbefalinger om organisering av avfallsbehandlingen i Norge vil det være aktuelt å se på hvordan dette er organisert i enkelte land det kan være naturlig å sammenligne med. Nedenfor er det gitt en beskrivelse av organiseringen av avfallsbehandlingen i noen slike land.

Sverige

Sverige har en stor nukleær sektor sammenlignet med Norge. Denne sektoren omfatter bl.a. (Miljödepartementet-2008):

- 10 operative kjernekraftreaktorer (Forsmark, Oskarshamn, Ringhals) og to avstengte (Barsebäck)
- En avstengt reaktor for fjernvarme (Ågesta)
- Brenselsproduksjon (Westinghouse)
- En avstengt forskningsreaktor, laboratorier, avfallsbehandling, etc (Studsvik)
- Deponi for radioaktivt avfall (SFR)
- Mellomlager for brukt reaktorbrensel (CLAB).

Kjernekraftbransjen i Sverige gikk på 1970-tallet sammen og stiftet Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) for å ta hånd om alt avfall fra de svenske kjernekraftverkene, hvor ansvaret også inkluderte forskning, utvikling og demonstrasjon av tekniske konsepter. Anlegget eier blant annet et mellomlager for brukt kjernebrensel, CLAB, utenfor Oskarshamn og et deponi for kortlivet radioaktivt avfall, SFR, i Forsmark. Dessuten planlegger selskapet et deponi for brukt kjernebrensel i Forsmark (Miljödepartementet-2008).

Driften av SKB er finansiert gjennom en avfallsavgift som betales av kjernekraftindustrien og andre som genererer radioaktivt avfall. Avgiften varierer fra år til år og var 2008 på 0,5 (svenske) øre pr. kWh. Avgiften forvaltes av et avgiftsfond og skal også dekke framtidige kostnader til deponi for brukt brensel (Miljödepartementet-2008). Fondet ble etablert i 1982 og hadde ved utgangen av 2008 en fondskapital på 42 895 millioner SEK.

Opprinnelig var hensikten i Sverige å gjenvinne brukt kjernebrensel, men det ble ikke vurdert som hensiktsmessig å etablere et nasjonalt gjenvinningsanlegg. I perioden 1972 til 1982 ble det derfor sendt 140 tonn med brukt brensel fra Oskarshamn til Windscale (nå Sellafield) for gjenvinning. Denne gjenvinningen fant sted i 1997, hvor hensikten er å bruke plutonium i MOX brensel ved Oskarshamn (Miljödepartementet-2008).

Under en senere kontrakt mellom SKBF (nå SKB) og det franske firmaet COGEMA ble ytterligere 55 tonn brensel fra Barsebäck, Ringhals og Forsmark gjenvunnet. Opprinnelig omfang for denne kontrakten var 672 tonn, men kontrakten ble sagt opp og vitrifisert avfall ble byttet mot brukt tysk MOX brensel. Ytterligere 5 tonn med brensel fra den nedlagte R1 forskningsreaktoren ble i 2007 sendt til Sellafield for gjenvinning (Miljödepartementet-2008). Sistnevnte var metallisk brensel lignende det norske.

Prinsippene for behandling av brukt brensel og radioaktivt avfall har endret seg over årene og har også vært oppe til debatt i den svenske riksdagen. Ansvarsfordelingen er også reflektert i svensk lovgiving («Kärneavfallslagen»), og hovedprinsippene er som følger (Miljödepartementet-2008):

- Kostnadene for deponering av brukt brensel og radioaktivt avfall skal dekkes gjennom avgift på energien som produseres og som har gitt opphav til det brukte brenselet og avfallet.
- Reaktoreierne skal på en sikker og trygg måte deponere brukt brensel og radioaktivt avfall
- Det langsiktige ansvaret for håndtering og deponering av brukt brensel påhviler staten. Etter at deponiet er lukket, skal det etableres kriterier for å sikre at ansvaret for overvåking blir ivaretatt over en legere tidshorisont. Offentlige myndigheter bør kunne påta seg ansvaret for et lukket deponi.
- Hvert land er ansvarlig for det brukte brenselet som blir generert i eget land. Deponering av brukt brensel og radioaktivt avfall fra aktivite-

ter i andre land kan ikke skje i Sverige, med unntak av i helt spesielle tilfeller.

Danmark

Nukleær virksomhet i Danmark har omfattet tre forskningsreaktorer DR-1, DR-2 og DR-3 (hhv. 2kW, 5MW og 10 MW), et mindre anlegg for produksjon av brensel og et hotcelle-anlegg, alt lokalisert til forskningsanlegget Risø utenfor Roskilde. All denne virksomheten er nå nedlagt, hvor to av reaktorene er ferdig dekommisjoner mens den resterende infrastrukturen er under dekommisjonering (Sundhedsstyrelsen-2008).

Brukt brensel fra DR-2 og DR-3 har blitt returnert til USA, som også er opphavlandet for brenselet. Brensel fra DR-1 samt 233 kg med eksperimentalbrensel finnes fortsatt lagret på Risø. Danske myndigheter har, uten særlig hell, prøvd å finne en utenlandsk løsning for dette brenselet. Om danskene ikke klarer å finne en utenlandsk løsning, vurderes en deponering i et nytt deponi for lav- og mellomaktivt avfall (Sundhedsstyrelsen-2008).

Dansk Dekommissionering ble opprettet som en institusjon under (og med finansiering fra) Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, med hensikt å dekommissionere nukleære anlegg på Risø. Dansk Dekommissionering skal i tillegg berede grunnen for at det danske stortinget skal fatte beslutning om et deponi for lav- og middelsaktivt avfall. I påvente av ferdigstilling av et slikt deponi blir avfall lagret på Risø. Dette inkluderer også avfall fra industri og helsevesen (Sundhedsstyrelsen-2008).

Finland

Finland har fire kjernekraftreaktorer (Loviisa og Olkiluoto) og en femte under bygging. I tillegg finnes det en forskningsreaktor, FiR 1, ved forskningsstiftelsen VTT (STUK-2008).

I henhold til opprinnelig avtale skulle brukt brensel fra Loviisa kjernekraftverk returneres til Sovjetunionen/Russland for gjenvinning. Denne pågikk fram til den finske atomenergiloven ble endret i 1994. Brensel skulle etter dette mellomlagres og deponeres i Finland. I perioden 1981 til 1996 ble totalt 330 tonn uran returnert i henhold til Sovjetunionen/Russland (STUK-2008).

Brukt brensel og annet radioaktivt avfall fra kjernekraftverkene blir i dag lagret lokalt. Både ved Loviisa og i Olkiluoto finnes det mellomlagre for brukt brensel og deponier for lav- og mellomaktivt avfall. Tilsvarende er det opp til VTT på en

forsvarlig måte å ta hånd om brukt brensel og annet radioaktivt avfall fra RiF 1-reaktoren (STUK-2008).

Øvrige virksomheter som genererer radioaktivt avfall er selv ansvarlige for å ta hånd om dette. Radioaktivt avfall som ikke kan friklasses eller returneres ut av landet, kan avleveres til STUK mot en avgift som skal dekke lagring og senere deponering. Siden STUK er tilsynsmyndigheten for strålebruk i Finland, er habilitetsproblemet løst gjennom en uavhengighet mellom avdelingen for forskning og miljøovervåkning i STUK og rollen som tilsynsmyndighet (STUK-2008).

Eierne av kjernekraftverkene, Teolisuuden Voima OYJ (TVO) og Fortum Power and Heat Oy (FPH) har sammen etablert selskap Posiva, med ansvar for å planlegge og implementere et deponi for brukt brensel. Olkiluoto ble i år 2000 valgt som lokalisering for et deponi, og anlegget planlegges ferdigstilt i år 2020. For å sikre finansiering betaler kraftselskapene en årlig avgift til et fond som kontrolleres av den finske staten (STUK-2008).

I påvente av avklaring om fortsatt drift av FiR 1 forskningsreaktoren blir brukt brensel fra denne lagret på stedet. Endelig beslutning om skjebne for dette brenselet (420 kg) er ikke tatt men opsjonene består i å deponere dette i det nye deponiet alternativt å returnere det til USA. Om man ønsker å returnere brensel til USA må reaktoren stenge i løpet av våren 2016 for å rekke fristen som er satt for retur av brensel til USA (STUK-2008).

Eiere av anlegg for behandling av radioaktivt avfall er i henhold til finsk lov ansvarlig for å ivareta sikkerheten, inkludert fysisk sikring og beredskap. Staten overtar ansvaret når avfallet er godkjent deponert og har også et sekundært ansvar om avfallprodusenten ikke kan ivareta sine forpliktelser. Den finske atomenergiloven sier også at avfall som genereres i Finland skal håndteres, lagres og deponeres i Finland. Avfall som er generert i andre land kan ikke håndteres, lagres eller deponeres i Finland (STUK-2008).

Irland

Irland har ingen kjernekraftverk, forskningsreaktorer eller lignende. 2,5 tonn med naturlig metallisk uran finnes lagret ved et universitet. Dette hadde sitt opphav i USA og ble gitt som en del av «atoms for peace» programmet. Retur til USA vurderes som en mulig opsjon (Environ-2008).

Kortlivet radioaktivt avfall fra sykehussektoren blir behandlet som konvensjonelt avfall etter at radioaktiviteten har dødd hen. Radioaktive kil-

der blir, i den grad dette er mulig, returnert til leverandør i utlandet. Hvor dette ikke lar seg gjøre oppbevares utrangerte kilder hos eierne (Environ-2008).

Sveits

Sveits har fem operative kjernekraftreaktorer (Beznau I og II, Mühleberg, Gösgen og Leibstadt). I juli 2008 ble det levert søknad om bygging av ytterligere en kjernekraftreaktor i Gösgen som regnes å være driftsklart rundt 2022–2025, forutsatt et flertall i befolkningen (UVEK-2008).

Mesteparten av nukleær forskning i Sveits skjer ved Paul Scherres Institute (PSI), som også driver forskningsreaktoren PROTEUS, hotlab-fasiliteter og avfallsbehandling. Det finnes også på området to forskningsreaktorer, DIORIT og SAPHIR, som er under dekommisjonering. I tillegg finnes det to mindre forskningsreaktorer ved universiteter i henholdsvis Basel og ved et nasjonalt teknologisk institutt (EPFL) i Lausanne. Av historiske anlegg kan nevnes, Lucens, et eksperimentalt type kjernekraftverk, som ble stengt og dekommisjonert etter et uhell i 1969 (UVEK-2008).

I henhold til den sveitsiske atomenergilovgivning er det opp til hvert enkelt kjernekraftverk å bestemme hvorvidt brukt brensel skal deponeres direkte eller gjenvinnes. Eksisterende kontrakter med Frankrike og Storbritannia omfatter gjenvinning av 1200 tonn brukt brensel, mens man kan anta at eksisterende kjernekraftverk vil generere 4200 tonn brukt brensel antatt 60 års driftstid. Nye kontrakter kan imidlertid ikke inngås ved at det fra juli 2006 ble det lagt ned forbud mot eksport av brukt brensel for gjenvinning med en varighet av 10 år (UVEK-2008).

Hvert kjernekraftverk har anlegg for å behandle og lagre driftsavfall. I tillegg finnes et sentralt mellomlageranlegg i Würenlingen, som blant annet tar hånd om brukt brensel, vitrifisert høyaktivt avfall samt lav- og mellomaktivt avfall. Dette anlegget drives av ZWILAG, som er et selskap eid av kjernekraftindustrien (UVEK-2008).

Den sveitsiske staten har tatt ansvaret for å ta imot, kondisjonere, lagre og deponere avfall som ikke har sitt opphav i nukleærindustien, dvs. avfall fra helsevesen, industri og forskning. Det er opprettet et føderalt senter for denne typen avfall og som driftes av Paul Scherres Institutt. Avfallsprodusentene betaler en avgift for disse tjenestene (UVEK-2008).

Sveits planlegger to deponier, hvor det ene er tenkt for lav og mellomaktivt avfall. Det andre vil være for høyaktivt avfall, dvs. både brukt brensel og vitrifisert avfall fra gjenvinning, samt langlivet mellomaktivt avfall. Prosessen mot deponier drives av Nagra, som er en sammenstilling mellom den sveitsiske staten og den føderale staten (UVEK-2008).

Østerrike

På 1970 tallet ble det bygget et kjernekraftverk i Zwentendorf, men dette ble aldri tatt i bruk på grunn av en folkeavstemning om kjernekraft. I 1978 ble det innført en lov som forbyr nukleær fisjon som grunnlag for energiproduksjon og i 1999 ble det innført en konstitusjonell forfatning om en «atomfritt» Østerrike. Brenselselementene fra kjernekraftveket i Zwentendorf ble derfor fjernet i løpet av 1980 tallet (Austrian Government-2008).

Østerrike har i dag kun en forsøksreaktor, og den er lokalisert til universitetet i Wien. To forskningsreaktorer ble stengt i henholdsvis 2001 og 2004. Brukt brensel fra disse har blitt returnert til USA og det finnes en avtale om retur av brukt brensel også fra reaktoren ved universitetet i Wien (Austrian Government-2008).

I 2003 ble det innført en «polluters pay» prinsipp for behandling av radioaktivt avfall. Avgiften som må betales skal dekke behandling og lagring og skal i tillegg bidra til et fond for en framtidig deponeringsløsning og som administreres av østerrikske myndigheter. Behandling, kondisjonering og mellomlagring skjer ved Nuclear Engineering Seibersdorf GmbH. Dette er underlagt Austrian Institute of Technology (AIT), som er et stor Østerriksk forskningsinstitutt. Bakgrunnen for denne organiseringen er at man regner det som kostnadseffektivt å bruke infrastrukturen som finnes på stedet (Austrian Government-2008).

Østerrike følger et prinsipp om å minimere mengden radioaktivt avfall. Av den grunn blir kortlivet avfall lagres ute hos bruker inntil radioaktiviteten har blitt redusert til under friklassingsgrensene. Kapslede kilder blir i den grad dette lar seg gjøre returnert til produsent, og i de tilfeller dette ikke er mulig lagret ved Nuclear Engineering Seibersdorf GmbH. Dette inkluderer også kilder fra røykvarslere.

Det finnes i dag ikke noen konkrete planer om å bygge et deponi i Østerrike. Spørsmålet om lokalisering er også åpnet (Austrian Government-2008).

Nederland

Nederland har en operativ kjernekraftreaktor, Borssele PWR. En mindre kjernekraftreaktor, Dodewaard BWR, ble stengt i 1997. I tillegg finnes det tre forskningsreaktorer, High Flux Reactor (HFR), som drives innefor EUs forskningssenter i Petten, Low Flux Reactor (LFR) i Petten samt Holger Onderwijs Reactor (HOR) ved det tekniske universitetet i Delf (VROM-2008).

Alt brukt brensel har etter stengningen av Dodewaard BWR blitt sendt til Sellafield for gjenvinning. Tilsvarende eksisterer det en kontrakt for gjenvinning av alt brukt brensel fra Borssele PWR i Frankrike fram til 2015. Det er i Nederland i stor grad opp til kjernekraftindustrien selv å velge sluttbehandling for det brukte brenselet sitt. Hvorvidt det tegnes en ny kontrakt for gjenvinning av brukt brensel også etter 2015 vil derfor i stor grad være ut fra en ren økonomisk kostnadsvurdering fra eierne av reaktorene (VROM-2008).

Brukt brensel fra forskningsreaktorene blir etter lagring i brenselbassenger ved reaktorene, enten transportert til COVRA for videre lagring eller returnert til leverandør i USA. Ved oppgradering av HFR til bruk av lavanriket uran ble transporten av høyanriket uran til USA betalt av EU. Brensel fra HOR blir lagret ved COVRA, mens LFR fram til nå ikke har byttet brensel (VROM-2008).

Opprinnelig ble behandling av radioaktivt avfall utført i Petten. Dette ble senere flyttet ved etableringen av COVRA, som er den sentraliserte organisasjonen for håndtering av radioaktivt avfall. COVRA er eid av den nederlandske kjernekraftindustrien. Finansiering foregår ut fra et forurenser betaler prinsipp, hvor avgiften i tillegg til å behandle håndtering og mellomlagring også inngår i et fond for en framtidig deponiløsning. Dette fondet disponeres av COVRA (VROM-2008).

Gjeldende strategi er at avfall skal mellomlagres fram til man har en sluttløsning ferdig omtrent 100 år fram i tid. Bakgrunnen for denne strategien er at Nederland har en begrenset mengde radioaktivt avfall, og at en såpass lang tidshorisont antas å være nødvendig for at fondene skal blir store nok til å kunne finansiere en nasjonal deponiløsning. Andre grunner til å avvente i 100 år er at en internasjonal eller regional løsning i løpet av et slikt tidsrom vil kunne være tilgjengelig samt at det i framtiden også vil kunne komme ny teknologi og behandlingsmuligheter (VROM-2008).

Et prosjekt konkluderte i 1993 med at det ikke finnes noen sikkerhetsmessige grunner til at det

ikke skal være mulig å deponere radioaktivt avfall i dype saltformasjoner som finnes i Nederland. Tilsvarende antas dype leireformasjoner å være egnet (VROM-2008).

Luxembourg

Luxembourg har ingen kjernekraftverk, forskningsreaktorer eller tilsvarende fasiliteter som generer radioaktivt avfall. Luxembourg har helt siden 1967 hatt en policy som har gått ut på at (MS-2009):

- Brukte strålingskilder har blitt returnert til produsent i utlandet
- Radioaktive kilder har blitt erstattet med ikke-radioaktive alternativer når dette har vært mulig. Eksempelvis har radioaktivitet i røykvarslere vært forbudt siden 1994.
- Minimalisering av generert radioaktivt avfall av bruker
- Lagring av avfall hos bruker fram til det er dødd hen.

Det finnes noe flytende radioaktivt avfall i Luxembourg og hvor utslipp vurderes. En mindre mengde radioaktivt avfall uten returavtale har dessuten blitt sendt til Belgia (MS-2009).

Island

Island har ingen nukleær aktivitet, men det finnes noen få radioaktive kilder på universitetssykehuset, universitetet og hos strålevernmyndigheten.

Det er eierne av de radioaktive kildene som er ansvarlig for at avfallsbehandlingen skjer på en tilfredsstillende måte. Brukte kilder blir som regel sendt ut av landet. I noen tilfeller blir kilder lagret hos brukerne siden det ikke anses som hensiktsmessig med et nasjonalt deponi (Geislavarnir Ríkisins-2006).

Belgia

Belgia har 7 operative kjernekraftreaktorer. En lov, vedtatt i januar 2003, faser i praksis ut kjernekraft som energikilde ved at det ikke bygges nye enheter og ved å begrense driftstiden for eksisterende enheter til 40 år (FANC-2006).

I henhold til tidligere praksis ble brukt brensel fra Belgia sendt til gjenvinning i La Hague i Frankrike, hvor siste forsendelse fant sted i 2001. På grunn av endringer i de internasjonale rammebehandlingene, og spesielt på grunn av de lave uranprisene, ble det i 1993 en debatt i det belgiske parlamentet om behandling av brukt brensel og gjen-

vinning av plutonium. Som følge av dette ble det vedtatt at regjeringen skulle begrense nye gjenvinningskontrakter for en femårsperiode og å bruke tiden til å vurdere gjenvinning opp mot direkte deponering som strategi for sluttbehandling av brukt brensel. Da en rapport ble lagt fram i 1998 ikke gav tilstrekkelig grunnlag for en slik vurdering, ble det bestemt at transportene av brukt brensel skal opphøre fram til nye data er tilgjengelige. Dette spørsmålet er ennå ikke avklart og status i dag er derfor at brukt brensel fra kjernekraftverkene ikke blir gjenvunnet (FANC-2006).

Brukt brensel fra forskningsreaktoren BR2 ved det nukleære forskningssenteret i Mol, SCK-CEN blir gjenvunnet. Brenselet fra den nedlagte BR3 reaktoren (Mol) blir derimot lagret i CASTOR transportable lagringsbeholdere. For BR1 (Mol) og Tepis reaktoren, ved universitetet i Gent, også begge disse nedlagte, er det ingen strategi for sluttbehandling (FANC-2006).

Endring i sluttbehandling har medført behov for ekstra lagringsplass for brukt brensel. Dette har blitt møtt med at man har tatt i bruk lagringsbeholdere i metall ved Dole kjernekraftverket og ved at det har blitt bygget et sentralisert lagerbasseng ved Tihanga kjernekraftverket (FANC-2006).

ONDRAF/NIRAS, er et statlig forvaltningsorgan, som ble opprettet av belgiske myndigheter for å holde håndteringen av radioaktivt avfall til en institusjon og under befolkningens kontroll. ONDRAF/NIRAS ble opprettet ved lov og er ansvarlig for all håndtering av radioaktivt avfall på belgisk territorium. Spesielt skal følgende hensyn ivaretas (FANC-2006):

- Ha oversikt over alt radioaktivt materiale (og anrikt fissilt materiale) og vurdere kostnader for dekommisjonering og frigivelse av områder med radioaktivt materiale
- Ha oversikt over alle radioaktive avfallstrømmer
- Samle og transportere radioaktivt avfall
- Prosessere og kondisjonere radioaktivt avfall
- Mellomlagre alt kondisjonert avfall
- Langsiktig forvaltning, inkluderte deponering
- Oppgaver i forhold til forvaltning av anrikt fissilt materiale.

ONDRAF/NIRAS har en sentraliserte forvaltning for avfallsbehandling, mens behandling og mellomlagring skjer på områdene til Belgoprocess i Dessel og Mol (FANC-2006).

Frankrike

Frankrike har 58 kjernekraftreaktorer i drift. Disse genererer årlig 1150 tonn brukt brensel. Brukt brensel gjenvinnes ved anlegget i La Hague og hvor MOX brensel produseres i Marcoule. Denne strategien var også oppe til vurdering og ble bibeholdt ved behandling av planleggingsloven i 2006. Begrunnelsen for denne strategien er primært energimessig og miljømessig (ASN-2008).

Anlegget i La Hague tar også i mot brukt brensel fra andre land. De gjenbrukbare delene av brenselet blir opparbeidet, enten umiddelbart eller på et senere tidspunkt, mens avfallet blir returnert (ASN-2008).

Den franske atomenergikommisjonen, CEA (Commissariat à l'énergie atomique), sender mesteparten av brensel fra de franske forskningsreaktorene til gjenvinning. Noe brensel er imidlertid ikke egnet for gjenvinning, og CEA har for dette brenselet en policy om at det sendes til lagring så raskt som mulig hvor hensikten er en senere deponering (ASN-2008).

Frankrike har hatt en prosess med å etablere en oversikt over alt radioaktivt avfall og en nasjonal plan for behandling av avfallet. Planen har blant annet hatt til formål å etablere klare definisjoner for avfallskategorier, langsiktig forvaltning samt håndtering av historisk avfall. Retningslinjer for arbeidet har blant annet vært å søke å begrense mengden giftig og radioaktivt avfall, lagring av avfall i egnede anlegg i påvente av behandling og deponering i dype deponier. Andre retningslinjer har gått på harmonisering mot prinsipper for miljøforvaltning (føre var, forurensar betaler etc.) og kostnadsoptimalisering (ASN-2008).

Det er verd å merke seg at brukt brensel på grunn av gjenvinning i Frankrike ikke blir regnet som radioaktivt avfall. Radioaktivt avfall er, i henhold til planleggingsloven av 2006, definert å være radioaktiv substans hvor videre bruk ikke er tatt i betraktning eller forutsett (ASN-2008).

ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs), det franske forvaltningsorganet for behandling av radioaktivt avfall, har det langsiktige ansvaret for behandling av radioaktivt avfall. Dette inkluderer (ASN-2008):

- Å etablere og vedlikeholde nasjonale oversikter over radioaktivt avfall
- Å initiere studier for lagring og geologiske deponier og å koordinerer disse.
- Å bidra til vurdering av påløpende kostnader for en langsiktig forvaltning av høy og langlivet mellomaktivt avfall.

- Å vurdere framtidige spesifikasjoner for avfall som skal deponeres og framtidige retningslinjer for behandling av avfall.
- Å konstruere, bygge og drive lagringsanlegg og deponier.
- Å sørge for henting, transport og overtagelse av avfall, så vel som tilbakeføring av områder som er forurenset av radioaktivt avfall.
- Å informere publikum og delta i utviklingen av en vitenskaplig og teknisk kultur på området.
- Å spre sin kunnskap internasjonalt.

Storbritannia

Storbritannia har i dag 19 operative kjernekraftreaktorer, etter at en rekke såkalte Magnox reaktorer har blitt faset ut de siste årene. Disse utfasede reaktorene har gjennomgående vært relativt små reaktorer bygget på 50 og 60-tallet (HSE-2008).

Gjeldende politikken, nedfelt i et såkalt «white paper» fra januar 2008, går ut på at den britiske staten legger til rette for at private aktører skal kunne bygge ut ny kjernekraft, og at disse private aktørene dekker kostnader til avfallsbehandling, avvikling etc. Dette er imidlertid en politikk som ikke bifalles av den skotske regjeringen, som ikke støtter bygging av ny kjernekraft i Skottland (HSE-2008).

For den britiske regjeringen er det opp til operatøren av et kjernekraftverk å bestemme om brukt brensel skal gjenvinnes eller ikke. Ved bygging av nye kjernekraftverk ligger det imidlertid en forutsetning om at brenselet ikke skal gjenvinnes. I dag praktiseres følgende (HSE-2008):

- Brukt brensel fra Magnox-reaktorer lagres lokal i minst 100 dager før det transporteres til Sellafield for gjenvinning.
- Brukt brensel fra AGR reaktorer lagres lokalt før det fraktes til Sellafield. Kontrakter for gjenvinning omfatter da bare deler av dette brenselet, mens det resterende blir lagret.
- Brukt brensel fra Sizewell B (PWR) blir lagret lokalt. Det er ikke bestemt om dette brenselet skal gjenvinnes eller deponeres, dvs. en såkalt «open option».
- Brukt brensel fra flere ulike forsknings- og testreaktorer blir lagret ved Dunreay og Sellafield i påvente av en langsiktig forvaltning.
- Brukt brensel fra flere utenlandske reaktorer blir gjenvunnet i Sellafield.

I henhold til gjeldende planer vil gjenvinning av Magnox brensel ved Sellafield pågå fram til omtrent 2016. Gjenvinning av oksidisk brensel vil foregå fram til omtrent 2020. NDA («Nuclear

Decommissioning Authority») har gjort en gjennomgang av mulige framtidige opsjoner for langsiktig behandling av brukt brensel, inkludert en makroøkonomisk studie. Saken mangler imidlertid fortsatt en endelig politisk avklaring (HSE-2008).

Den britiske regjeringen nedsatte i 2003 en uavhengig komité CoRWM (Committee on Radioactive Waste Management), som skulle vurdere gjeldende policy for behandling av høy og mellomaktivt avfall og gi sine anbefalinger. Basert på et omfattende program som også omfattet dialog med publikum og interessenter, leverte komiteen i 2006 følgende anbefalinger (HSE-2008):

- Avfall burde deponeres i dype geologisk stabile formasjoner
- Gjennomføringen bør basere seg på frivillighet og partnerskap mellom samfunnet og gjennomfører
- Deponeringen bør skje i etterkant av trygg og sikker mellomlagring.

Disse anbefalingene ble vedtatt av den britiske regjeringen, mens den skotske regjeringen ønsket løsninger i nærheten av anlegg og nær overflaten, hvor avfallet vil kunne overvåkes og tilbakeføres (HSE-2008).

NDA («Nuclear Decommissioning Authority») er et offentlig organ, uten noe departemental tilknytning, og som ble opprettet i april 2005, for å ivareta avvikling og opprydning på nukleære områder. NDA har ansvar for omtrent 85 % av Storbritannias sivile nukleære infrastruktur og har overtatt eierskap og ansvar for forskningsfasiliteter brukt på 1940-, 50- og 60-tallet, inkluderer Magnox reaktorene og gjenvinningsanleggene i Sellafield. NDA er ansvarlig for finansiering og den overordnede strategiske retningslinjene for avvikling av atomanleggene og gjør kontrakter med operatørene på stedet som tar seg av arbeidet og som står ansvarlige ovenfor de lisensierende myndighetene (HSE-2008).

Regjeringen gav i 2007 NDA ansvaret for å utvikle og vedlikeholde en nasjonal strategi for behandling av lavaktivt avfall. Dette kom i tillegg til at NDA ble tillagt ansvaret for deponering av høyaktivt avfall. For å ta fram et program for deponering ble RWMD («Radioactive Waste Management Directorate») opprettet som et underordnet direktorat til NDA. RWMD er tenkt på et senere tidspunkt å gjøres om til et selskap med ansvar for implementering av et anlegg og med det lisensieringsmessige ansvar ovenfor myndighetene (HSE-2008).

Tyskland

Tyskland har 17 operative kjernekraftreaktorer. En lov for utfasing av kjernekraft ble vedtatt i april 2002. Dette vil skje gjennom en plan hvor eksisterende kjernekraftverk fases ut ved en gennemsnittlig alder på 32 år (BMU-2008).

Fram til 1994 var det påbudt å gjenvinne brukt brensel slik at det fissile materialet kunne brukes på nytt. Etter dette ble valget mellom gjenvinning og direkte deponering opp til den enkelte operatør. Fra juli 2005 ble gjenvinning av brukt brensel forbudt, og gjeldende strategi er nå direkte deponering av brukt brensel. Kjernekraftindustrien er imidlertid pålagt å brenne opp fraseparert plutonium i form av MOX (BMU-2008).

Brukt brensel fra kjernekraftverk blir i henhold til gjeldende policy lagrest i lagringsbeholdere («casks») på stedet. I tillegg eksisterer det sentraliserte mellomlagre i Goreleben og Ahaus, men disse blir i liten grad benyttet pga. forbudet mot transport av brukt brensel (BMU-2008).

Tyskland har 10 operative forskningsreaktorer. Brukt brensel fra disse blir i den grad det er mulig returnert til USA. Da retur ikke vil være mulig for brensel som ikke har blitt bestrålt før mai 2016, vil brensel etter den tid bli lagret ved det sentrale lageret i Ahaus (BMU-2008).

Deponering av brukt brensel blir betraktet som et statlig ansvar, hvor regjeringen ønsker fortgang i etableringen av et deponi. Finansiering av et deponi gjøres imidlertid etter forurenser betaler prinsippet, hvor finansiering skjer gjen-

nom årlig avgift som pålegges kjernekraftindustrien. Dette er for øvrig også det samme prinsippet som gjelder for all annen avfallsbehandling, inkludert radioaktive kilder fra helsevesen og industri (BMU-2008).

Radioaktivt avfall blir i stor grad behandlet og lagret ved kjernekraftverkene før det sendes til deponering. Preferansen går i stor grad i favør av mobile anlegg for kondisjonering av avfall. Det finnes flere deponier for lav og mellomaktivt avfall (BMU-2008).

Australia

Australia har en operativ forskningsreaktor, OPAL, som ble tatt i drift i 2007. To forskningsreaktorer, MOATA og HIFAR, ble tatt ut av drift i henholdsvis 2005 og 2007. Gjeldende politikk er at alt brukt brensel sendes til gjenvinning i utlandet og at langlivet mellomaktivt avfall returneres til Australia for lagring. Gjenvinningen har skjedd i USA, Frankrike og Storbritannia (Australian Government-2008).

Lav- og mellomaktivt avfall blir lagret på mer enn hundre ulike lokaliteter i Australia, både i urbane og tynt befolkede områder. Flere myndigheter har lagre hvor de tar hånd om eget avfall og avfall uten eier. Private virksomheter som genererer avfall er imidlertid overlatt til selv å ta hånd som sitt eget avfall. Dette skjer ved at avfall lagres til det ikke lengre er radioaktivt eller ved at avfallet sendes utenlands (Australian Government-2008).

Vedlegg 4**Begreper og forkortelser**

α -stråling	En α -partikkel er en positivt ladet heliumkjerne som sendes ut av atomkjernen
Aktinider	Fellesbetegnelse på en rekke forskjellige grunnstoffer som for eksempel Actinium (Ac), Thorium (Th), Uran (U), Plutonium (Pu), Americium (Am)
Anriket uran	Uran der andel av U-235 er overden naturlig forekommende, dvs. 0,7 %
Basket, kurv	Åpen beholder for bestrålt brensel eller annet radioaktivt material
Canister, metallkapsel	Lukket eller forseglet beholder for bestrålt brensel
Cask	Massiv beholder for transport og/eller lagring av bestrålt brensel eller annet radioaktivt material
Decay, desintegrasjon	Prosess der en ustabil atomkjerne frigjør overskuddsenergi ved å sende ut ioniserende stråling
Dekontaminering	Fjerning av radioaktivt forurensning
Deponi	Sluttlager for permanent plassering av radioaktivt avfall og som ikke vil være under institusjonell kontroll etter stenging
Dose, doseekvivalent	Absorbert strålingsenhet per masseenhed, et mål for skaden en dose gjør i et organ eller vev
Fisjon, fisjonsprodukt	Spalting av en atomkjerne i to atomkjerne. De nye kjernene kalles fisjonsprodukter
Fissilt material	Materiale som inneholder atomer som kan spaltes med tilhørende frigivelse av energi
Halveringstid ($t_{1/2}$)	Tiden det tar for at mengde aktivitet skal halveres
HBWR	Halden Boiling Water Reactor
HEU	High Enriched Uranium, betegner uran med en andel av U-235 som overstiger 20 vektprosent
Hot cell	Skjermet kammer utstyrt med manipulatorer for fjernhåndtering av bestrålt brensel
Hvelv	Forsterket betong struktur, enten under eller på bakkenivå som har en rekke lagringsposisjoner for bestrålt brensel
IAEA	International Atomic Energy Agency
Kapsling	Material rundt brenselspellet som skaper den primære tett barrieren mellom brenselet og omgivelsene
Kritikalitet	Mengde/sammensetning av ulike uranisotoper som vil medføre at en kjedereaksjon av fisjoner initieres

Lager	Lager for bestrålt brensel som krever kontinuerlig overvåking og kontroll under sitt driftstid. Det forutsettes av material blir fjernet på et senere tidspunkt
LEU	Low Enriched Uranium, betegner uran med hvor andelen av U-235 er mellom 0,71 % og 20 %
Mellomlager	Et lager for bestrålt brensel som opprettes med et lengre tidsperspektiv i påvente av endelig løsning om deponering
NPT	Non Proliferation Treaty (Ikke-spredningsavtale)
Nuklider, radionuklider	Atomkjerne sammensatt av protoner og nøytroner. Er kjernen ustabil (sender ut radioaktiv stråling) er det en radionuklide
Nøytron	Elektisk nøytral kjernepartikkel
Reprosessering	Utvinning av fissile material fra bestrålt brensel ved bruk av kjemisk separasjon
Silo	En lagringstruktur på bakkenivå med en eller flere lagringsrom. (Også kalt caisson, concrete canister, concrete cask)
Site	Området rundt en installasjon som er inngjæret og under kontroll av virksomhets organisasjonen
Spaltbart material	Material som inneholder atomer som kan spaltes med tilhørende frigivelse av energi og produksjon av radioaktivitet
Tønneekvivalent	Plass som trengs for å deponere ett 210 l stålfat
Tørrlagring	Lagring av brensel i et gassmedium, eksempelvis helium eller luft
Utbrenning	Et mål på forbruk av fissilt material i nukleært brensel, ofte oppgitt som energi produsert per volumenhet, for eksempel megawatt-dager pr. tonn uran
Våtlagring	Lagring av bestrålt brensel under vann

Norges offentlige utredninger

2010 og 2011

Statsministeren:

Arbeidsdepartementet:

Medvirkning og medbestemmelse i arbeidslivet.
NOU 2010: 1.
Grunnlaget for inntektsoppgjørene 2010.
NOU 2010: 4.
Aktiv deltakelse, likeverd og inkludering.
NOU 2010: 5.

Barne-, likestillings- og inkluderingsdepartementet:

Nemndsbehandling av forbrukertvister. NOU 2010: 11.

Finansdepartementet:

Pensjonslovene og folketrygdreformen I.
NOU 2010: 6.
Bedre rustet mot finanskriser. NOU 2011: 1.

Fiskeri- og kystdepartementet:

Fornyings-, administrasjons- og kirke- **departementet:**

Håndhevelse av offentlige anskaffelser. NOU 2010: 2.

Forsvarsdepartementet:

Helse- og omsorgsdepartementet:

Drap i Norge i perioden 2004–2009. NOU 2010: 3.
Arbeid for helse. NOU 2010: 13.

Justis- og politidepartementet:

Ny klageordning for utlendingssaker. NOU 2010: 12.

Kommunal- og regionaldepartementet:

Kulturdepartementet:

Lett å komme til orde, vanskelig å bli hørt –
en moderne mediestøtte. NOU 2010: 14

Kunnskapsdepartementet:

Mangfold og mestring. NOU 2010: 7.
Med forskertrang og lekelyst. NOU 2010: 8.

Landbruks- og matdepartementet:

Miljøverndepartementet:

Et Norge uten miljøgifter. NOU 2010: 9.
Tilpassing til eit klima i endring. NOU 2010: 10.

Nærings- og handelsdepartementet:

Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og
langlivet mellomaktivt avfall. NOU 2011: 2.

Olje- og energidepartementet:

Samferdselsdepartementet:

Utenriksdepartementet:

Offentlige publikasjoner

Opplysninger om abonnement, løssalg og pris får man hos:

Fagbokforlaget

Postboks 6050, Postterminalen

5892 Bergen

E-post: offpub@fagbokforlaget.no

Telefon: 55 38 66 00

Faks: 55 38 66 01

www.fagbokforlaget.no/offpub

Publikasjonen er også tilgjengelig på

www.regjeringen.no