

KONSEPTVALGUTREDNING

# Fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge

- Utarbeidet på oppdrag fra Nærings- og fiskeridepartementet

Rapport No.: 2014-1328, Rapport Rev. 1.0

Dato: 2015-1-27



Prosjektnavn: Konseptvalgutredning DNV GL AS  
Rapport-tittel: Konseptvalgutredning for dekommisjonering av Project Management & Technical Services  
de nukleære anleggene i Norge  
Kunde: Nærings- og fiskeridepartementet, P.O.Box 300  
Kontaktperson: Lidia Logacheva 1322 Høvik  
Dato: 2015-1-27 Tel: +47 67 57 99 00  
Prosjekt No.: PP084045  
Organisasjons- Project Management & Technical Services  
enhet: Program  
Rapport No.: 2014-1328, Rev. 1.0  
Dokument No.: 18F2LI8-1

Utarbeidet av:



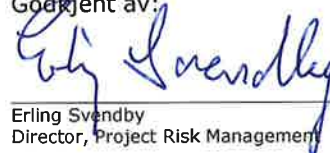
Vibeke Binz Vallevik  
Sjefskonsulent

Verifisert av:



Vidar Fraas  
Sjefskonsulent

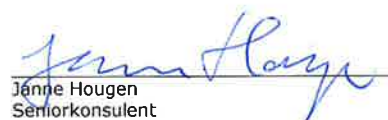
Godkjent av:



Erling Svendby  
Director, Project Risk Management



Sophie Davidsson  
Konsulent



Jønne Hougen  
Seniorkonsulent

- Unrestricted distribution (internal and external)    Keywords:  
 Unrestricted distribution within DNV GL    Nuclear, Reactor, KVV, Concept evaluation,  
 Limited distribution within DNV GL after 3 years    Uncertainty analysis, Decommissioning.  
 No distribution (confidential)  
 Secret

Reference to part of this report which may lead to misinterpretation is not permissible.

Rev. No.	Dato	Årsak for utgivelse	Utarbeidet av	Verifisert av	Godkjent av
0.2	6.10.2014	Intern review	Vallevik, Davidsson m.fl.	NA	NA
0.5	24.10.2014	Ekstern review	Vallevik, Davidsson m.fl.	Vidar Fraas	Erling Svendby
1.0	27.1.2015	Ekstern distribusjon	Vallevik, Davidsson m.fl.	Vidar Fraas	Erling Svendby

# INNHALDSFORTEGNELSE

INNHALDSFORTEGNELSE.....	I
EXECUTIVE SUMMARY .....	III
SAMMENDRAG .....	VIII
DEFINISJONER OG FORKORTELSER.....	XIII
1 INNLEDNING.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Om gjennomføringen av KVV-arbeidet	1
1.3 Spørsmålene som besvares i rapporten	2
1.4 Omfang og avgrensninger	2
1.5 Grensesnitt til KVV for Oppbevaring av norsk radioaktivt avfall	4
2 SITUASJONSBESKRIVELSE.....	5
2.1 Myndighetskontroll for nukleære anlegg i Norge	5
2.2 Lover som regulerer nukleære anlegg og dekommisjonering	6
2.3 Radioaktiv stråling og utslipp fra anleggene	6
2.4 IFEs anlegg i Halden og på Kjeller	7
2.5 Fremtidig bruk av IFEs områder og områdene rundt	10
3 BEHOV, MÅL OG KRAV TIL LØSNINGEN.....	15
3.1 Behov	15
3.2 Samfunns mål og effektmål	19
3.3 Overordnede krav	20
4 MULIGE LØSNINGER FOR FORSVARLIG DEKOMMISJONERING .....	22
4.1 Definisjon av nivåer og strategier for dekommisjonering	22
4.2 Hva velger andre land?	23
4.3 Nivåer og strategier for dekommisjonering i Norge	25
4.4 Beslutning om brukt brensel påvirker anbefaling om nivå for dekommisjonering	26
4.5 Alternativer som ikke er inkludert i analysen	28
4.6 Beskrivelse av alternativer som er inkludert i analysen	28
4.7 Optimering av alternativene – avfallsstrategier	34
5 ALTERNATIVANALYSE.....	35
5.1 Konklusjon og anbefaling	36
5.2 Samfunnsøkonomiske virkninger av å realisere ulike slutttilstander uten lager for brukt brensel på området	39
5.3 Bør brukt brensel fjernes fra Kjeller og Halden ved nedstenging av reaktorene?	57
6 KOSTNADEN AV DEKOMMISJONERINGSPROSJEKTET .....	59
6.1 Estimert dekommisjoneringskostnad	59
6.2 Sammenligning med IFEs estimer	62
6.3 Sammenligning med kostnadstall for dekommisjonering av andre forskningsreaktorer	65
7 ANBEFALINGER FOR VIDERE PLANLEGGING .....	66
7.1 Beslutningsstruktur før valg av dekommisjoneringsnivå	66
7.2 Forutsetninger for en god gjennomføring	68



8      VEDLEGG ..... 1

## EXECUTIVE SUMMARY

### Introduction

The Institute for Energy Technology (IFE) holds operating licenses for Norway's two research reactors, JEEP II at Kjeller and HBWR in Halden. No decision has yet been made to whether or not the nuclear facilities will discontinue their operations. As a result, the operating licenses are renewed for approximately 4 and 6 years, respectively.

The purpose of the selection study report, *Konseptvalgutredning* (KVU), is to address the possible decommissioning of the nuclear sites by specifically answering the following questions:

1. *What level of decommissioning will provide the greatest economic benefit?*
2. *What will the investment cost of the decommissioning project be?*
3. *What is important to focus on in the pre-project phase to implement the chosen solutions?*

The purpose of the selection study report is not to evaluate or make recommendations to whether or not nuclear operations at the facilities should discontinue.

This KVU has been prepared by DNV GL together with Studsvik Nuclear AB, Westinghouse Electric Sweden AB and Samfunns- og Næringslivsforskning AS (SNF) on behalf of the Ministry of Trade, Industry and Fisheries (NFD). The work is based on recommended international practice through the International Atomic Energy Agency (IAEA) and the Norwegian Ministry of Finance's guide on economic analysis. The KVU will undergo quality assurance after the regime of the Norwegian Ministry of Finance. The KVU and the quality assurance reports will provide a technical decision basis for the Norwegian Government regarding the decommissioning level of nuclear facilities.

NFD has commissioned a parallel project to DNV GL with partners to prepare a KVU on the "*Handling of Norwegian Spent Fuel and other Radioactive Waste*" (KVU on Waste Management). This KVU on decommissioning has supplied information to the KVU on Waste Management regarding waste management options, the amount of radioactive waste from decommissioning, when in time this will be produced, and the associated costs. Conversely, the conclusions in the decommissioning KVU are dependent on the recommendations to the strategy of handling spent fuel as some options might require spent fuel storage at Kjeller and/or in Halden. Storing of the spent fuel on these sites will put restrictions on the available options for decommissioning as the area will continue as a nuclear facility.

### Background

Currently, there are two research reactors in Norway, JEEP II at Kjeller and HBWR in Halden. They are both operated by IFE. Storages for spent fuel are also located in Kjeller and Halden. The capacity of the current storage facilities for spent fuel is limited. The decision to discontinue nuclear operations at one or both reactors requires safe and responsible solutions regarding the decommissioning of the nuclear sites. In addition to other smaller facilities and laboratories, IFE has previously decommissioned the reactors JEEP I and NORA.

Since the 1950s, there has been nuclear activity at both Kjeller and Halden. This long history of nuclear activity suggests that the process of decontamination may require examination on a broader level at both sites, going beyond the focus of the licensed facilities.

Both reactor sites are located in industrial areas with close proximity to urban population. Both local municipalities have communicated that in the case of a permanent shut down of the nuclear research reactors they request for the sites to be free released with no restrictions on use, so as to create opportunity for future urbanization of the areas.

Planned use of the sites after decommissioning defines the extent to which the area needs to be decontaminated and whether it should be free released with or without restrictions.

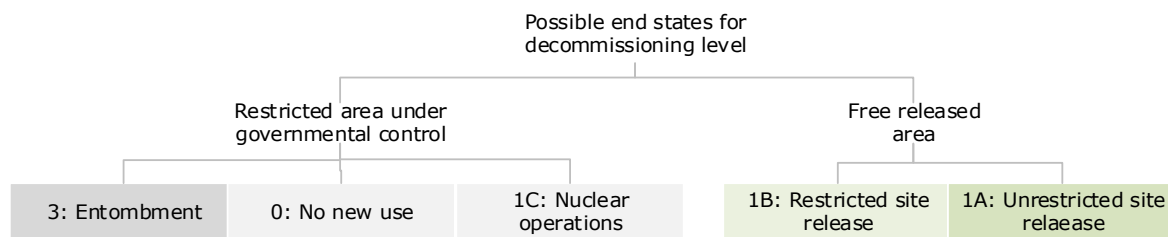
### The opportunity space for decommissioning level

The process of decommissioning entails removal or decontamination of equipment, structures and portions of the facility containing radioactive contaminants as well the disposal of the resulting waste at an approved site.

The decommissioning level is dependent on how much radiological contamination is removed from the area. In the alternative concepts in the KVV this is defined as the amount of the building structures and masses that are removed and for what use the area is to be adapted. All of these actions will influence future use of the site.

The alternatives are defined based on planned future use after decommissioning. The alternatives represent different levels of decommissioning from minimal to maximal scope and correspond to IAEA definitions.

A graphical representation of alternative end states that are included in the analysis is described below.



Alternatives 3: Entombment, 0: No new use, and 1C: Nuclear operations all include areas that are restricted under government control.

- *Alternative 0: No new use* is the reference alternative for the analysis and only includes defueling with the inclusion of securing the facilities.
- *Alternative 3: Entombment* entails capsuling whole or parts of the facility in a structurally long-lived material, such as concrete. This implies that the area is restricted from use. Entombment; however, is not seen as a technically viable and responsible solution in Halden due to the amount of water leakage in the reactor hall.
- *Alternative 1C: Nuclear operations* opens up for use of the sites to other nuclear purposes

Alternatives 1B Restricted site release and 1A Unrestricted site release are both in free released areas indicating that they are free from government control.

- *Alternative 1B: Restricted site release* entails future use for industry purposes.
- *Alternative 1A: Unrestricted site release* entails the removal of all materials and masses that may be contaminated prior to free release.

In addition to the end states, IAEA defines three strategies for decommissioning: 1) immediate dismantling, 2) deferred dismantling and 3) Entombment.

Review of preliminary data from the IAEA research study DACCORD suggests that other countries often choose the decommissioning option of free release to "unrestricted site release" or "greenfield" for research reactors - corresponding to unrestricted use (approximately 73%) and immediate dismantling (approximately 70%).

The opportunity space is affected by whether spent fuel is stored at the sites or not. If it is decided that one of the sites will be used as a storage facility for spent fuel, the area will be allocated to Alternative 1C: Nuclear operations with storage facilities for spent fuel.

In the case that it is decided to decommission both facilities in the near future, KVVU on Waste Management concludes that reprocessing is the most economic strategy for handling of spent fuel. It is economically advantageous to reduce the number of locations requiring a control regime. In the case that only one reactor is shut down and the other will continue in all foreseeable future, the most economic alternative strategy would be establishing a combined storage for all spent fuel at the site with continued operations. In such a case it will be possible to freely choose among the possible end states at the site that has been shut down.

### Alternatives Analysis

The economic analysis in the KVVU Decommissioning report shows a net gain for both alternatives of free release. *Alternative 1A: Unrestricted site release* and *alternative 1B: Restricted site release* show a saving for both sites of between MNOK 50 and MNOK 100 in relation to the reference alternative. With this option, government control is no longer required once the area has been free released. As a result, there is a yearly saving of operating and maintenance costs that can be accrued over a long period of time.

The summarized ranking of alternatives based on the economic analysis and given that spent fuel is removed from the sites is demonstrated in the table below.

		Government Controlled Area		Free Released Area	
		1C:Nuclear operations	3:Entombment	1B:Restricted site release	1A:Unrestricted site release
<b>Kjeller</b>	Net quantified economic cost (NPV) <sup>1</sup> - Kjeller	271	308	-112	-54
	<b>Ranking of the alternatives<sup>2</sup> Kjeller</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Halden</b>	Net quantified economic cost (NPV) - Halden	312	na	-84	-54
	<b>Ranking of alternatives<sup>2</sup> Halden</b>	<b>4</b>	<b>na</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Given the level of detail in the analysis and viewed in conjunction with uncertainty in the estimates, the difference between alternatives 1A Unrestricted site release and 1B Restricted site release are minimal (MNOK 30 Halden and MNOK 58 for Kjeller) to provide a relative ranking between the two based on pure economic cost considerations.

Alternative 1B:Restricted site release has a somewhat lower cost; however, this alternative has restrictions for future use of the site. As such, if the possibility of urban development is desired, alternative 1A:Unrestricted site release is recommended. The KVVU recommends that both 1A and 1B are further evaluated in the next planning phase.

Deferred dismantling is a strategy in which the nuclear site is maintained and monitored in a condition that allows the radioactivity to decay for a longer period of time before the facilities are dismantled. Results suggest that the economic value of deferring the dismantling of the nuclear site by 20-50 years lower due to the need of surveillance, maintenance and control during the standby period. Cost reductions due to radioactive decay will often be outweighed by increased costs for restoration of older

<sup>1</sup> Positive values mean increased economic cost compared to the reference alternative, negative values show economic savings.

<sup>2</sup> Ranking from 1-5 where 1 is best and 5 is the poorest. The reference alternative is not shown in the table but is number 3 in the ranking. The ranking also includes non-quantified effects.



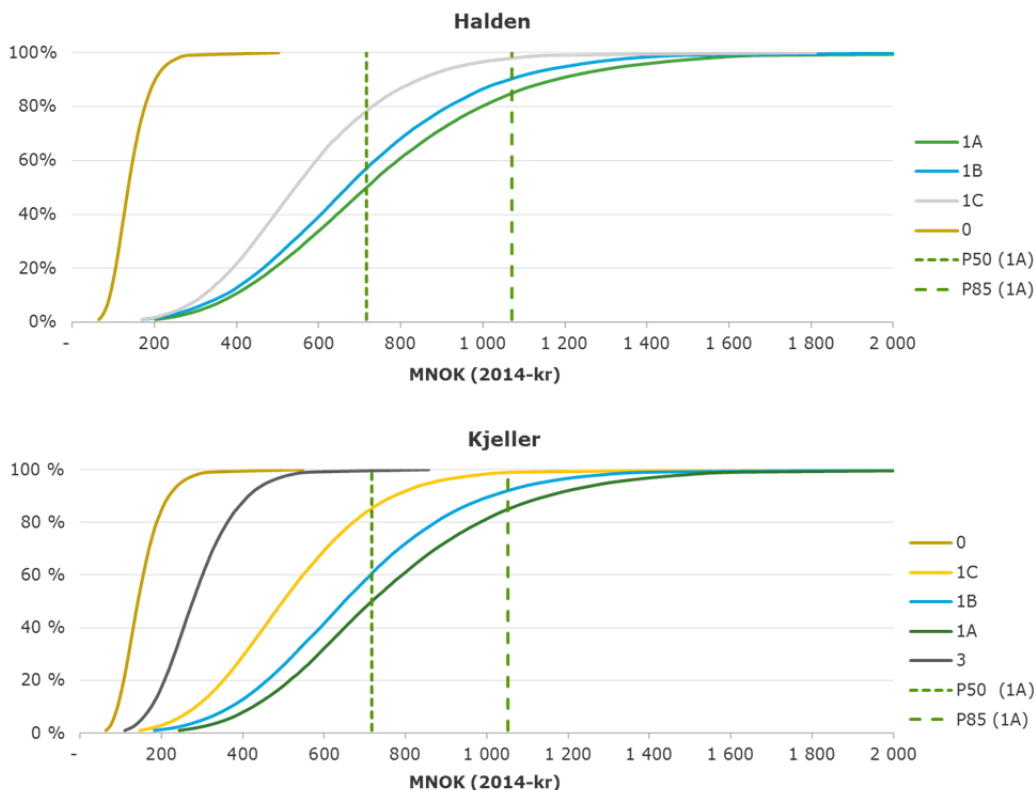
buildings. Furthermore, there is also a risk of losing key expertise, which is particularly critical to the decommissioning. The KVVU-group recommends immediate dismantling to the extent this is possible.

In the case that nuclear reprocessing is not an option, KVVU on Waste Management concludes that a combined storage in Norway is the second highest ranking strategy for spent fuel. It then becomes a question of whether spent fuel should be stored at Kjeller, in Halden or at another location. The analysis in KVVU on Waste Management suggests potential savings of approximately MNOK 250 (including decommissioning costs) when the spent fuel is stored at either Kjeller or Halden. This equals choosing alternative 1C: Nuclear operations for one of the sites. However, the potential savings are still relatively small compared to the uncertainty in the estimates and are not considered large enough to form a definite conclusion. Also, non-quantifiable effects regarding the utility value of the areas compared to less central areas must be taken into account. The potential cost savings that may be obtained by co-locating the storage facility for spent fuel with a disposal facility for radioactive waste should also be evaluated.

### The cost of decommissioning

There is considerable uncertainty around the estimates for decommissioning costs as globally there are few available and comparable numbers from completed decommissioning projects.

The S-curves in the figure below suggests estimates based on the uncertainty analysis in the investment cost for the two sites for each of the alternatives.



The analysis suggests that with a probability of 70% the size of the project investment for *alternative 1A: Unrestricted site release* in Halden will be between MNOK 446 (P15-value) and MNOK 1071 (P85-value), with an expected project investment of MNOK 757. Similarly, with a probability of 70% the project investment for *alternative 1A: Unrestricted site release* at Kjeller will be between MNOK 474 (P15-value) and MNOK 1052 (P85-value), with an expected project investment of MNOK 759.



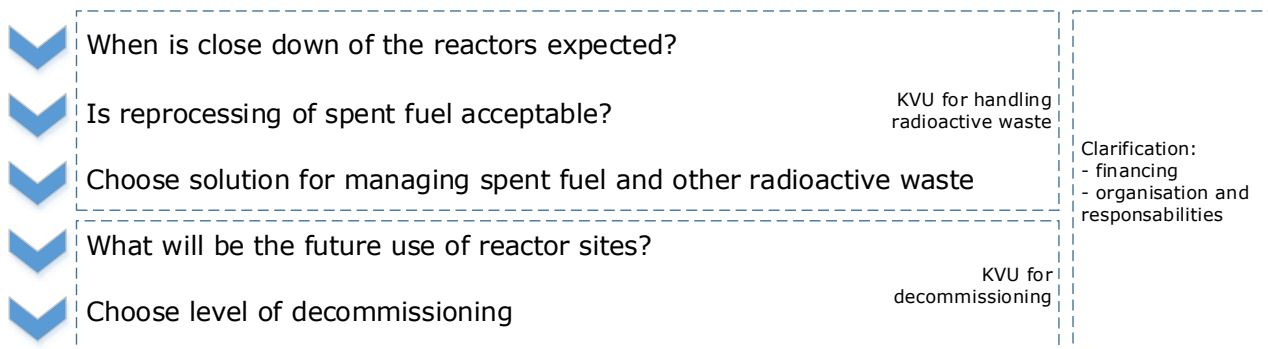
The estimates in the KVV are based upon an uncertainty analysis which seeks to take into account aspects such as the uncertainty of how the actual project will be executed and what cost consequences it will have. At the same time, it covers an adaptation of the estimates from the technical reports to Norwegian conditions (e.g. price-level).

How the decommissioning is organized and conducted has a major impact on the duration and cost. The amounts and level of contamination has been stipulated based on experience from other plants, due to the lack of documentation, drawings, or contamination data from some facilities. Task 1 – characterization, categorization and inventory in appendix to this report includes an exhaustive list of the inventory information that has been requested, received, and completed. Ambiguity in laws and regulations often pose challenges during the decommissioning process and consequently contributes to considerable uncertainty in the estimate.

### Recommendations for further planning

Several issues should be clarified before a decision on decommissioning level can be made and before decommissioning can be initiated. Financing needs to be made available, organization and responsibilities needs to be clarified. In addition, the decision on the decommissioning level will largely be influenced by the outcome of some overarching decisions that should be made as early as possible.

The figure below suggests a recommended stepwise decision structure reflecting the relationship between this KVV and the KVV on Waste Management.



Decisions regarding the precise time of when the nuclear reactors will be shut down will have an influence on which alternative has the most economic benefit. Furthermore, the decision by Norwegian authorities' regarding reprocessing will influence what alternatives are left to choose from. Lastly, it is important to decide the future use of the nuclear reactor sites before the most beneficial alternative for decommissioning can be determined.

There is a long lead time between deciding upon these matters until a decommissioning can be started. In the case of desired flexibility to make a decision about shut down of the facilities in near future, these decision processes should be initiated as soon as possible. It could prove beneficial to immediately start evaluating measures to reduce the uncertainty in the project. This includes, for example, deciding upon the organizational model, performing a radiological inventory and to define the implementation plan. In addition, the adaption of regulations to decommissioning of nuclear facilities should be considered.

## SAMMENDRAG

### Innledning

Institutt for energiteknikk (IFE) har i dag konsesjon for drift av Norges to forskningsreaktorer på Kjeller og i Halden. Det er ikke besluttet når en eventuell nedleggelse av IFEs nukleære anlegg skal skje. En beslutning om nedleggelse kan i prinsippet skje som en politisk beslutning, ved at Statens strålevern finner videre drift av reaktorene uforsvarlig eller at IFE ikke finner det lønnsomt med videre drift. KVUen gir ikke en vurdering av hvorvidt man bør stenge ned reaktorene eller ikke.

Spørsmålene som søkes besvart gjennom *Konseptvalgutredning (KVU) for dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge* er:

1. Hvilket nivå for dekommisjonering er samfunnsøkonomisk mest lønnsomt?
2. Hva blir kostnaden for dekommisjoneringsprosjektet?
3. Hva bør vurderes i videre planlegging?

Rapporten er utarbeidet av DNV GL sammen med Studsvik Nuclear AB, Westinghouse Electric Sweden AB og Samfunns- og Næringslivsforskning AS (SNF) på oppdrag fra Nærings- og Fiskeridepartementet (NFD). Arbeidet er basert på internasjonal beste praksis gjennom retningslinjer fra International Atomic Energy Agency (IAEA) og Finansdepartementets veileder for samfunnsøkonomiske analyser.

KVUen skiller seg noe fra IFEs tidligere dekommisjoneringsplaner og disse er derfor ikke direkte sammenlignbare. KVUen bygger på en samfunnsøkonomisk analyse og ser på flere mulige alternative slutttilstander og – strategier. Omfanget av KVUen går i tillegg noe utover de konsesjonsunderlagte anleggene for å vurdere områdene på Kjeller og i Halden som en helhet.

KVUen skal kvalitetssikres eksternt i henhold til Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter (KS1). KVUen sammen med kvalitetssikringsrapporten vil være faglig underlag for Regjeringens valg av dekommisjoneringsnivå ved fremtidig avvikling av de nukleære anleggene på Kjeller og i Halden.

NFD har gitt et parallelt oppdrag om konseptvalgutredning for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall (KVU for Oppbevaring) til DNV GL med samarbeidspartnere. Avhengigheter mellom KVUene omfatter i hovedsak estimat av mengden radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen og når i tid dette kommer, samt at valg av strategi for oppbevaring av brukt brensel (rangert i KVU Oppbevaring) og lokasjon for dette, som vil påvirke mulighetsrommet for valg av dekommisjoneringsnivå.

### Situasjonsbeskrivelse

De to forskningsreaktorene som finnes i Norge i dag er JEEP II på Kjeller og HBWR i Halden. IFE har tidligere dekommisjonert reaktorene JEEP I og NORA, samt enkelte mindre anlegg og laboratorier. Lager for brukt brensel fra reaktorene ligger på områdene både i Halden og på Kjeller, der kapasiteten for fremtidig lagring er begrenset.

Ved en beslutning om nedstenging av en eller begge de eksisterende reaktorene vil Norge ha et behov for en forsvarlig løsning knyttet til dekommisjonering av de nukleære anleggene på Kjeller og i Halden.

Det har vært nukleær virksomhet på Kjeller og i Halden siden 1950-tallet. Den nukleære virksomhetens lange historie på områdene fører til at det også er andre anlegg enn de konsesjonsunderlagte som bør undersøkes for kontaminering og ved behov dekontamineres ved en dekommisjonering.

Begge tomtene der det er reaktordrift ligger i sentrumsnære områder som i dag benyttes til næringsformål, i et nært befolket område. Begge kommuner ønsker at arealet skal fristilles uten begrensninger til type formål for å åpne for fremtidig urbanisering av områdene.

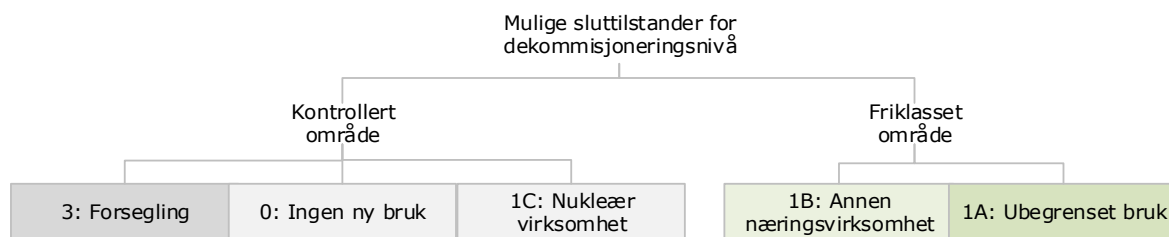
Ønsket bruk etter dekommisjonering har stor innvirkning med hensyn til hvilke tiltak som skal gjennomføres og omfanget av prosjektet.

## Mulighetsrommet for dekommisjoneringsnivå

En dekommisjonering omfatter å fjerne alt eller deler av radioaktivt materiale, demontere utstyr og systemer, rive strukturer og bygninger, og overføre radioaktivt materiale, -avfall og -komponenter til et anlegg som er godkjent for mottak av det resulterende avfallet.

Dekommisjoneringsnivå bestemmes av hvor mye radioaktiv forurensing en fjerner fra området, det vil si hvor mye som rives av eksisterende bygninger, hvor mye masse som fjernes og til hvilken bruk området tilrettelegges. Dette vil igjen påvirke hva området kan benyttes til i ettertid.

Alternativene er definert etter mulig bruk av området etter at dekommisjoneringen er ferdig. De representerer ulike dekommisjoneringsnivåer fra minimalt til maksimalt omfang av tiltak og korresponderer med IAEAs definisjoner. Figuren gir en oversikt over alternative slutttilstander som inngår i analysen.



*Alternativ 0: Ingen ny bruk* er referansealternativet og inkluderer kun fjerning av brensel og sikring av anlegg. For *alternativ 0: Ingen ny bruk*, *alternativ 3: Forsegling*, og *alternativ 1C: Nukleær virksomhet*, forblir områdene under strålevernmyndighetenes kontroll. En forsegling innebærer at hele eller deler av et anlegg innkapsles i et strukturelt langlivet materiale som for eksempel betong og betyr dermed en båndleggelse av området. Forsegling anses ikke som en teknisk forsvarlig løsning i Halden. Friklassing innebærer at områdene fritas fra strålevernmyndighetenes kontroll. For at dette skal kunne gjøres må anlegg og områder være dekontaminert til et akseptabelt nivå. Friklassing med restriksjoner på bruk er definert som *alternativ 1B: Annen næringsvirksomhet* og friklassing med full fjerning av materialer og grunn, er definert som *alternativ 1A: Ubegrenset bruk*. I tillegg til dekommisjoneringsnivå definerer IAEA ulike strategier, blant annet umiddelbar eller utsatt igangsettelse.

Gjennomgang av preliminnære data slik de forelå i 2014 fra IAEAs forskningsstudie DACCORD viser til at andre land oftest velger friklassing til «unrestricted site release» eller «greenfield» - tilsvarende ubegrenset bruk (ca. 73 %) og umiddelbar igangsetting (ca. 70 %) ved dekommisjonering av forskningsreaktorer.

Hvilke muligheter man har for valg av dekommisjoneringsnivå påvirkes av om brukt brensel ligger lagret på områdene eller ikke. Ved en beslutning om å legge lager for brukt brensel til en av lokasjonene vil det båndlegge arealet til *Alternativ 1C: Nukleær virksomhet med lager for brukt brensel*.

Gitt dekommisjonering av begge anlegg i nær fremtid konkluderer KVU for Oppbevaring med at repressering er den samfunnsøkonomisk mest lønnsomme strategien for oppbevaring av brukt brensel. Dersom kun en av reaktorene stenges ned vil det lønne seg å redusere antallet lokasjoner med behov for

et kontrollregime, og dermed etablere et samlager for oppbevaring av brensel fra begge reaktorene på det området som fortsatt skal driftes i overskuelig fremtid. For dette tilfellet vil man dermed fritt kunne velge dekommisjoneringsnivå for anlegget som planlegges lagt ned.

## Alternativanalyse

Den samfunnsøkonomiske analysen i KVV Dekommisjonering viser en netto gevinst ved at områdene friklasses til annen bruk. *Alternativ 1A: Ubegrenset bruk* og *alternativ 1B: Annen næringsvirksomhet* fremstår som mest samfunnsøkonomisk lønnsomme - både for Halden og Kjeller - med en besparelse i forhold til referansealternativet på mellom MNOK 50 og MNOK 100. Dette skyldes i hovedsak at kontrollregimet med lisens for drift avvikles, og at man sparer drifts- og vedlikeholdskostnader over en lang tidsperiode.

Tabellen viser oppsummert rangering av alternativene basert på den samfunnsøkonomiske analysen og gitt at brukt brensel fjernes fra anleggene:

		Kontrollert område		Friklasset område	
		1C:Nukleær virksomhet	3:Forsegling	1B:Annen næringsvirksomhet	1A:Ubegrenset bruk
Kjeller	Netto tallfestet samfunnsøk. kostnad (NPV) <sup>3</sup> - Kjeller	271	308	-112	-54
	<b>Rangering av alternativene<sup>4</sup> Kjeller</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Halden	Netto tallfestet samfunnsøk. kostnad (NPV) - Halden	312	na	-84	-54
	<b>Rangering av alternativene<sup>2</sup> Halden</b>	<b>4</b>	<b>na</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Gitt analysens detaljeringsgrad og sett i sammenheng med usikkerhet i estimatene, anses differansen mellom alternativene 1A og 1B som for liten (MNOK 30 for Halden og MNOK 58 for Kjeller) til å kunne gi en innbyrdes rangering mellom de to basert på rene samfunnsøkonomiske kostnadsvurderinger. 1B:Annen næringsvirksomhet ligger noe lavere i kostnadsestimatet, men har noe redusert bruksmulighet. Dersom man ønsker muligheten for fremtidig urbanisering, bør man legge alternativ 1A til grunn. Det anbefales at begge disse alternativene videreføres til neste fase.

Utsatt demontering er en strategi som vurderes og som benyttes i enkelte tilfeller i påvente av radiologisk henfall, finansiering eller annet. En demontering som utsettes med ca. 20-50 år vil gi høyere netto samfunnsøkonomisk kostnad gjennom behov for drift og vedlikehold i venteperioden. Eventuelle kostnadsreduksjoner ved radioaktivt henfall vil ofte oppveies av økte kostnader i restaurering av eldre bygg. I tillegg vil gevinstene komme senere ved en utsettelse. Man kan anta tap av nøkkelkompetanse, noe som er spesielt kritisk å beholde ved disse anleggene. KVV-gruppen anbefaler å tilstrebe en umiddelbar demontering så langt dette er mulig.

Dersom repressering ikke er aktuelt som strategi, står «Samlager i Norge» igjen som beste strategi for brukt brensel. Det blir da et spørsmål knyttet til om brukt brensel bør oppbevares på Kjeller, i Halden eller på annen lokasjon. Analysen i KVV for Oppbevaring viser en potensiell besparelse på i størrelsesorden MNOK 250, inklusive dekommisjoneringskostnader, ved å benytte Halden- eller Kjeller-tomtene til dette formålet. Dette vil innebære å velge dekommisjoneringsnivå *alternativ 1C: Annen nukleær virksomhet* for det ene anlegget. Den mulige besparelsen er allikevel relativt liten i forhold til usikkerheten i estimatene, og anses ikke som tilstrekkelig for en entydig konklusjon. Ikke prissatte

<sup>3</sup> Positive verdier betyr økt kostnad for samfunnet, sammenlignet med referansealternativet, mens negative verdier viser besparelser.

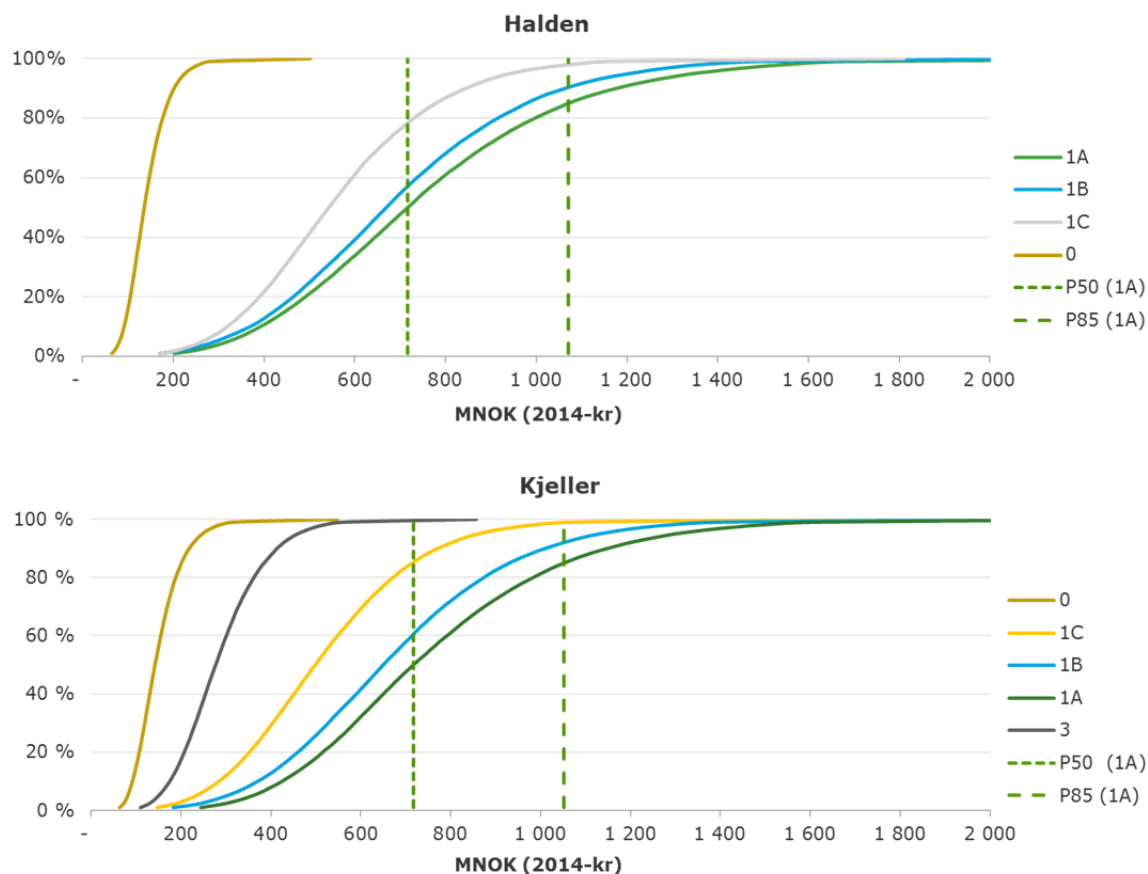
<sup>4</sup> Rangering 1-5 der 1 er best og 5 er dårligst. Referansealternativet vises ikke i tabellen men er nr 3 i rangeringen. Rangeringen inkluderer også ikke-prissatte virkninger.

virkinger omkring bruksverdi for områdene sammenlignet med mindre sentrumsnære områder må også vurderes ved en slik beslutning. I tillegg er det ikke tatt inn i beregningene hvilken kostnadsbesparelse man kan få for drift ved å samlokalisere et lager for brukt brensel med deponi for annet radioaktivt avfall.

### Kostnaden av en dekommisjonering

Det er stor usikkerhet omkring estimater for dekommisjoneringskostnad da det eksisterer få erfaringstall på verdensbasis fra gjennomførte dekommisjoneringsprosjekter, og mange anlegg er vanskelig sammenlignbare.

S-kurvene i figuren viser usikkerhetsspennet for estimatene og antatt utfallsrom for de to anleggene.



Analysen viser at størrelsen på prosjektinvesteringen ved dekommisjonering til *alternativ 1A: Ubegrenset bruk* i Halden med 70 % sannsynlighet vil ligge i intervallet MNOK 446 (P15-verdi) og MNOK 1071 (P85-verdi), forventet prosjektinvestering er MNOK 757. Tilsvarende for Kjeller viser analysen at størrelsen på prosjektinvesteringen ved dekommisjonering til *alternativ 1A: Ubegrenset bruk* med 70 % sannsynlighet vil ligge i intervallet MNOK 474 (P15-verdi) og MNOK 1052 (P85-verdi), med en forventet prosjektinvestering på MNOK 759.

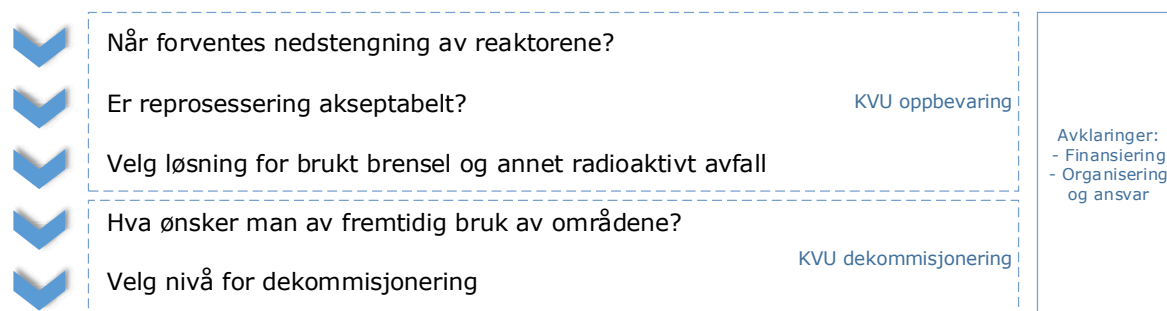
Estimatene i KVUen bygger på en usikkerhetsanalyse som søker å ta høyde for usikkerhet rundt hvordan en reell gjennomføring vil bli og de kostandskonsekvenser det kan ha, og dekker samtidig en tilpasning av estimatene fra de tekniske underlagsrapportene for norske forhold.

Hvordan man velger å organisere og gjennomføre arbeidet har stor innvirkning på varighet og kostnad. Enkelte av anleggene har mangler i dokumentasjon, tegninger og kontaminasjonsdata. Dette har gitt behov for å stipulere kontaminasjonsgrad og mengder basert på erfaringstall fra andre anlegg. Task 1 Characterisation, categorisation and inventory i vedlegg til denne rapporten, gir en full kartlegging av

informasjon som er etterspurt og hva som er mottatt og komplett. Uklarhet i lover og regler gir erfaringsmessig store utfordringer i gjennomføringen og bidrar med betydelig usikkerhet i estimatet.

## Anbefalinger for videre planlegging

Det er flere forhold som bør avklares før man kan beslutte dekommisjoneringsnivå og før man kan igangsette dekommisjonering. Blant annet må finansiering være tilgjengelig, og organisering og ansvar må være avklart. I tillegg må en del andre beslutninger tas som påvirker valg av dekommisjoneringsnivå. Figuren nedenfor viser anbefalt beslutningsstruktur som reflekterer sammenhengen mellom de to KVUenes fokusområder.



For å kunne beslutte strategi om løsning for brukt brensel må man først vurdere når det forventes at de respektive reaktorene skal stenges ned og hvorvidt repressering av brukt brensel er en akseptabel løsning. Deretter må fremtidig bruk av områdene besluttes før man kan konkludere på rette nivå for dekommisjonering.

Det kan være lang ledetid fra disse beslutningene tas til en dekommisjonering kan gjennomføres. Dersom man ønsker fleksibiliteten til å beslutte nedstengning en gang i nær fremtid, bør disse beslutningsprosessene settes i gang så snart som mulig. Det anbefales å sette i gang tiltak som kan bidra til å redusere usikkerheten i prosjektet. Dette omfatter for eksempel å velge organiseringsmodell og å definere gjennomføringsplan, kartlegge mengder og radiologisk tilstand samt vurdere å etablere regelverk tilpasset dekommisjoneringen.

IFE oppdaterer jevnlig sine dekommisjoneringsplaner i henhold til Strålevernets krav. Disse er på et relativt overordnet nivå. Det er ikke uvanlig at planene er noe overordnet i en driftsfase, men det er viktig å være klar over at dette gir usikkerhet i kostnadsestimatene. Ved dekommisjonering kreves god kontroll på hva som finnes av radioaktivt materiale på området, slik at man kan planlegge sikre prosesser for demontering og håndtering av avfallet. OECD/NEA anbefaler at inventering påbegynnes tidlig, for bedre å kunne identifisere eventuelle gap og mangler, og kunne rekke å lukke disse i løpet av driftsperioden. Dersom det er ønske om et mer presist kostnadsestimat ved videre planlegging av prosjektet, anbefales det å etablere en helhetlig inventeringsoversikt, som oppdateres jevnlig gjennom driftsperioden. For å etablere en god inventering trenger man tilgang til personer med god kjennskap til anleggene. Dersom man venter med detaljert inventering til etter at en beslutning om nedstenging er tatt, er det risiko for å miste nøkkelpersonell, før en inventering er ferdigstilt.

Usikkerhet knyttet til hvilke krav som vil stilles til f. eks. friklassing og dosegrenser under prosjektgjennomføringen, vil kunne gjøre planleggingen og gjennomføringen mer komplisert og tidkrevende. Klart og tydelig definert regelverk med forutsigbarhet for aktøren som gjennomfører dekommisjoneringen, gir en mer effektiv og målrettet prosess. Kostnadene ved å utarbeide et tilpasset regelverk bør vektas mot besparelsen det vil kunne gi i gjennomføringen.

## DEFINISJONER OG FORKORTELSER

<i>ACL</i>	Aktiva kemilaboratoriet i Studsvik
<i>ALARA</i>	As Low As Reasonably Achievable
<i>ARA</i>	Annet radioaktivt avfall
<i>BB</i>	Brukt brensel
<i>DACCORD</i>	Data Analysis and collection for costing of research reactor decommissioning - et prosjekt i regi av IAEA
<i>DD</i>	Dansk dekommisjonering
<i>DE</i>	Drum equivalence, tønneekvivalent
<i>Dekontaminere</i>	Fjerning av radioaktive stoffer som på uønsket måte har spredt seg innen et begrenset område (Norske leksikon)
<i>Dekommisjonering</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- IAEA: Decommissioning is defined as those administrative and technical actions taken to allow the removal of some or all of the regulatory controls from a facility /D193/.</li><li>- IAEA: The term 'decommissioning' refers to the administrative and technical actions taken to allow the removal of some or all of the regulatory controls from a facility (except for a disposal facility for radioactive waste, for which the term 'closure' instead of 'decommissioning' is used) /D291/D292/D135/.</li><li>- NRPA: Dekommisjonering er alle de tiltak som gjøres for til slutt å kunne unnta et atomanlegg fra strålevernmyndighetenes kontroll. Endepunktet for dekommisjoneringen kan være forskjellig, og det kalles gjerne for greenfield hvis området etter dekommisjonering er helt unntatt fra myndighetskontroll, og brownfield hvis det må settes begrensninger for videre bruk /D280/.</li></ul>
<i>DTU</i>	Danmarks Tekniske Universitet
<i>EC</i>	European Commission
<i>EPRI</i>	Electric Power Research Institute
<i>ERDO</i>	Working on a shared solution for radioactive waste
<i>FFI</i>	Forsvarets forskningsinstitutt
<i>FIN</i>	Finansdepartementet
<i>Friklassing</i>	Fjerne strålevernmyndighetenes kontroll over radioaktive materialer eller objekter innen autoriserte praksiser. (IAEA, radioactive waste management glossary)
<i>Friklassingsgrenser</i>	Med friklassingsgrenser menes både grenser for friklassing av tidligere regulert materiale og unntaksgrenser for utslipp til miljøet (Strålevernsforskriften).
<i>HBWR</i>	Halden Boiling Water Reactor
<i>Henfall</i>	Radioaktive stoffer er ikke stabile, og vil sende ut energi i form av stråling samtidig som nye stoffer dannes. Denne prosessen kalles radioaktivt henfall eller nedbryting og kan ikke stoppes eller påvirkes. Én becquerel (Bq) er definert som ett henfall per sekund.
<i>HOD</i>	Helse- og omsorgsdepartementet
<i>IAEA</i>	International Atomic Energy Agency
<i>ICRP</i>	International Commission on Radiological Protection
<i>IFE</i>	Institutt for Energiteknikk
<i>JEEP II</i>	Reaktoren på Kjeller



<i>ACL</i>	Aktiva kemilaboratoriet i Studsvik
<i>KLD</i>	Klima- og miljødepartementet
<i>Kontrollert område</i>	I hht. til forskrift om nukleære materialer og anlegg: Et område hvor adgangen er kontrollert av vakt, og som er avgrenset av et solid gjerde eller lignende som er vanskelig å forsere. I hht. strålevernforskriften: Virksomheten skal klassifisere arbeidsplassen som kontrollert område, dersom arbeidstakere kan utsettes for stråledoser større enn 6 mSv per år, eller dersom dosen til hendene kan overstige 150 mSv per år.
<i>KS</i>	Kvalitetssikring
<i>KS1</i>	Første kvalitetssikringsfase i Finansdepartementets kvalitetssikringsregime.
<i>KS-regimet</i>	Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av store statlige investeringsprosjekter
<i>KVU</i>	Konseptvalgutredning
<i>MD</i>	Miljødirektoratet
<i>NDA</i>	Nuclear decommissioning agency
<i>NFD</i>	Nærings- og fiskeridepartementet
<i>NIRAS/ONDRAF</i>	National Agency for Radioactive Waste and Enriched Fissile
<i>NKS</i>	Nuclear Knowledge Summit
<i>NRC</i>	Nuclear Regulatory Commission
<i>NRPA</i>	Norwegian Radiation Protection Agency - Statens strålevern (Strålevernet)
<i>NSM</i>	Nasjonalt sikkerhetsmyndighet
<i>NUSP</i>	sektor Nukleær sikkerhet og pålitelighet hos IFE
<i>OED</i>	Olje- og energidepartementet
<i>OSPAR</i>	Oslo Paris Convension
<i>Overvåket område</i>	Virksomheten skal klassifisere arbeidsplassen som overvåket område, dersom arbeidstakere kan utsettes for stråledoser som overstiger 1 mSv per år, eller dersom dosen til hendene kan overstige 50 mSv per år.
<i>RAD</i>	Radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen
<i>RWM</i>	Rad Waste Management – strategi for håndtering av radioaktivt avfall. I denne rapporten benyttes full deponering eller resirkulering på tomten eller på annen lokasjon.
<i>SMK</i>	Statsministerens kontor
<i>SSM</i>	Svenske Strålsäkerhetsmyndigheten
<i>SVAFO</i>	Svensk kjernekraftavfalls håndtering
<i>TØI</i>	Transportøkonomisk Institutt
<i>UD</i>	Utenriksdepartementet
<i>UNEP</i>	United Nations Environment Programme
<i>WAC</i>	Waste Acceptance Criteria
<i>WF</i>	Waste treatment facility
<i>WISE</i>	World Information Service on Energy
<i>WNA</i>	World Nuclear Association

# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn

Den nukleære forskningsvirksomheten i Norge er et resultat av strategiske beslutninger på nasjonalt nivå og et statlig initiativ etter andre verdenskrig. Reaktorene ble bygget etter enstemmig beslutning i Stortinget /D289/. Institutt for energiteknikk (IFE) har konsesjon for drift av Norges to forskningsreaktorer på Kjeller og i Halden. Både reaktorene og den nukleære virksomheten knyttet til disse eies og driftes av IFE. IFE ble grunnlagt i 1948 og er i dag en internasjonal forskningsstiftelse innen energi- og nukleærteknologi /D414/. Stiftelsens hovedformål er å drive samfunnsnyttig forskning og utvikling innenfor energi- og petroleumssektoren. I tillegg skal IFE ivareta nukleærteknologiske oppgaver for Norge. IFE har tidligere dekommisjonert reaktorene JEEP I og NORA, samt enkelte mindre anlegg og laboratorier.

Det er ikke besluttet når en nedleggelse av IFEs nukleære anlegg skal skje. En beslutning om nedleggelse kan i prinsippet skje som en politisk beslutning, dersom Statens strålevern finner videre drift av reaktorene uforsvarlig eller dersom IFE ikke finner det lønnsomt med videre drift.

I 2008 ga regjeringen fornyet konsesjon for Kjellerreaktoren frem til utløpet av 2018, og til 2014 for Haldenreaktoren. Statens Strålevern har i mai 2014 etter en vurdering av teknisk sikkerhetsrisiko gitt innstilling til ny konsesjon for 10 år /D332/. I desember 2014 vedtok Regjeringen en fornyet konsesjon for Haldenreaktoren på 6 nye år /D470/.

## 1.2 Om gjennomføringen av KVVU-arbeidet

Konseptvalgutredning (KVVU) for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge er utarbeidet av DNV GL DNV GL sammen med Studsvik Nuclear AB (Studsvik), Westinghouse Electric Sweden AB (Westinghouse) og Samfunns- og Næringslivsforskning AS (SNF) på oppdrag fra Nærings- og Fiskeridepartementet (NFD).

Studsvik og Westinghouse har utarbeidet tekniske rapporter som et grunnlag for KVVUen, som inkluderer:

- kartlegging av radioaktivt materiale med estimering av avfallsmengder og -typer fra dekommisjonering (task 1),
- dekommisjoneringsteknikker (task 2),
- konsepter for minimering av avfallsmengder (task 3), samt
- dekommisjoneringskostnader og -plan (task 4).

Arbeidet er basert på internasjonal beste praksis og IAEAs retningslinjer. Vedlegg 1 beskriver prosessen og arbeidsgruppen, samt mandatet fra oppdragsgiver. Estimaten i KVVUen bygger på en usikkerhetsanalyse som søker å ta høyde for usikkerheten som ligger rundt hvordan en reell gjennomføring vil bli og de kostandskonsekvenser det kan ha, samt tilpasning av estimaten fra task-estimatene til norske forhold.

KVVUen skal kvalitetssikres eksternt i henhold til Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter (KS1) /D386/. Sammen med kvalitetssikringsrapporten vil KVVUen være faglig underlag for Regjeringens valg av dekommisjoneringsnivå ved fremtidig avvikling av de nukleære anleggene på Kjeller og i Halden.

NFD har gitt et parallelt oppdrag om konseptvalgutredning for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall (heretter kalt *KVVU for Oppbevaring*) til denne samarbeidskonstellasjonen med ytterligere ett selskap – Quintessa. De to KVVUene er utarbeidet i parallell grunnet interne avhengigheter som er beskrevet i kapittel 1.5.

## 1.3 Spørsmålene som besvares i rapporten

Det er behov for avklaring av hvilket nivå som skal velges for dekommisjonering etter en fremtidig beslutning om nedstenging av de nukleære anleggene i Norge, det vil si hvor mye som skal fjernes av strukturer og grunn på områdene på Kjeller og i Halden. KVUen skal vurdere til hvilket nivå det er mest samfunnsøkonomisk lønnsomt å dekommisjonere. I tillegg vurderes om det kan være mer lønnsomt å utsette gjennomføringen. Anbefalingen tar hensyn til konsekvensene for miljø og samfunn i de respektive kommunene, sikkerhetsrisiko og kostnadsnivå ved valg av et bestemt dekommisjoneringsnivå, alternativ bruk av arealene samt nasjonal lovgivning og relevante internasjonale anbefalinger.

Ved en dekommisjonering er det også behov for trygghet omkring omfanget av kostnadene og en avklaring omkring hvor stor andel av finansieringen som IFE selv bør bære. KVUen presenterer et eget kostnadsestimat som grunnlag for denne avklaringen.

Spørsmålene som søkes besvart gjennom KVUen er:

4. Hvilket nivå for dekommisjonering er samfunnsøkonomisk mest lønnsomt?
5. Hva blir kostnaden for dekommisjoneringsprosjektet?
6. Hva bør vurderes i videre planlegging?

Spørsmål 1 besvares i alternativanalysen i kapittel 5.1 Konklusjon og anbefaling. Hvilket nivå for dekommisjonering som er mulig å velge avhenger av beslutning om strategi for brukt brensel (BB) og hvorvidt det skal lagres på tomtene Halden og /eller Kjeller. Dekommisjoneringsanalysen deles i to scenarier; ett der brukt brensel er fjernet fra områdene og ett der brukt brensel lagres på områdene. Beregninger og vurderinger fra disse to analysene inngår i totalvurderingen i KVU for Oppbevaring. Spørsmål 2 besvares i kapittel 6 Kostnaden av dekommisjoneringsprosjektet og spørsmål 3 oppsummeres i kapittel 7 Anbefalinger for videre planlegging. Spørsmål 3 er ikke en del av en ordinær KVU men er inkludert etter ønske fra oppdragsgiver.

## 1.4 Omfang og avgrensninger

I dette kapittelet beskrives KVUens nivå for dekommisjonering, omfang sammenlignet med IFEs dekommisjoneringsplaner, avgrensninger i områder og bygninger som vurderes samt tidspunkt for nedstengning.

### Tidspunkt for nedstengning

KVUen vurderer til hvilket nivå en bør dekommisjonere gitt at en beslutning om nedstengning for henholdsvis reaktoren på Kjeller og i Halden er tatt. Den gir *ikke* en vurdering av hvorvidt man bør stenge ned reaktorene eller ikke.

I KVUen er beregninger gjort basert på en hypotetisk nedstengning i 2018. Forutsetningene som ligger til grunn vil kunne endre seg dersom beslutningen kommer lenger frem i tid. KVUen bør derfor oppdateres dersom beslutningen skyves mer enn 5-10 år ut i tid, eller dersom det kommer viktig ny informasjon som for eksempel at krav og lovverk endres, anleggenes tilstand endres betydelig, nye rammer omkring organisering og gjennomføring er etablert, eller ny alternativ bruk av områdene er avklart.

### Nivå for dekommisjonering

Dekommisjonering defineres av IAEA som de administrative og tekniske tiltak som må gjennomføres for å fjerne noen eller alle regulatoriske kontroller av et område /D193/.

Dekommisjoneringsnivå bestemmes av hvor mye radioaktiv forurensing en skal fjerne fra området, det vil si hvor mye som skal rives av eksisterende bygninger, hvor mye masse som skal fjernes og til hvilken bruk området tilrettelegges. Dette vil igjen påvirke hva området kan benyttes til i ettertid, og er det denne rapporten definerer som områdets slutttilstand. De ulike slutttilstandene for dekommisjonering som benyttes i KVUen bygger på tre ulike nivåer som definert av IAEA /D394/. De ulike nivåene defineres både gjennom fysisk tilstand for arealene, og hvilket kontroll- og overvåkningsbehov denne tilstanden krever:

- «*Stage 1. Clearance of the site for unrestricted reuse without radiological supervision after total removal of the facility*».
- *Stage 2. Clearance of the site and the remaining structures (buildings, systems) for another commercial use without radiological supervision.*
- *Stage 3. Conversion of the site and the remaining structures into another facility which is licensed under the nuclear legislation (as a new facility or by joining it into an existing neighbouring facility) without radiological clearance.*”

Stage 1 kalles ofte “green field” eller “unrestricted use”, Stage 2 kalles ofte “brown field” eller “restricted use”. I forbindelse med tidligere konsesjonssøknader har IFE etablert dekommisjoneringsrapporter for de enkelte konsesjonsunderlagte anleggene (2004, 2007, 2010 og 2012). I de nyeste dekommisjoneringsplanene (fra 2007 og til 2012) har Statens strålevern ønsket at nivået for dekommisjonering skal være til nivået «green field». IFE legger til grunn et blandingsalternativ med en dekommisjonering til nivå 1 for store deler av anlegget, men ikke for fasiliteter for radavfall eller brukt brensel.

## **Arealmessig omfang og avgrensninger**

Bygninger og anlegg på områdene som er uavhengige av en eventuell nedstengning av reaktorene vil være likt i referansealternativene som i de andre, og er dermed utenfor KVUens fokusområde. Frigjøring og bruk av arealer i analysen omhandler kun arealene som de kontaminerte bygningene og anleggene i dag beslaglegger, samt forurenset grunn i tilknytning til disse, selv om man vurderer området som en totalitet når det gjelder mulig bruk.

Verdien av å frigjøre et areal ved å flytte radioaktivt materiale må balanseres mot ulempen ved å båndlegge areal der dette flyttes til. Derfor inkluderer et konsept for dekommisjoneringsnivå slutttilstanden for området og håndtering av avfallet derfra. I samfunnsøkonomisk analyse inkluderes effekter av lagring på annet område (og dermed båndlegging av areal) som gir en nettoeffekt sammenlignet med referansealternativet.

## **KVUens omfang sammenlignet med IFEs dekommisjoneringsrapporter**

IFEs dekommisjoneringsrapporter /D058-D092/ skiller seg noe fra KVUens omfang ved at KVUen fokuserer på mer enn de konsesjonsunderlagte anleggene. KVUen omfatter dekommisjonering av alle bygninger og deler av områdene som er knyttet til reaktordriften, eller som antas å ha en historikk som kan gi fare for kontaminasjon fra tidligere aktiviteter. Spesielt er det sannsynligheten for kontaminering av en bygning som avgjør hvilke tiltak (riving, dekontaminering eller annet) som er lagt til grunn i de ulike alternativene. Hvilke bygninger som omfattes i analysen, er nærmere beskrevet i kapittel 2.4.1 og 2.4.2 i Situasjonsbeskrivelsen.

Studsviks inventeringsrapport er basert på data fra IFE og bygger på tilnærmet samme omfang som IFEs dekommisjoneringsrapporter. Westinghouse har i sine estimater i task 4 lagt inn et noe økt omfang som går på å avsøke og eventuelt gjennomføre mindre tiltak på flere bygninger.

## 1.5 Grensesnitt til KVV for Oppbevaring av norsk radioaktivt avfall

Grensesnittet til KVV for Oppbevaring av norsk radioaktivt avfall (KVV for Oppbevaring) omfatter grovt sett to temaer:

- Mengden radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen (RAD), og når i tid dette kommer
- Valg av strategi for oppbevaring av brukt brensel (BB) og eventuell lokasjon for oppbevaring

Mengden radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen er avgjørende for når Himdalen går fullt, noe som er viktig i KVV for Oppbevaring. Dette vil påvirkes av til hvilket nivå man dekommisjonerer og når.

I dag ligger brukt brensel lagret på IFEs områder i Halden og på Kjeller. KVV for Oppbevaring har bl.a. utredet hvilken strategi for oppbevaring av brukt brensel Norge bør velge; lagring som i dag på to lokasjoner, ny lagerløsning (dvs. samlagring av brukt brensel), deponiløsning, internasjonalt samarbeid eller repressering av alt brukt brensel – som i prinsippet betyr å sende brukt brensel til utlandet. For å kunne velge en direkte deponeringsløsning kreves investeringer i forskning og utvikling for å finne en forsvarlig løsning. Strategiene gir ulike muligheter for valg av dekommisjoneringsnivå. Ved mellomlagring på ny lokasjon, deponi på ny lokasjon, repressering eller internasjonal løsning vil brukt brensel flyttes bort fra områdene i Halden og på Kjeller. Dette innebærer at man står fritt til å velge ønsket bruk på områdene. Dette analyseres som eget scenario i denne KVV. Skulle man imidlertid beslutte at brukt brensel skal oppbevares på Kjeller og/ eller i Halden vil dette gi begrensninger for valgmulighetene av dekommisjoneringsnivå ved at områdene båndlegges til nukleær virksomhet.

Denne KVV gir en rangering av alternative dekommisjoneringsnivåer gitt ulike de ulike mulige beslutningene om oppbevaring av brukt brensel. Rangeringen og tallgrunnlaget fra hver av disse er videre brukt i analysen for KVV for Oppbevaring som underlag for å beregne og rangere løsninger for brukt brensel.

Denne KVV baserer seg hovedsakelig på scenarioet uten brukt brensel - der man antar at brukt brensel flyttes fra Halden og Kjeller.

Grensesnittet mellom de to KVVene er nærmere beskrevet i mulighetsstudiet, kapittel 4.4.

## 2 SITUASJONSBESKRIVELSE

De to forskningsreaktorene som finnes i Norge i dag er JEEP II på Kjeller og HBWR i Halden. Anleggene eies og driftes av IFE. IFE har tidligere dekommisjonert reaktorene JEEP I og NORA, samt enkelte mindre anlegg og laboratorier. Lager for brukt brensel ligger på områdene både i Halden og på Kjeller, men kapasiteten er begrenset. Annet radioaktivt avfall lagres i KLDRA Himdalen, et anlegg som har begrenset kapasitet. Et utvidet eller nytt anlegg for annet radioaktivt avfall må etableres når deponiet er fullt. Investeringen må gjennomføres uansett, en dekommisjonering vil kun fremskynde den noe (se KVV for Oppbevaring).

Valg av strategi og nivå for dekommisjonering avhenger av hvilket behov det er for bruk for arealene. I den forbindelse er det sett på bruk av områdene i dag. Bruken vil reguleres gjennom myndighetenes kontrollregime omkring radioaktiv stråling, og kapittelet begynner med en kort oppsummering av myndighetskontroll og juridisk grunnlag. Kapittelet beskriver også de nukleære anleggene i Halden og Kjeller samt hvilken utvikling og trend man ser for områdene rundt.

### 2.1 Myndighetskontroll for nukleære anlegg i Norge

I Norge styres nukleær virksomhet av flere instanser. HOD har ansvar for konsesjonsbehandlingen til IFE for Haldenreaktoren og Kjellerreaktoren med tilhørende atomanlegg samt KLDRA Himdalen. NFD har ansvar for statens bevilgninger til IFE for drift av Haldenprosjektet og drift av KLDRA Himdalen. Til og med 2013 bevilget også NFD midler til Nukleær virksomhet ved IFE Kjeller. Fra og med 2014 blir denne bevilgningen gitt som ordinær basisbevilgning for å tydeliggjøre IFEs ansvar for prioriteringer innenfor egen virksomhet og for å stille IFE friere med hensyn til valg av fremtidige utviklingsstrategier. KLD har ansvar for forurensingsloven som fra og med 2011 omfatter radioaktiv forurensning og avfall. OED har sine egne bevilgninger til IFE innenfor forskning på petroleum. FIN har ansvar for statens bevilgninger på alle områder samt for forvaltning av KS-regime. UD har ansvar for eksportkontrollloven, herunder behandling av IFEs søknader om eksportlisens i forbindelse med eksport av forskningsresultater, teknologi osv. UD har videre et eget rådgivende atomutvalg som behandler IFEs (og andre organisasjoners) søknader om midler til atomsikkerhetsprosjekter i Russland.

De ansvarlige og berørte departementene møtes for diskusjoner og samarbeid i «den interdepartementale gruppen for nukleære saker. I den interdepartementale gruppen for nukleære saker møter fast Helse- og omsorgsdepartementet (HOD), Klima- og miljødepartementet (KLD), Nærings- og fiskeridepartementet (NFD), Finansdepartementet (FIN) og Olje- og energidepartementet (OED). I tillegg inviteres Utenriksdepartementet (UD) og Statsministerens kontor (SMK) til å delta ved behov.

Statens strålevern under Helse- og omsorgsdepartementet ivaretar norsk lovverk knyttet til miljø- og strålevern. Miljødirektoratet under Klima- og miljødepartementet ivaretar norsk lovverk knyttet til miljø generelt. Tilsynsmyndighetene skal påse at anleggene og aktivitetene ikke gir uakseptabelt høy risiko for miljø eller helse i dag og i fremtiden (se delkapittel 2.2 om Lovver som regulerer nukleære anlegg og dekommisjonering). Bak dette ligger behov for å minimere risikoen for uhell, tyveri og sabotasje, hindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og miljøet og hindre forurensning til omgivelser. Å minimere risikoen innebærer å minimere sannsynlighet for og/eller å redusere konsekvenser ved eventuelle uønskede hendelser, for eksempel gjennom beredskap.

Sikkerhetsmyndighetene har tilsyn med objektsikring og beredskap ved eventuelle hendelser. PST er ansvarlig for å holde trusselbildet oppdatert og kommuniserer dette med anleggseiere og tilsynsmyndighetene. Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) er ansvarlig tilsynsmyndighet når det gjelder objektsikring generelt men for nukleærindustri (sikring av anleggene på Kjeller og i Halden) er Strålevernet tilsynsmyndighet /D330/. Det er behov for sikring av anleggene, transport og endelig destinasjon for avfall eller materiale.

## 2.2 Lover som regulerer nukleære anlegg og dekommisjonering

Lovgrunnlaget for dekommisjonering av nukleære anlegg i Norge utgjøres blant annet av Atomenergiloven, Forurensningsloven, Strålevernloven, Sikkerhetsloven og Plan og bygningsloven. Strålevernet under Helse og Omsorgsdepartementet (HOD) er tilsynsmyndighet.

- Atomenergiloven regulerer blant annet konsesjon for eierskap og drift av atomanlegg.
- Forurensningsloven har til formål å verne det ytre miljø mot forurensning, redusere eksisterende forurensning, redusere mengden avfall, fremme bedre behandling av avfall. Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall av 2011 definerer hvordan forurensningsloven anvendes på radioaktivt avfall.
- Strålevernloven har til formål å forebygge skadelige virkninger på menneskers helse og bidra til vern av miljøet.
- Sikkerhetsloven har til formål å legge forholdene til rette for effektivt å kunne motvirke trusler mot rikets selvstendighet og sikkerhet og andre vitale nasjonale sikkerhetsinteresser, ivareta den enkeltes rettssikkerhet, og trygge tilliten til og forenkle grunnlaget for kontroll med forebyggende sikkerhetstjeneste.
- Plan og bygningsloven setter krav om konsekvensutredninger, både for etablering av et mellomlager og for dekommisjonering av et atomanlegg.

Atomenergiloven og sikkerhetsloven omhandler krav til fysisk sikring og dette er presisert i forskrift om fysisk beskyttelse og forskrift om objektsikkerhet. Disse stiller krav til nukleære anlegg ut fra et «security-perspektiv», dvs. sikring mot uønskede hendelser som følge av sabotasje eller tyveri.

Alternativene i KVUen er definert for i best mulig grad å kunne tilfredsstillе dagens lovverk gjennom dekommisjoneringen og ved slutttilstand. Atomenergiloven krever konsesjon for å oppføre, eie eller drive atomanlegg. Oppføring og drift av atomanlegg skal stå under offentlig tilsyn og kontroll av Statens strålevern. Før man kan friklasse arealer eller anlegg som kan inneholde radioaktivitet over friklassningsnivåer må man gjennomføre ulike tiltak for å få redusert mengden radioaktivitet til under friklassingsgrensene. Ønsket bruk etter dekommisjonering henger tett sammen med omfang av tiltakene.

## 2.3 Radioaktiv stråling og utslipp fra anleggene

Hvor farlig radioaktiv stråling er for mennesket avhenger blant annet av doseraten (dose pr tidsenhet) og over hvor lang tid man eksponeres. Stråledoser måles som regel i enheten Sievert (Sv). Det er en avledet SI-enhet for bestemmelse av biologisk effekt av ioniserende stråling på mennesker.

Under en dekommisjonering vil dosegrenser for enkeltpersoner ha en konsekvens for hvordan man planlegger operasjonene. I strålevernforskriften skilles det mellom grenseverdier for allmenheten og for yrkesutsatte. Den norske forskriften setter dosegrensen for yrkeseksponerte arbeidstagere over 18 år til maks 20 mSv/år. For allmenheten er det satt en grense på 1 mSv/år.

I områder med høy stråling må adgangen begrenses. Kontrollert område (eksponering av arbeidere over 6 mSv pr år) skal være fysisk avgrenset, eventuelt på annen måte tydelig avmerket der hvor fysisk avgrensning ikke er mulig. Kontrollert og overvåket område (eksponering av arbeidere mellom 1 mSv – 6 mSv per år) skal merkes med skilt som angir at dette er et kontrollert eller overvåket område. Virksomheten skal sørge for at yrkeseksponerte arbeidstakere utenfor kontrollert og overvåket område ikke kan utsettes for stråledoser større enn 1 mSv per år. Merking og fysisk sperring er tiltak for å redusere sannsynligheten for utilsiktet strålingseksponering. Det er kun en kjent dødsulykke etter strålingsskade på IFE. I 1982 pådro en servicetekniker seg fem ganger dødelig dose på oppdrag i gammabestrålingsanlegget på Kjeller /D432/. Ulykken i 1982 var spesiell da denne skjedde under drift i gammabestrålingsanlegget og er ikke direkte relevant for dekommisjonering. Sentralt for en



dekommisjonering vil være å sikre at stråledoser følger ALARA-prinsippet (As Low As Reasonably Achievable). I dette ligger at arbeidet planlegges for å sikre at stråledoser blir så lave som mulig.

I dag foretar IFE jevnlig målinger innenfor anleggsområdene men utenfor anleggsbygningene. For Kjeller ligger disse målingene på mellom 1,0 og 1,2 mSv/år mens den i Halden ligger på mellom 1,5 og 2 mSv/år. Disse tallene er representative for normal drift og inkluderer bakgrunnsstråling /D289/. Bakgrunnsstrålingen kan variere. Berganutvalget /D047/ oppsummerer at i Norge mottar det enkelte menneske i gjennomsnitt en årsdose fra samtlige kilder til naturlig bakgrunnsstråling på ca. 3 mSv pr år, hvorav radon utgjør ca. 2 mSv /D460/. Bakgrunnsstrålingen vil variere vesentlig fra sted til sted blant annet pga. forskjellige radonnivåer.

IFE har tillatelse for å slippe ut vann med en viss mengde radioaktivitetsinnhold gjennom kontrollerte utslipp i rørledning til Nitelva. Utslippsmengde pr år er begrenset etter strålevernets retningslinjer. Utslippsgrensen til Halden og Kjeller ligger i dag på 100 µSv/år til luft og målte utslipp har ligget stabilt på 2-3 µSv/år. For utslipp til vann ligger Kjeller ved normal drift på under 30 % av tillatte verdier /D289/.

Myndighetskrav og oppfølging har blitt strengere med årene, og ved en dekkommisjonering må man også forholde seg til historisk avfall og eventuell forurensning i grunnen. I møter med IFE har det fremkommet at forurensede masser fra utslipp til Nitelva er blitt gravd opp og overført til Himdalen. Tilsvarende har også et overflatedeponi inne på IFEs område gravd opp og overført til Himdalen. Det gjennomføres tiltak for å fjerne historisk avfall. Blant annet lå reaktorlokket fra JEEP I gravd ned på umerket sted på tomten men er nå flyttet til Himdalen. Uranreanseanlegget som var en del av det som i dag er radavfallsbygget er i prosess for dekkommisjonering. /D307/

## 2.4 IFEs anlegg i Halden og på Kjeller

Det har vært nukleær virksomhet på Kjeller og i Halden siden 1950-tallet. Den nukleære virksomhetens lange historie på områdene fører til at det er andre anlegg enn kun de konsesjonsunderlagte som bør undersøkes for kontaminering og ved behov dekontamineres ved en dekkommisjonering.

Reaktoren HBWR i Halden ble satt i drift i 1959. Den første forskningsreaktoren i Norge, JEEP I, var lokalisert på Kjeller og var i drift fra 1951 til 1967, da JEEP II ble etablert på Kjeller /D289/.

### 2.4.1 Videre drift av reaktorene

Det er ikke besluttet når en nedleggelse av IFEs nukleære anlegg skal skje. En beslutning om nedleggelse kan i prinsippet skje som en politisk beslutning, dersom Statens strålevern finner videre drift av reaktorene uforsvarlig eller dersom IFE ikke finner det lønnsomt med videre drift.

Det forventes en fortsatt stram økonomisk situasjon ved IFE og spesielt for sektor Nukleær sikkerhet og pålitelighet (NUSP) som forventer et betydelig underskudd i 2014, også etter gjennomførte kostnadsreducerende tiltak. Offentlige bevilgninger til stiftelsen IFE økte fra MNOK 120 i 2012 til MNOK 137 i 2013 /D388/. Det er usikkert hvordan betalingsvilje for tjenestene vil utvikle seg i markedet. Det er gjennomført en markedsstudie for Haldenprosjektet som ikke viser økt betalingsvillighet og etterspørsel. Regjeringen foreslår å gi Haldenprosjektet en økning i bevilgning fra MNOK 37,5 i 2014 til MNOK 50 per år i perioden 2015 til 2017 /D389/. Det er vedtatt å bygge et anlegg i Lund i Sverige - European Spallation Source (ESS) - som vil kunne dekke noe av det samme behovet som JEEP II. Anlegget skal etter planen stå ferdig i 2019 og være i full operasjon i 2025 /D424/.

I 2008 ga regjeringen fornyet konsesjon for Kjellerreaktoren frem til utløpet av 2018, og til 2014 for Haldenreaktoren. Statens Strålevern har i mai 2014 etter en vurdering av teknisk sikkerhetsrisiko gitt innstilling til ny konsesjon for 10 år /D332/. I desember 2014 vedtok Regjeringen en fornyet konsesjon for Haldenreaktoren på 6 år /D470/.

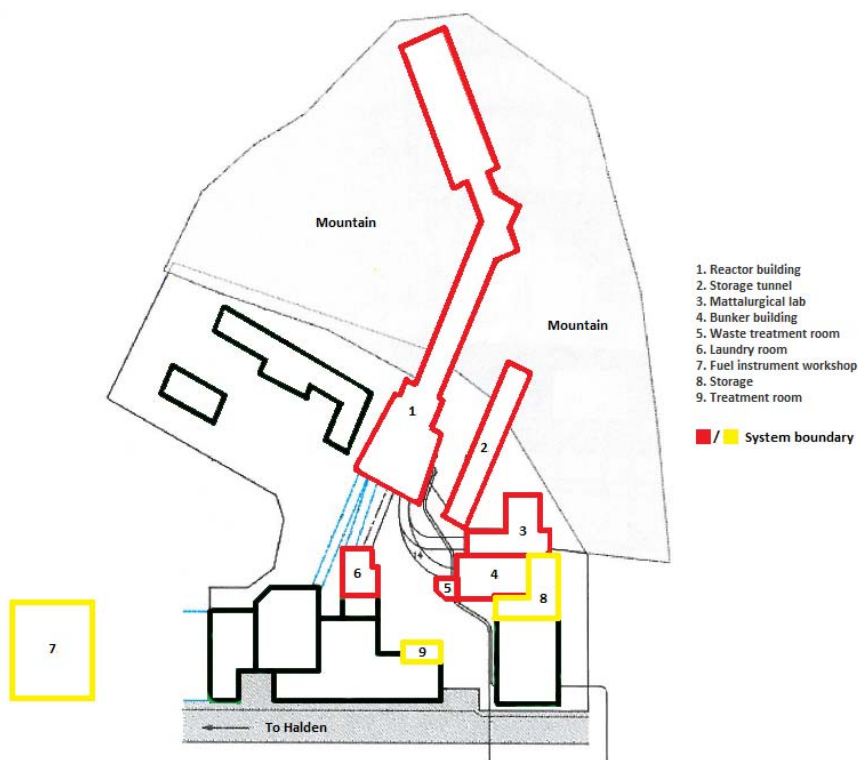
## 2.4.2 Omfang av dekommisjoneringsstudien for Haldenanlegget

IFEs lokaler i Halden ligger på to lokasjoner; Tistedalsgata 20 og Os Allé 5. Mesteparten av IFEs virksomhet i Halden ligger i Tistedalsgata 20. Dette er et inngjerdet område på ca. 7 mål /D168/. Tomten eies av Norske Skog med unntak av ca. 170 m<sup>2</sup> som er solgt til IFE. Helt siden Halden-reaktoren kom i drift i 1959 har det vært nukleær virksomhet på dette området.

Brenselinstrumentverkstedet er den eneste konsesjonsunderlagte bygningen som er lokalisert i Os Allé 5. Det er en fire-etasjers murbygning i et nærings- og boligområde sentralt i Halden. Selve verkstedet ligger i første etasje. Øvrige etasjer inneholder kontorer for ledelse og administrasjon for IFE-Halden og for teknisk personell /D058/.


IFEs konsesjonsunderlagte anlegg i Tistedalsgata omfatter reaktoranlegget i fjellhallen, lager for brukt brensel i bunkerbygningen og metallurgisk laboratorium. Flere av byggene som ikke er konsesjonsunderlagte men hvor radioaktivt materiale har blitt håndtert vil måtte kontrollmåles og eventuelt saneres ved en dekommisjonering.

Figur 2-1 viser hvilket areal som vil være gjenstand for en eventuell dekommisjonering. De rødmerkede bygningene har høy sannsynlighet for kontaminasjon og de gule bygningene har lavere sannsynlighet. De svarte bygningene antas å ha mulighet for gjenbruk uten tiltak.



**Figur 2-1 IFEs anleggsområder i Halden. Røde, gule og svarte bygninger håndteres ulikt i de ulike alternativene.**

HBWR er en 25 MW tungtvannsmoderert reaktor. Reaktoren er plassert ca. 100 meter inn i fjellhallen, med overbyggende fjell på ca. 30-50 meter. Foruten selve reaktoren med flere ulike kretser for eksperimenter inneholder reaktorhallen et våtlager for brukt brensel. Grunnvann som lekker inn i reaktorhallen blir samlet opp og pumpet til oppsamlingstanker, innlekkasjen er i gjennomsnitt på 25 kubikkmeter per døgn /D168/.



I bunkerbygningen er det to vannfylte lagerbassenger for brukt brensel, samt et tørrlager for bestrålte materialer. I tillegg finnes det lagerplass for bestrålte materialer i det metallurgiske laboratoriet /D168/. Lagrene inkluderer i dag omkring 6900 kg (0.36m<sup>3</sup>) bestrålt metallisk uran og ca. 2600 kg (0.29m<sup>3</sup>) bestrålt uranoksid og har begrenset kapasitet. /D461/

### 2.4.3 Omfang av dekommisjoneringsstudien for Kjelleranleggene

Reaktortomten på Kjeller ligger i Kjeller teknologipark. Arealet IFE disponerer på Kjeller er på totalt 175 mål, hvorav ca. 25 mål er dekket av bygningsmasse. Figur 2-2 viser hvilke av bygningene som vil være gjenstand for en evt. dekommisjonering eller dekommisjoneringstiltak. Hvilke tiltak som legges til grunn vil variere ut fra de ulike alternative løsningene i KVUen. De rødmerkede bygningene har høy sannsynlighet for kontaminasjon og de gule bygningene har lavere sannsynlighet. De grå bygningene antas å ha mulighet for videre bruk uten tiltak.

Anlegg underlagt konsesjon på Kjeller er forskningsreaktoren JEEP II, Metallurgisk laboratorium I (Met.lab. I), Metallurgisk laboratorium II (Met.lab. II), Anlegg for behandling av radioaktivt avfall (Radavfallsanlegget), Lager for ubestrålt brensel og Lager for bestrålt brensel. Lager for bestrålt brensel har begrenset kapasitet i dag /D290/. IFE har tidligere dekommisjonert reaktorene JEEP I og NORA, samt enkelte mindre anlegg og laboratorier. I tillegg til disse anleggene inkluderer KVUen andre tiltak og gjennomføring av anlegg der radioaktivt materiale har vært håndtert tidligere, samt utslippsledningen fra radavfallsanlegget til Nitelva, rør for luftpost som går mellom isotoplaboratoriet og JEEP II og forurenset grunn omkring anleggene.

Annet radioaktivt avfall lagres i KLDRA Himdalen, et anlegg som har begrenset kapasitet. Et utvidet eller nytt anlegg må etableres når deponiet er fullt. Investeringen må gjennomføres uansett, en dekommisjonering vil kun fremskynde den noe (se KVU for Oppbevaring).



**Figur 2-2 IFEs anleggsområde på Kjeller. Røde, gule og svarte bygninger håndteres ulikt i de ulike alternativene.**

JEEP II er en tungtvannsmoderert reaktor med maksimal varmeeffekt på 2 MW. Den benyttes til grunnforskning i materialfysikk og bestråling av materialer for teknisk og industriell bruk. Virksomheten ved Met. lab. I omfatter metallurgisk forskning, samt utvikling og drift av IFEs mekaniske verksted. I Met. lab. II produseres brensel til reaktoren og etterundersøkelser av bestrålt materiale gjennomføres. Radavfallsanlegget er Norges nasjonale anlegg for mottak, behandling og mellomlagring av lav- og middelsaktivt avfall. Anlegget mottar ikke bare avfall fra IFEs reaktorer men også fra andre norske brukere som helsevesen, industri, forskning og forsvaret /D290/. Ved en dekommisjonering av anlegget må det etableres et radavfallsbehandlingsanlegg et annet sted. Da er det naturlig å legge dette i tilknytning til annen nukleær virksomhet eller til området der materialet skal oppbevares (lager eller deponi).

Omkring JEEP II er det definert en 300 meter sone hvor det settes begrensninger på type bebyggelse og virksomhet som kan tillates. Det foreligger ikke noen andre restriksjoner på arealutnyttelsen i området omkring anleggene som følge av IFEs virksomhet /D289/.

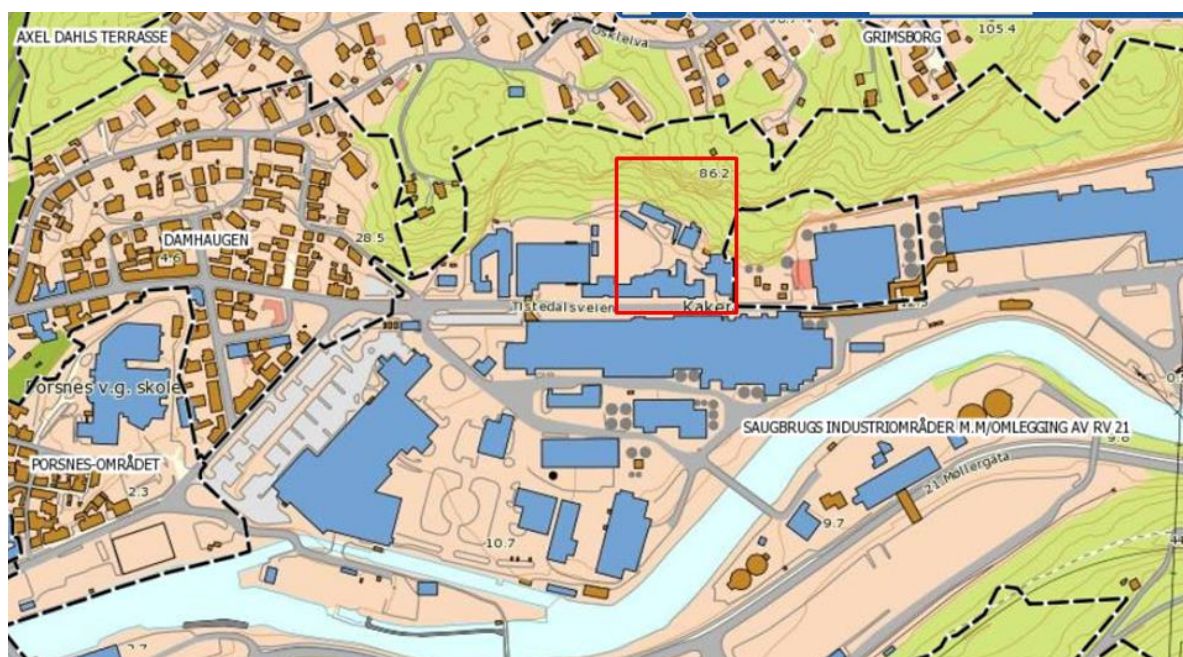
## 2.5 Fremtidig bruk av IFEs områder og områdene rundt

Lokale myndigheter skal se på utvikling av arealer og områder i fremtiden og hvordan områdene bør reguleres for å nå de visjoner de har for fremtiden.

Begge tomtene der det er reaktordrift ligger i sentrumsnære områder i noe som i dag benyttes til næringsformål, men som er nært befolket område. Omtrent 60 % av IFEs totale virksomhet er direkte knyttet til instituttets atomreaktorer /D296/. IFE vil kunne videreføre store deler av sin virksomhet på Kjeller etter en eventuell nedleggelse av JEEPII, men det er usikkerhet omkring hvorvidt IFE vil videreføre deler av sin virksomhet i Halden etter en eventuell nedleggelse av HBWR.

## 2.5.1 Fremtidig utvikling i Halden

IFEs anleggsområde i Tistedalsgata 20 i Halden ligger like utenfor sentrum i et industriområde eid av Norske Skog. Figur 2-3 viser hvor forskningsreaktoren er plassert. Reaktortomten ligger innenfor den innerste røde firkanten. Fjellhallen inneholder reaktoren og hjelpesystemer, mens øvrige bygninger inneholder laboratorier, kontrollrom, lager, verksteder og kontorer. Boligområder grenser direkte til næringsområdet og det ligger flere boliger på fjellet som reaktoren er plassert inne i.

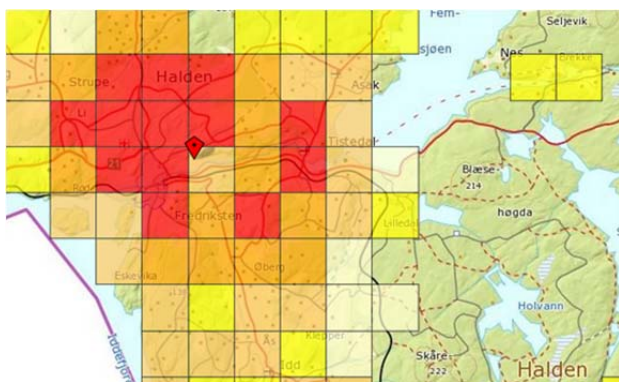


**Figur 2-3 Oversikt over området rundt IFEs virksomhet på Tistedalsgata 20 i Halden (Norsk kartverk)**

Det bor omkring 30 000 personer i Halden kommune. SSB opererer med tre scenarier for prognoser for befolkningsvekst - ved lav, middels og høy nasjonal vekst. Basert på prognosen med middels nasjonal vekst vil befolkningen i Halden vokse til 46 000 mennesker i Haldenområdet i år 2100. Det er vanlig å benytte scenarioet for middels nasjonal vekst ved planlegging men det bør tas høyde for at utviklingen kan bli høyere og lavere, og spredningen i år 2100 er fra ca. 28 000-77 000. Frem til 2040 er tallene basert på SSBs befolkningsframskrivninger for kommunen. Fra år 2040 til 2100 er framskrivingene basert på scenarier for generell nasjonal vekst,

SSBs befolkningsdata fra 2010 viser at Halden-reaktoren ligger innenfor tettstedsområdet i Halden, men utenfor sentrumssonen. Den røde pilen i Figur 2-4 viser Halden-reaktoren. Reaktoren ligger i utkanten av et område der fargen på ruten indikerer 20-199 innbyggere, og den ligger nært det røde området med 500-5000 innbyggere. Figuren viser at befolkningstettheten er relativt høy i områdene rundt reaktoren.





**Figur 2-4 Befolkningstetthet i Halden kommune i 2010 i et 1000 meters rutenett (SSB, 2010)**

Området er regulert til næringsvirksomhet i dag. Grunneier Norske Skog har ved spørsmål oppgitt at det ikke foreligger noen konkrete planer for fremtidig bruk av IFEs anleggsområde ved en eventuell nedleggelse av Halden-reaktoren /D275/.

I følge Halden kommunes strategiske næringsplan skal det legges opp til naturlig ekspansjon der industribedriftene ligger i dag. I kommunens langsiktige arealstrategi /D378/ er det boligutvikling vestover i byen som er prioritert.

Ved en nedstengning av Haldenreaktoren er det usikkert om IFEs virksomhet i Halden videreføres på området /D391/. I et scenario hvor IFEs virksomhet i Halden legges ned og Norske Skog beholder sin virksomhet på området er arealet i dag lite egnet for bolig- eller rekreasjonsformål.

Så lenge området er omsluttet av Norske Skogs anlegg er det vanskelig å forestille seg annen bruk enn næringsvirksomhet. I et scenario hvor Norske Skogs virksomhet på området og annen næringsvirksomhet legges ned kan det ikke utelukkes at det i fremtiden kunne vurderes som et attraktivt område for boligutvikling med nærheten til sentrum og elven.

Halden kommune oppgir at industriområdet Norske Skog/IFE vil være viktig ved en mulig fremtidig transformasjon av området etter nedleggelse av IFEs og Norske skogs anlegg. Kommunen oppgir at de ønsker å ta området inn i «sentrumsplan» for Halden. De oppgir å ha igangsatt planlegging av en mulig omregulering av området til mindre industri/næring og boligutbygging, med utgangspunkt i utviklingen som gjøres i Moss etter nedleggelsen av Peterson /D360/.

## 2.5.2 Fremtidig utvikling på Kjeller

IFEs anlegg på Kjeller i Skedsmo kommune er en del av Forskningsparken Kjeller. Forskningsparken ligger i utkanten av tettbebyggelsen på Kjeller, cirka 2 km nord for Lillestrøm og 20 km nordøst for Oslo sentrum. Figur 2-5 gir en oversikt over IFEs virksomhet på Kjeller og området rundt. JEEP II og IFEs øvrige virksomhet ligger innenfor det sortmarkerte arealet. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) er blant de nærmeste naboene til tomten, og flere boligområder ligger nært opptil området.

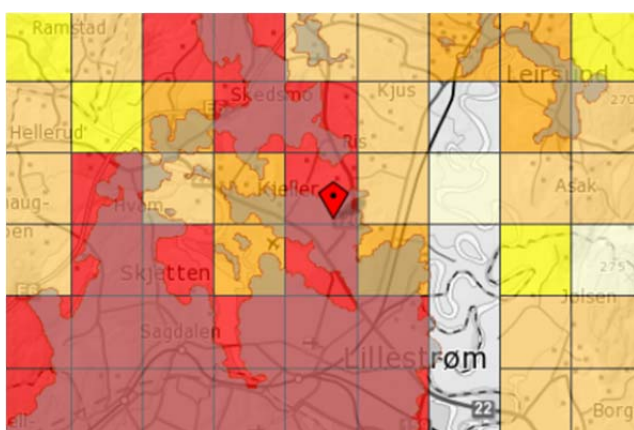


**Figur 2-5 Oversikt over området rundt IFEs virksomhet på Kjeller (Kilde: Norsk kartverk)**

Store deler av området vil ikke bli berørt av en dekommisjonering av nukleære anlegg og virksomheten kan fortsette i eksisterende bygninger. Deler av området leies ut og driftes av andre aktører i dag.

Det bor omkring 50 000 personer i Skedsmo kommune. Basert på SSBs prognose med middels nasjonal vekst vil befolkningen på Kjeller vokse til 91 000 mennesker i år 2100. Det er vanlig å benytte scenarioet for middels nasjonal vekst ved planlegging, men det bør tas høyde for at utviklingen kan bli høyere og lavere, og spredningen i år 2100 er fra mellom 55 000 til 155 000 mennesker i Kjellerområdet. Frem til 2040 er tallene basert på SSBs befolkningsframskrivninger for kommunen. Fra år 2040 til 2100 er framskrivingene basert på scenarioer for generell nasjonal vekst.


SSBs befolkningsdata fra 2011 viser at IFEs anlegg på Kjeller ligger innenfor et område i Skedsmo kommune definert som tettsted, men utenfor sentrumssonene i kommunen. Forskningsparken Kjeller i Figur 2-6 er markert ved den røde pilen og ligger i et rødt område hvilket indikerer 500-5000 innbyggere.



**Figur 2-6 Befolkningstetthet i Skedsmo kommune i 2010 i et 1000-meters rutenett (SSB, 2011)**

Kjeller teknologipark er ikke regulert pr i dag men avsatt til kontor/tjenesteyting i kommuneplanen. I forslag til områderegulering for Kjeller Nord, lagt ut til offentlig ettersyn 2012, er IFEs eiendommer foreslått regulert til offentlig/privat tjenesteyting og næringsbebyggelse /D298/.





Kjellerinstituttene ligger innenfor et område hvor det meste av byutviklingen i Skedsmo kommune vil komme fremover /D228/D403/. Skedsmo ønsker en fortsatt utvikling av området som kunnskapssentrum og byutviklingsstrategien frem mot 2050 løfter frem Kjellerområdet og Kjeller flyplass som viktige områder for fremtidens urbanstruktur. Kjeller flyplass ligger sørvest for Kjeller teknologi og forskningspark. Videre beskrives det at Høyskole, Teknologi og Forskningspark skal utgjøre utviklingsgeneratorer i Kjellerområdet /D373/.

Kommuneplaner, områderegulering samt eksisterende avtaler og situasjon indikerer et behov om å benytte arealet til næringsformål, men Skedsmo kommune understreker at de ønsker at arealet skal fristilles uten at bruken er begrenset til type formål.

### 3 BEHOV, MÅL OG KRAV TIL LØSNINGEN

Kapittelet oppsummerer behov knyttet til slutttilstand etter en nedstenging av reaktorene, mål for tiltaket og hvilke overordnede krav som stilles til tiltakene for å oppnå mål og viktige behov. De samme behovene, målene og overordnede kravene er relevante for reaktoranleggene på Kjeller og i Halden, men med noe ulike variasjoner av lokale effekter, for eksempel når det gjelder behov for bruk av arealene.

#### 3.1 Behov

En kartlegging av behov viser en bred forankring av samfunnsbehovet om en forsvarlig løsning hvis det en gang tas en beslutning om nedstenging. Andre behov er ytret som ønsker eller mulige positive ringvirkninger for enkelte grupperinger i samfunnet. Behovsanalysen er bred og dekker alle identifiserte ønsker og behov som er relevante innenfor KUVens problemstilling. De mest relevante behovene brukes videre i den samfunnsøkonomiske analysen.

Dette kapittelet gir oppsummering av de viktigste funnene fra behovsanalysen. Vedlegg 8 gir utfyllende dokumentasjon av behovsanalysen med hovedfunn ved hver av de tre metodene som er benyttet som grunnlag for analysen; Etterspørselsbasert metode, Interessegruppebasert metode og Normativ metode. O dokumenterer prosessen som ligger til grunn for analysen med kilder og innspill. Alle rapporterte behov som anses som relevante samt de behov som antas å være aktuelle basert på /D137/ er dokumentert i en bruttoliste i Vedlegg 8.

##### 3.1.1 Samfunnsbehov

Med det prosjektutløsende behovet menes det samfunnsbehovet som utløser planlegging av tiltak til et bestemt tidspunkt» /D351/. Samfunnsbehovet er utledet i dialog med NFD.

Ved en fremtidig beslutning om nedstenging av en eller begge de eksisterende reaktorene vil Norge ha et *behov for en forsvarlig løsning knyttet til dekommisjonering av de nukleære anleggene på Kjeller og i Halden*. Dette er det prosjektutløsende samfunnsbehovet.

Med *forsvarlig* menes at sikkerheten for miljø og helse er ivaretatt til et samfunnsmessig akseptabelt nivå, samtidig som kostnadene for dekommisjoneringen står i forhold til den samfunnsøkonomiske nytten. At sikkerheten er ivaretatt betyr videre at løsningen gir sikkerhet mot uønskede hendelser forårsaket av både vilde og ikke-vilde hendelser /D375/.

Et grunnleggende prinsipp som har ligget til grunn for defineringen av samfunnsbehovet er hentet fra IAEAs Safety Series No.111-S-1 «*Alle aktiviteter som involverer arbeid og håndtering av radioaktivt avfall skal utføres på en slik måte at menneskers helse og miljøet nå og i fremtiden er beskyttet uten at utilbørlige byrder legges på fremtidige generasjoner*» /D419/.

##### 3.1.2 De viktigste behovene

Behovene knyttet til strålingseffekter, sikkerhet og miljø synes å være av overordnet betydning. Det er relevant for et stort antall interessenter, og de styrkes gjennom behov som fremkommer gjennom de andre analysemetodene. Derfor er disse klassifisert som primære behov og styrker validiteten av samfunnsbehovet. Flere andre behov i listen kan sies å stå i en årsakssammenheng der de underbygger de primære behovene. Listen lar seg dermed vanskelig prioritere. Opplevd trygghet er for eksempel avhengig av både reell trygghet og sikkerhet og kan igjen påvirke gjenbruk av arealer og fasiliteter. I tillegg er flere behov knyttet til gjennomføring av dekommisjoneringsprosjektet viktige fordi de bygger opp under de primære behovene: Klarhet i organisering og ansvarsdeling, klarhet i finansiering, og tilgang til rett kompetanse er for eksempel viktige for å få til en trygg og sikker gjennomføring.

De primære behovene oppsummeres som:

- B1 - Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse
- B2 - Sikre områdene mot tyveri av radioaktivt materiale eller uønsket inntrenging
- B3 - Forhindre skadelige virkninger på miljøet

Andre behov som er listet av enkelte interessenter:

- B4 - Anleggene oppleves som trygge og sikre.
- B5 - Gjenbruk av arealer og anlegg
- B6 - Ivareta arv om norsk industrihistorie

En del punkter er identifisert gjennom behovsanalysen men er ikke definert som behov knyttet til slutttilstanden. Dette er temaer som er relevant for gjennomføring, ringvirkninger og ordinære beslutningskriterier.

Felles for alle interessentene er at det er viktig at det foreligger klare rammebetingelser for finansiering, ansvar og organisering av dekommisjoneringen. Det er i dag ingen klar enighet om Statens rolle og ansvar for enkelte deler av prosessen. IFE oppgir at deres viktigste behov er avklaring av økonomiske rammebetingelser. De legger til grunn at Staten er medansvarlig for finansiering. /D132/ IFE peker også på behov for klargjøring av organisering av håndtering av avfall spesielt ved at de som hovedleverandør av avfall til Himdalen ikke også bør være aktøren som drifter dette, slik det også er påpekt av Strandenutvalget. /D045/D048/

Behov som kun er knyttet til gjennomføring av dekommisjoneringsprosjektet kan være relevante ved valg av strategi (tidspunkt for igangsetting) og inngår under kapittel 7 Anbefalinger for videre planlegging. Dette er: Ansvarsdeling og organisering, Klarhet omkring finansiering, Effektiv gjennomføring, Tilgang til riktig kompetanse og informasjon og Eksisterende løsning for lagring av brukt brensel.

Behov som er knyttet til ringvirkninger: Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon, Verdiskapning gjennom økt aktivitet under dekommisjoneringen og Teknologisk kompetanseheving.

Ordinære beslutningskriterier er en implisitt en del av den samfunnsøkonomiske vurderingen: Kostnadseffektiv løsning, beslutningsfleksibilitet og optimering av nytteeffekter av dekommisjoneringen.

All temaene som er identifisert gjennom behovsanalysen er beskrevet i Vedlegg 8. Behov knyttet til slutttilstand er beskrevet kort i Tabell 3-1.

**Tabell 3-1 Behov knyttet til slutttilstand**

<b>Behov</b>	<b>Beskrivelse</b>
<i>SB - et behov for en forsvarlig løsning knyttet til dekommisjonering av de nukleære anleggene på Kjeller og i Halden.</i>	Samfunnsbehov. Med forsvarlig menes at sikkerheten for miljø og helse er ivaretatt til et samfunnsmessig akseptabelt nivå, samtidig som kostnadene for dekommisjoneringen står i forhold til den samfunnsøkonomiske nytten. At sikkerheten er ivaretatt betyr videre at løsningen gir sikkerhet mot uønskede hendelser forårsaket av både vilde og ikke-vilde hendelser /D375/.

<b>Behov</b>	<b>Beskrivelse</b>
<i>B1 - Minimere risiko for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse</i>	Behovet gjelder for et bredt spekter av grupper - for de som jobber på anleggene og har ansvaret for dem, for naboer og lokale, og for samfunnet generelt – både nå og for fremtidens generasjoner. Mange av temaene som er fremhevet gjennom analysen bygger opp under dette behovet: effektiv sikkerhetsledelse og styringssystem inkludert «safety management», beredskapsplaner for å håndtere eventuelle uønskede hendelser, benytte utprøvd og velkjent teknologi, minimere eksponering på enkeltpersoner, helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer. Ved vurdering av en forseglingsløsning må man for eksempel vurdere tilkomst for å kunne gjøre målinger slik at man kan kontrollere strålingseffekter.
<i>B2 - Sikre områdene mot tyveri av radioaktivt materiale eller uønsket inntrenging</i>	Behovet dekker beskyttelse av anleggene gjennom å sikre mot tyveri, sabotasje eller uønsket inntrenging, håndtering av avfall og sikre potensielt farlig materiale i alle deler av verdikjeden fra reaktoren til endelig deponi. Behovet er flagget som relevant både under dekommisjoneringsprosjektet og for slutttilstanden.
<i>B3 - Minimere risiko for skadelige virkninger på miljøet</i>	Behovet dekker utslipp og konsekvenser for miljø under og etter dekommisjonering, samt konsekvenser for fremtiden. IAEA-prinsipper som ligger til grunn er ingen utslipp til luft, vann og jord, preservasjon av habitat for flora og fauna, bevare bio-mangfold (rødlisterarter osv.). Det dekker eventuelle utslipp fra områdene men også miljømessig håndtering av materialer fra dekommisjonering (gjenvinning, gjenbruk, plasskomprimering mm).
<i>B4 - Opplevd trygghet omkring at anleggene er trygge og sikre.</i>	Behovet omhandler det psykiske perspektivet omkring trygghet og sikkerhet. Det er en forutsetning at anleggene er reelt sikre, men i tillegg bør det ikke være ubegrunnet frykt omkring dem. Trygghet omkring anleggene er et viktig grunnlag for livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene. Dette fordrer god kommunikasjon og åpenhet, og at mediene er informert om den reelle situasjonen og rapporterer denne. Økt opplevd trygghet er ofte knyttet til hva som observeres. For eksempel å minimere visuell forurensning og lydforurensning kan gi positive effekter knyttet til trygghet. Opplevd trygghet omkring områdene påvirker også etterspørsel og verdi av arealene.
<i>B5 - Gjenbruk av arealer og anlegg</i>	Det er behov for tilgjengelig areal til næringsformål i Kjeller samt til IFEs egen virksomhet. På Kjeller forventes det vekst og økende behov for boliger og næringsutvikling. Enkelte bygninger og anlegg kan det være behov for gjenbruk av til andre formål. Hvordan områdene kan brukes og verdien av dem avhenger i stor grad av nivå for dekommisjonering. I Halden foreligger ingen umiddelbare planer om bruk av arealet. Så lenge Norske Skogs anlegg er i drift antas kun næringsvirksomhet å være aktuelt. Ved en eventuell nedleggelse av industriområdet langs elven ønsker Halden kommune en sanering og urbanisering av området.
<i>B6 - Ivareta arv om norsk industrihistorie</i>	Spesielt knyttet til reaktoren i Halden er det ytret behov for å ivareta den historiske arven gjennom å bevare reaktoren som et museum for dagens og fremtidige generasjoner.

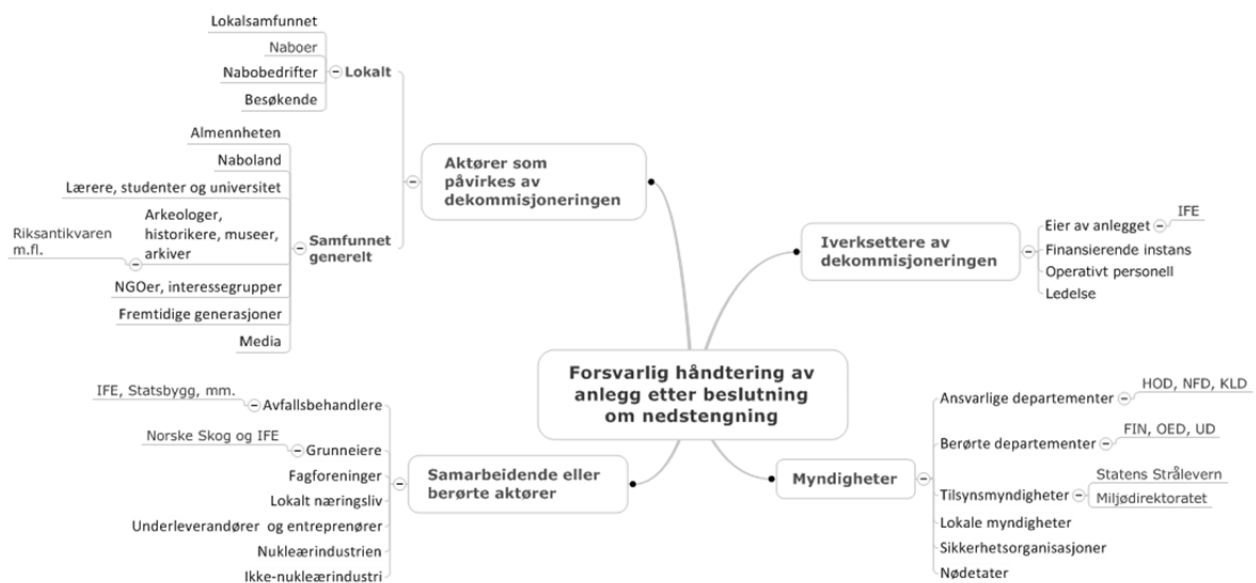
### 3.1.3 De viktigste interessentene

Interessentanalysen bygger i stor grad på IAEAs kartlegging av interessenter og «areas of concern» knyttet til dekommisjonering /D137/. Dette generelle grunnlaget er brukt som utgangspunkt, deretter er prosjektspesifikke innspill etter høringsrunder, arbeidsmøter og dokumentgjennomgang brukt til å sjekke relevansen i grunnlaget.

IAEA /D137/ deler interessenter inn i fire hovedgrupper;

- Iverksettere av dekommisjoneringen - «Implementers of the decommissioning»
- Myndigheter - «Regulators»
- Samarbeidende eller berørte industriaktører - «Cooperating or co-interested Trade unions»
- Påvirket av dekommisjoneringsprosjektet - «Affected by the decommissioning project»

En oversikt over interessentene er vist i Figur 3-1.



**Figur 3-1 Interessentgrupper**

Det er flere aktører i det norske nukleære miljøet som innehar flere roller samtidig, og kan dermed dukke opp under flere av hovedgruppene. IFE har for eksempel rolle som eier av fasilitetene, tomteeier, ledelse av dekommisjoneringsprosjektet, avfallshåndtering og delvis finansierende.

Iverksettere av dekommisjeringen har flere behov knyttet til gjennomføring av prosjektet. Disse behovene er oppsummert og omtales i kapittel 7 Anbefalinger for videre planlegging og omhandler i stor grad organisering, finansiering og gjennomføring. Det er i dag ikke klar enighet om Statens rolle og ansvar for enkelte deler av prosessen.

Myndigheter ivaretar behov på vegne av befolkningen. Behovene de ivaretar er dermed relevante for de andre interessentgruppene. Spesielt har Strålevernet tilsyn for å sikre at krav til sikkerhet, trygghet og miljø er ivaretatt på en tilfredsstillende måte. Se Vedlegg 8 om de behovene som skal ivaretas gjennom ulike lover og forskrifter. Lokale myndigheter i Skedsmo og Halden har varslet behov knyttet til næringsutvikling og byutvikling i områdene. Skedsmo kommune ønsker at «anlegg og områder ryddes og fristilles på en slik måte at fremtidig arealbruk ikke begrenses av tilstanden i grunnen eller resterende bygninger» /D228/. Halden kommune skisserer et ønske om mulighet for sanering og urbanisering av områdene i fremtiden.

Samarbeidende eller berørte aktører som nukleærindustrien, lokalt næringsliv og underleverandører og entreprenører blir i stor grad berørt av selve gjennomføringen av prosjektet. Avfallsbehandling ved radavfallsanlegget på Kjeller ivaretas i dag av IFE. Mengden avfall vil variere mellom de ulike alternativene. Eierne av tomtene er IFE selv på Kjeller og i Halden er det både IFE og Norske Skog. På Kjeller har IFE ytret behov for bruk av arealene til eiendomsutvikling. I Halden kan dette bli aktuelt i fremtiden, men så lenge Norske Skog opererer på området er bruksmulighetene begrenset.

Aktører som påvirkes av dekommisjeringen har stort sett sammenfallende behov, der det er et skille på lokale interessenter og samfunnet generelt. Felles er behov knyttet til trygghet og sikkerhet omkring anleggene og i nabolaget inkludert minimering av strålingseffekter og ulemper for miljø. Forurensning til omgivelser innebærer luft, vann og jord, samt lydforurensning og visuell forurensning. Opplevd trygghet er viktig for livskvaliteten i lokalmiljøet. Dette vil gjelde lokalsamfunnet (representer ved velforeninger), allmennheten generelt, naboland, nabobedrifter, besøkende (skole, elever, grupper, enkeltpersoner) og fremtidige generasjoner. Nabobedrifter og tomteeiere i området kan igjen påvirkes økonomisk gjennom bedre eller dårligere opplevd trygghet i nærområdet. Fremtidige generasjoner har behov som er like de

vi har i dag. I tillegg representerer kommende generasjoner behov knyttet til biomangfold og ivaretagelse av flora og fauna.

Interessegrupper som miljøvernorganisasjoner taler på vegne av sine medlemmer og fremmer deres synspunkter, i tillegg oppfattes de ofte som en slags samfunnets talsperson som tar et bredere perspektiv /D137/.

Riksantikvaren har uttalt at de nukleære reaktorene i Halden og Kjeller «potensielt har høy kulturhistorisk verdi» /D324/ og har i møter med IFE uttrykt at begge reaktorene har kulturhistorisk interesse, men at Haldenreaktoren er spesielt interessant som besøksmuseum etter en dekommisjonering sett i sammenheng med industrivirksomheten i Haldenvassdraget.

## 3.2 Samfunns mål og effektmål

Samfunns mål og effektmål er identiske for anleggene i Halden og på Kjeller. Målene er utarbeidet i samråd med NFD og er avledet av behovsanalysen i kapittel 3.1. Effektmålene har i tillegg fremkommet gjennom en vurdering av hvilke behov som er relevante for å bygge opp under samfunns målet.

Samfunns målet er knyttet til tiltakets virkninger for samfunnet, og skal beskrive hvilken samfunnsutvikling prosjektet skal bygge opp under. I følge IAEA er det generelle målet for nukleær sikkerhet å beskytte individ, samfunn og miljø mot skade ved å etablere og vedlikeholde et effektivt forsvar mot radiologiske risikoer. Dette gjelder alt arbeid knyttet til radioaktivt materiale og alle nukleære anlegg i hele levetiden, fra oppstart til avvikling /D250/.

Samfunns målet er definert som: «Gjenværende område skal etter dekommisjonering være i en forsvarlig tilstand i et langsiktig perspektiv», se Tabell 3-2. I begrepet *forsvarlig tilstand* ligger det en balansegang - at sikkerheten for miljø og helse er ivaretatt til et samfunnsmessig akseptabelt nivå samtidig som kostnadene for dekommisjoneringen står i forhold til den samfunnsøkonomiske nytten. At sikkerheten er ivaretatt betyr videre at løsningen gir sikkerhet mot uønskede hendelser forårsaket av både vilde og ikke-vilde hendelser (dvs. både sikring og trygghet) /D375/. At det skal være et *langsiktig perspektiv* er viktig fordi valg man tar om nukleære problemstillinger i dag vil påvirke fremtidige generasjoner. Enkelte tekniske løsninger kan gi tilfredsstillende sikkerhet umiddelbart mens det kan være usikkerhet omkring fremtidig utvikling for eksempel med tanke på degradering av materialer.

Effektmålene fokuserer på hvilke virkninger som søkes oppnådd for brukerne av tiltaket og underbygger på hver sin måte samfunns målet. Effektmålene er prioritert basert på rangering fra behovsanalysen, og er tenkt å være mer ambisiøse enn kravene.

Det er definert fire effektmål for dekommisjonering i prioritert rekkefølge.

«Gjenværende områder...

1. ...gir ikke skadelige strålingsvirkninger på menneskers helse.»
2. ...er forsvarlig sikret for å unngå tyveri eller sabotasje etter uønsket inntrenging.»
3. ...gir ingen skadelige virkninger på miljøet.»
4. ...benyttes etter dekommisjoneringen til det formålet de var tiltenkt fordi omverden oppfatter det som sikkert og trygt.»

Med skadelige strålingsvirkninger i effektmål 1 menes i denne sammenhengen stråling ut over bakgrunnsstrålingen. Effektmål 4 gjenspeiler en optimalisert arealutnyttelse og opplevd trygghet. Tabell 3-2 viser sammenhengen med identifiserte behov. Prioriteringen av målene er konsistent med det som ligger i samfunnsbehov og overordnet samfunns mål.



**Tabell 3-2 Samfunnsmål og effektmål – målhierarki**

<b>ID</b>	<b>Mål</b>	<b>Måleindikator</b>	<b>Relaterte behov</b>
<b>Samfunnsmål</b>			
S1	Gjenværende anlegg skal etter dekommisjonering være i en forsvarlig tilstand i et langsiktig perspektiv.	Se E1, 2, 3, 4.	Samfunnsbehov SB og B1, 2 og 3.
<b>Effektmål</b>			
E1	Gjenværende anlegg og områdene rundt gir ikke skadelige strålingsvirkninger på menneskers helse.	Stråling utover bakgrunnsstrålingen.	B1 Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse
E2	Gjenværende anlegg og områdene rundt er forsvarlig sikret for å unngå tyveri eller sabotasje.	Antallet uønskede inntrenginger, og vurdering av generelt sikkerhetsnivå.	B2 Sikre områdene mot tyveri av radioaktivt materiale eller uønsket inntrenging
E3	Gjenværende anlegg og områdene rundt gir ingen skadelige virkninger på miljøet.	Utslipp til vann, jord og luft.	B3 Forhindre skadelige virkninger på miljøet
E4	Arealene og områdene rundt benyttes etter dekommisjoneringen til det formålet de var tiltenkt fordi omverden oppfatter det som sikkert og trygt.	Bruk av arealene, boligpriser på nabolomter.	B4 - Anleggene oppleves som trygge og sikre. B5 - Gjenbruk av arealer og anlegg

Målekriteriene må kvantifiseres i neste fase av prosjektet slik at man kan planlegge prosjektet godt samt vurdere måloppnåelse ved endt gjennomføring. For eksempel gjelder dette utslippsgrenser for miljø, mm. Kriteriene vil være avhengige av typen løsning man velger og er derfor ikke spesifisert på KVVU-nivå.

Oppfyllelse av målene i etterkant kan verifiseres gjennom å måle strålingsnivå på området, antallet uønskede hendelser og vurdering av sikkerhetsnivå i henhold til gjeldende standard. Utslipp til vann, luft og jord kan måles. Opplevd trygghet kan tenkes å være internalisert i boligpriser og priser på eiendom. En bedre opplevelse av trygghet vil dermed kunne ses gjennom f.eks. økte boligpriser i nærområdet.

### 3.3 Overordnede krav

Hensikten med overordnede krav er å sammenfatte betingelsene som skal oppfylles ved gjennomføring av tiltaket. Kravene brukes til å avgjøre om løsningsalternativer er gyldige og videre til å drøfte godheten av de gyldige alternativene som grunnlag for alternativanalysen.

Tabell 3-3 lister kravene for dekommisjonering og hvordan kravene er utledet fra behov og mål. Kravene er identiske for anleggene i Halden og på Kjeller.

**Tabell 3-3 Overordnede krav utledet av behov og mål**

<b>Krav</b>	<b>Utdypelse av kravene</b>	<b>Behov og mål som kravet er utledet fra</b>
K1 - Risikonivåer for skadelige virkninger på menneskers helse skal være innenfor akseptable grenser.	Det er et absolutt krav at nasjonale lover og regler overholdes (akseptable grenser). I tillegg bør man søke å minimere eksponering til radioaktiv stråling. Dette innebærer: Ingen helseskadelige effekter på tredjepart, ingen helseskadelige effekter på ansatte. IAEA anbefaler blant annet å: - benytte anerkjent og velprøvd teknologi. - etablere Styringssystem inkludert safety management. - etablere helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer. - ha beredskap mot uhell og hendelser under og etter dekommisjonering.	B1 - Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse, nå og i fremtiden. E1 - Gjenværende anlegg og områdene rundt gir ikke skadelige strålingsvirkninger på menneskers helse.
K2 – Løsningen skal gi akseptabel sikkerhet mot tyveri eller sabotasje etter uønsket inntrenging.	Det er et absolutt krav at nasjonale lover og regler overholdes (akseptable grenser). I tillegg bør man søke å redusere risikoen ytterligere. Dette innebærer å sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging og sikre potensielt farlig materiale.	B2 - Sikre anlegg mot tyveri eller uønsket inntrenging E2 - Gjenværende anlegg og områdene rundt er forsvarlig sikret for å unngå tyveri eller sabotasje.
K3 - Risikonivåer for skadelige virkninger på miljøet skal være innenfor akseptable grenser.	Det er et absolutt krav at nasjonale lover og regler overholdes (akseptable grenser). I tillegg bør man søke å minimere risikoen ytterligere. Kravet innebærer: Ingen utslipp til luft, vann eller jord overstiger grenseverdier i nasjonale lover og regler. Preservasjon av habitat for flora og fauna. Bevare biomangfold (rødlistearter osv.). Miljømessig håndtering av materialer fra dekommisjonering (gjenvinning, gjenbruk, plasskomprimering mm).	B3 - Forhindre skadelige virkninger på miljøet nå og i fremtiden. E3 - Gjenværende anlegg og områdene rundt gir ingen skadelige virkninger på miljøet.
K4 - Anleggene bør oppleves som trygge og sikre.	Opplevd trygghet kan påvirkes av reell trygghet (K1,2 og 3) visuell forurensning, lydforurensning og trafikkbelastning under dekommisjonering. God kommunikasjon og åpenhet omkring prosessene er en forutsetning.	B4 - Anleggene oppleves som trygge og sikre. E4 - Arealene og områdene rundt benyttes etter dekommisjoneringen til det formålet de var tiltenkt fordi omverden oppfatter det som sikkert og trygt.
K5 - Anlegg og arealer bør frigjøres til alternative anvendelse.	Dette innebærer at arealene, anlegg eller bygninger frigjøres til alternativ anvendelse. Kravoppnåelse kan måles gjennom økt verdi av tomter og arealer også på naboatomter.	B4 - Anleggene oppleves som trygge og sikre. B5 - Gjenbruk av arealer og anlegg E4 - Arealene og områdene rundt benyttes etter dekommisjoneringen til det formålet de var tiltenkt fordi omverden oppfatter det som sikkert og trygt.

K1, 2 og 3 er knyttet til oppfyllelse av samfunnsmålet «Gjenværende anlegg skal etter dekommisjonering være i en forsvarlig tilstand i et langsiktig perspektiv». Derfor er disse definert som absolutte krav gitt at «akseptable grenser» er definert som dagens lovverk.

## 4 MULIGE LØSNINGER FOR FORSVARLIG DEKOMMISJONERING

KVUen skal vurdere hvilket nivå det er mest samfunnsøkonomisk lønnsomt å dekommisjonere til. Alle mulige løsninger som kan tilfredsstille en forsvarlig dekommisjonering av reaktorene er en del av mulighetsrommet. Mulighetsrommet dekker et spekter med ulike omfang av tiltak fra et minimumsnivå til en «fjerning av alle spor» etter virksomheten og er knyttet til hva som er ønsket bruk av området.

En grovsiling av alternativene opp mot overordnede krav viser at forsegling i Halden ikke er gjennomførbart innenfor de krav som stilles til løsningen grunnet stor vanngjennomtrengning.

Kapittelet begynner med å oppsummere vurderinger og erfaringer som er gjort av andre land i tilsvarende beslutninger som KVUen omhandler – valg av nivå og strategi for dekommisjonering.

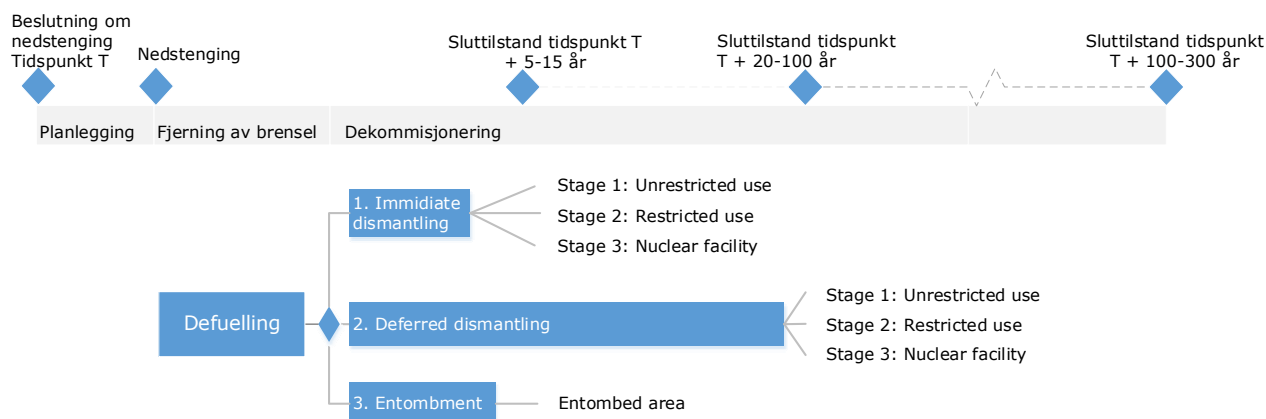
### 4.1 Definisjon av nivåer og strategier for dekommisjonering

IAEA har definert ulike slutttilstander for dekommisjonering til tre ulike nivåer /D394/. De ulike nivåene defineres både gjennom fysisk tilstand for arealene, og hvilket kontroll- og overvåkningsbehov denne tilstanden krever:

- "Stage 1. Clearance of the site for unrestricted reuse without radiological supervision after total removal of the facility".
- Stage 2. Clearance of the site and the remaining structures (buildings, systems) for another commercial use without radiological supervision.
- Stage 3. Conversion of the site and the remaining structures into another facility which is licensed under the nuclear legislation (as a new facility or by joining it into an existing neighbouring facility) without radiological clearance."

Stage 1 kalles ofte også «unrestricted use» eller «green field». Stage 2 omtales ofte også som «restricted use» eller «brown field». I tillegg definerer IAEA ulike strategier for dekommisjonering – bl. a. utsatt eller umiddelbar demontering.

Figur 4-1 viser en oversikt over strategier og alternative slutttilstander, samt en grov tidslinje fra beslutning om nedstenging og frem til slutttilstand.



Figur 4-1 Ulike strategier og slutttilstander ved dekommisjonering

Strategi 1: Umiddelbar demontering (Immediate dismantling) legger til grunn at man starter arbeidet umiddelbart etter nedstengning. Strategi 2: Utsatt dekommisjonering (deferred dismantling, ofte omtalt «Safestore») er en utsettelse i påvente av henfall, finansiering eller andre tekniske hensyn. Strategi 3: Forsegling innebærer at hele eller deler av et anlegg innkapsles i et strukturelt langlivet materiale som

for eksempel betong, og kan sammenlignes med et overflatedeponi (near surface disposal). I sitt utkast til oppdatering av sikkerhetsguidelines understreker imidlertid IAEA at «Entombment (...) is not considered a decommissioning strategy and is not an option in case of planned permanent shutdown. It may be considered a solution only under exceptional circumstances, (e.g. following a severe accident)». /D291/

Kapittel 4.3 viser hvordan disse definisjonene korresponderer med alternativene som er definert i KVUen.

## 4.2 Hva velger andre land?

Dette avsnittet oppsummerer hva som er gjennomført av dekommisjonering av nukleære anlegg i andre land generelt og Sverige og Danmark spesielt. Et bredt spekter av løsninger velges på verdensbasis og dekker hele mulighetsrommet slik det er definert i KVUen.

Både Sverige og Danmark har ønsket at dekommisjoneringen igangsettes umiddelbart ved beslutning om nedstenging. I Sverige finnes det eksempler der dette i realiteten ikke har vært mulig å gjennomføre grunnet manglende lagerkapasitet for kortlivet radioaktivt avfall som har forsinket oppstarten.

### 4.2.1 Praksis for dekommisjonering av atomreaktorer i andre land

Det er stor spredning i valg av strategi og nivå for dekommisjonering ved slutttilstand for forskningsreaktorer i andre land. Det velges ulike strategier for tidspunkt for avvikling - umiddelbar eller utsatt avvikling, og det velges ulike slutttilstander. Noen sikter på «unrestricted use<sup>5</sup>» for områdene - ofte kalt «green field». Andre sikter mot «restricted use» - ofte kalt "brown field"<sup>6</sup>. Enkelte har også valgt forsegling som løsning.

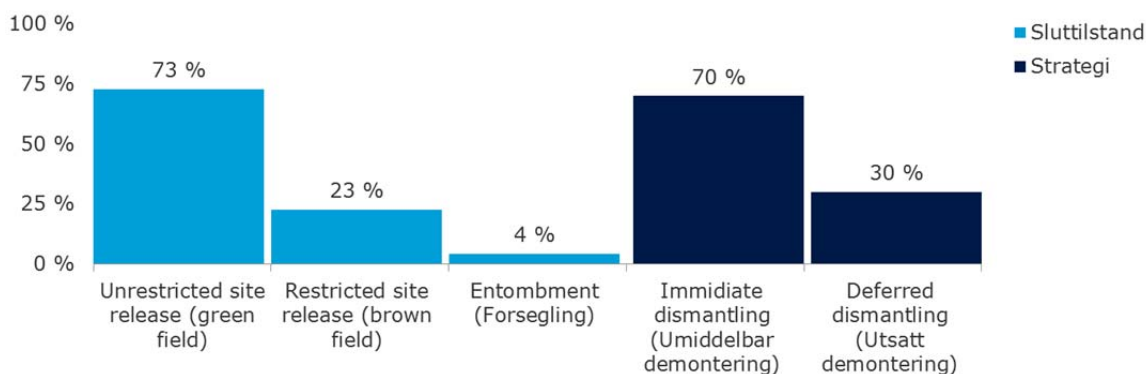
DACCORD (Data Analysis and collection for costing of research reactor decommissioning) er et prosjekt i regi av IAEA som blandt annet skal samle benchmarking-data for dekommisjoneringskostnad for forskningsreaktorer verden over. Prosjektet skal etter planen ferdigstilles i løpet av 2015 men har allerede fått inn en del data. De følgende tallene er basert på det som er kartlagt pr september 2014, med data fra 71 ulike land. /D402/

Av en oversikt som viser 853 reaktorer er 588 stykker registrert som dekommisjonert eller under nedstenging. I de tilfeller der valgt strategi for dekommisjonering er notert (for 450 forskningsreaktorer), har man i ca. 70 % av tilfellene valgt strategien umiddelbar demontering, og for ca. 30 % utsatt demontering.

I de tilfeller der valgt slutttilstand er registret (for 421 forskningsreaktorer) er 307 listet som «Unrestricted site release» tilsvarende greenfield eller 1A, 96 er «restricted site release» tilsvarende brown field eller 1B. Enkelte av disse er planlagt å frigjøres som «unrestricted site» etter et antall år. I tillegg er 18 anlegg registrert som «entombment», altså forsegling. Figur 4-2 viser hvor stor andel som har tatt de ulike valgene.

<sup>5</sup> tilsvarende KVUens alternativ 1A: Ubegrenset bruk

<sup>6</sup> tilsvarende KVUens alternativ 1B: Annen næringsvirksomhet



**Figur 4-2 Valgt strategi og slutttilstand for 450 dekommisjonerte forskningsreaktorer (kilde: DACCORD /D402/)**

De landene der forsegling er registrert som valgte løsning er i hovedsak USA (fra 1970-2007), men også enkelte eksempler fra Frankrike (1987-88), Tyskland (1984), Georgia (2002), Japan (2006) og Russland (2006). Ca. 70 % av forseglingene er gjennomført før 1990.

USAs regelverk for avfallshåndtering og deponering skiller seg fra det som er vanlig i Europa og vanskeligjør en sammenligning. Allikevel viser tallene at USA har en prosentvis liknende profil som resten av landene som sammenlignes, både for valg av slutttilstand og strategi innen forskningsreaktorer.

Datasettet inneholder 14 dekommisjonerte forskningsreaktorer fra land som ikke selv har kommersiell kjernekraftindustri - Polen, Danmark, Latvia, Australia og Østerrike. Blant disse har man for 8 anlegg valgt restricted site release og 6 har valgt unrestricted site release. 75 % har valgt umiddelbar demontering.

Med datagrunnlaget som foreligger pr i dag ser det ut som det er omtrent samme prosentvise fordeling av strategivalg uavhengig av valg av slutttilstand. Det er altså ingen tydelig korrelasjon mellom valg av strategi og slutttilstand. Mange av landene velger også ulike strategier og slutttilstander for sine ulike reaktorer.

Fra år 2000 er andelen som velger unrestricted site release økt til 80 %. Ser man kun på vesteuropeiske land og USA er denne prosenten nærmere 84 % fra år 2000.

## 4.2.2 Praksis for dekommisjonering av atomreaktorer i Sverige

I Sverige har man til sammen hatt ca. 20 reaktorer, og 10 av disse er i kommersiell drift i dag. Resterende reaktorer er blitt stengt ned, blant disse er Ågesta kjernekraftverk (R3), Barsebäck 1 og 2 samt de tre forskningsreaktorene R1, R2-0 og R2.

Den første svenske atomreaktoren var en forskningsreaktor (R1) lokalisert i en fjellhall i tilknytning til Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm. R1 ble satt i drift 1954 og dekommisjonert på 1980-tallet. Under dekommisjoneringen ble reaktoren demontert og avfallet sendt til Studsvik. Lokalene knyttet til virksomheten rundt forskningsreaktoren samt fjellhallen ble kontrollert for kontaminasjon og deretter friklasset /D299/. Fjellhallen finnes fortsatt og det er spor i det fysiske miljøet som tyder på at den har blitt brukt for atomvirksomhet /D418/.

På slutten av 1950-tallet ble det bygget et kjerneteknisk forskningsanlegg i Studsvik, Sverige. Forskningsreaktorene R2 og R2-0 ble satt i drift i 1960 og stengt ned i 2005. Alt brensel er i dag fjernet fra reaktorene, så vel som deler av anleggets eksperiment- og produksjonsbestrålingsutstyr og deler av løst utstyr. Dekommisjoneringsarbeidet er planlagt ferdigstilt i løpet av 2019, anlegget vil da bli stående og være friklasset /D423/.

R3 var Sveriges første kommersielle kjernekraftverk, reaktoren ble satt i drift i 1963 og stengt ned i 1974. Den er planlagt å rives med start tidligst 2020.

Reaktorene i Barsebäck ble tatt ut av drift i 1999 og 2005. Rivningen har vært utsatt på grunn av manglende kapasitet ved Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR). Utvidet lagerkapasitet ved Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR) vil være tilgjengelig tidligst i 2023. Derfor vil den første etappen av rivningen med kapping av komponenter i reaktorene, starte tidligst 2015. Øvrig rivningsarbeid kan starte tidligst 2020. /D420/

### 4.2.3 Praksis for dekommisjonering av atomreaktorer i Danmark

I likhet med Norge har Danmark ikke og har aldri hatt kommersiell produksjon av kjernekraft. Danmark har hatt flere forskningsreaktorer hvorav alle i dag er nedstengt eller under dekommisjonering. På Risø i øst- Danmark gjennomføres det i dag dekommisjonering av den siste av Danmarks forskningsreaktorer DR3. Det gjenstår fortsatt dekommisjonering av behandlingsstasjonen for avfallet fra dekommisjoneringen av reaktorene og de andre nukleære anleggene.

Etter folketingsbeslutningen om dekommisjonering i 2003 ble Dansk dekommisjonering (DD) opprettet som en statlig virksomhet. Dekommisjoneringsarbeidet i Risø har foregått siden 2004 og siden har DR1- og DR2-reaktorene blitt dekommisjonert. I dag jobber DD med dekommisjoneringen av DR3, Hot Cell-anlegget og Teknologihallen. Det har ikke vært ulykker ved anleggene på Risø hverken før eller under dekommisjonering. Det er ifølge DD ingen risiko for stråleskader på de omkringliggende områdene /D288/. DD har i møte oppgitt at det ved friklassing av en del av området etter en kost/nytt-vurdering aksepteres at enkelte strukturer blir gjenværende i grunnen mot at det legges restriksjoner på fremtidig bruk.

I Danmark er det gjennomført en kortere studie på ulike strategier for dekommisjoneringen. De har sett på mulighetene for utsettelse, museum og forsegling. I Danmark ble det valgt umiddelbar demontering som strategi fordi halveringstiden på avfallet er så lang at kvalifisert personale er pensjonert eller forlatt Risø innen man kan ha oppnådd en reell reduksjon av strålingsnivået. Det hevdes at potensielle stråledoser til arbeiderene i stor grad kan unngås med bruk av fjernstyrte roboter, og dette utstyret må benyttes ved utsatt dekommisjonering uansett. Strategien er ikke forenlig med prinsippet om man ikke skal påføre fremtidige generasjoner byrder. Det er også dyrt å opprettholde et kontrollregime i perioden man venter på henfall av radioaktiv stråling. Det fremgår av kostnadsestimatene til DD at kostnadsbesparelsene er små ved å vente 40 år med å dekommisjonere /D303/. Museum er heller ikke valgt som en slutttilstand fordi kostnaden ved å innrette og drifte et museum er høy. Innkapsling av de nukleære anleggene er ikke valgt fordi tillatelse fra de Danske myndigheter krever detaljerte analyser av stråledosene til befolkningen. Deres hovedkonklusjon er at det mest hensiktsmessige alternativet er å omgjøre området til «green field». Slik de har definert dette er at alle de nukleære anlegg skal friklasses men ikke rives ved mindre dette er nødvendig for å friklasse bygningene /D281/.

## 4.3 Nivåer og strategier for dekommisjonering i Norge

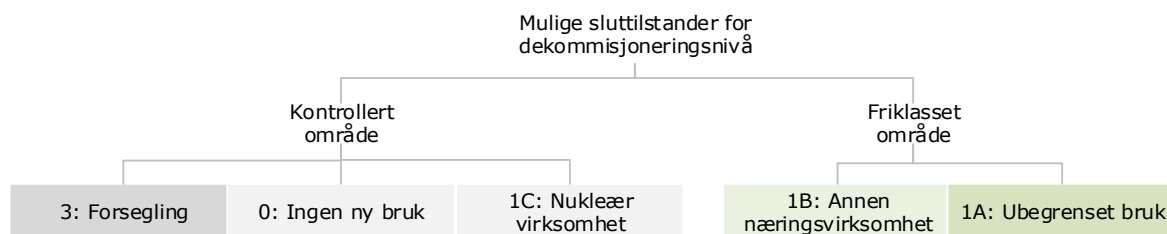
Ved dekommisjonering kan omfanget av tiltak strekke seg fra to ytterpunkter innen rammen av en forsvarlig dekommisjonering: Det ene er at man kun gjør det som strengt tatt er nødvendig og begrenset etterbruk av arealer, og det andre er at så godt som alle spor etter den nukleære aktiviteten fjernes. Det er i realiteten flere mellomvarianter mellom disse. I KVUen er det definert fire alternative slutttilstander i tillegg til et nullalternativ. Dette er basert på IAEAs definisjoner som beskrevet i kapittel 4.1.

Alternativene er definert til de ulike slutttilstandene etter strategien 1: Umiddelbar demontering med ulike nivåer A, B og C. Strategien 3:Forsegling vil gi en annen slutttilstand og er definert som et eget



alternativ. Strategi 2: Utsatt demontering er behandlet i sensitivitetsanalysen som alternativ 2A, 2B og 2C.

Figur 4-3 gir en oversikt over alternativene som inngår i analysen.



**Figur 4-3 Mulige dekommisjoneringsnivåer (slutttilstand)**

Alternativene er navngitt etter mulig bruk av området etter at dekommisjeringen er ferdig og representerer ulike omfang av tiltak. For alternativ *0: Ingen ny bruk*, alternativ *3: Forsegling*, og *1C: Nukleær virksomhet* forblir områdene under strålevernmyndighetenes kontroll. En forsegling vil innebære en full båndleggelse av området og utelukker i likhet med referansealternativet all bruk.

*0: Ingen ny bruk* er referansealternativet for analysen og nærmest en videreføring av situasjonen etter nedstengning. Alternativet illustrerer hva som skjer hvis man «ikke gjør noen ting». Alternativet *1C: Nukleær virksomhet* anses som et noe mer realistisk alternativ. Dette bygger på IAEAs Stage 3. Der vil man gjøre en større grad av tiltak slik at de fleste bygningene kan benyttes til nukleære aktiviteter med en fortsatt regulering av tilgang og bruk for at enkeltpersoner ikke skal overstige dosegrenser for yrkesutsatte. Dette innebærer at lagring av brukt brensel, behandling av radioaktivt avfall eller annen nukleær aktivitet kan foregå på tomten og i bygningene.

Friklassing innebærer at områdene fritas fra strålevernmyndighetenes kontroll. For at dette skal kunne gjøres må anlegg og område være dekontaminert til et nivå der den teoretiske radiologiske konsekvensen antas å være forsvinnende liten. Det innebærer altså at eventuelle resterende strålingsnivåer skal være innenfor grenseverdiene. Friklassing vil gjennomføres for to ulike slutttilstander; der *1B: Annen næringsvirksomhet* representerer et minimumsnivå som tilfredsstillende myndighetenes friklassingskrav men som legger opp til minst mulig omfattende tiltak. Dette tilsvarer Stage 2 i IAEAs definisjon. Et eksempel fra Danmark viser at ved friklassing av et område aksepteres at enkelte strukturer blir gjenværende i grunnen mot at det legges restriksjoner på fremtidig bruk. Det foreligger ingen uttalt praksis om dette i Norge, men det anses en teknisk mulighet. *1A: Ubegrenset bruk* representerer full fjerning av alle bygninger knyttet til reaktorvirksomheten, alle forurensede masser samt tilrettelegging til grøntarealer. Dette tilsvarer IAEAs definisjon av Stage 1. Dette vil gi en økt trygghet for at all skadelig stråling er fjernet, men til en høyere kostnad. De tre nivåene av dekommisjering 1A, B og C bygger på tre ulike nivåer for dekommisjering som definert av IAEA /D394/ og er beskrevet i kapittel 1.1. *1A: Ubegrenset bruk* ligner det som ofte kalles «greenfield» og *1B* ligner det som ofte kalles «brownfield» - friklassing med restriksjoner på bruk.

Alternativene er nærmere beskrevet i kapittel 4.6 Beskrivelse av alternativene.

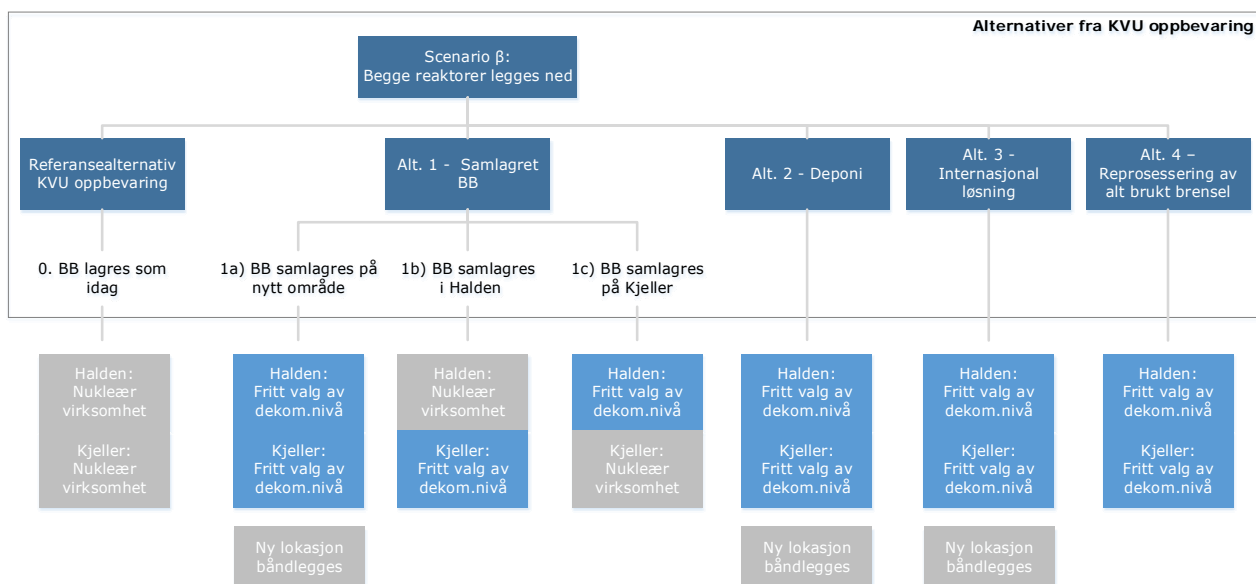
## 4.4 Beslutning om brukt brensel påvirker anbefaling om nivå for dekommisjering

Lagrene for brukt brensel ligger i dag på IFEs område på Kjeller og i Halden. Det er per dags dato ikke tatt noen beslutning om strategi for oppbevaring av brukt brensel i Norge. Beslutningen vil legge føringer på lokasjon for lagring av brukt brensel, og dermed nivå for dekommisjeringen.

Dersom lagrene for brukt brensel blir liggende på tomten, vil det båndlegge bruken til nukleær virksomhet med lager for brukt brensel og dermed innsnevre mulighetsrommet. Da vil alternativet 1C:Nukleær virksomhet være det eneste mulige, og vil basere seg på å etablere og drifte lager for brukt brensel på området. Gitt at brukt brensel er flyttet fra områdene Kjeller og Halden gir denne KVUen en rangering av dekommisjoneringsnivå.

I KVU for Oppbevaring gis en totalvurdering av konsekvenser ved ulike strategier for oppbevaring av brukt brensel og dermed en anbefaling for hvor brukt brensel bør oppbevares. Konsept og kostnader fra dekommisjoneringsberegningene inngår i beregning av de ulike alternativene i KVU for Oppbevaring.

Figur 4-4 viser ulike alternative strategier for oppbevaring av brukt brensel (øverst), og hvilke muligheter dette gir for dekommisjoneringsnivå for de to lokasjonene Kjeller og Halden (nederst). De grå boksene representerer at lager for brukt brensel legges på området, som da båndlegges til nukleær virksomhet. De lyseblå boksene representerer at brukt brensel er fjernet og at man får frie valgmuligheter for dekommisjoneringsnivå.



**Figur 4-4 Mulighetsrom for dekommisjoneringsnivå gitt ulike alternativer for oppbevaring av brukt brensel (BB) som beregnes i KVU for Oppbevaring.**

Referansealternativet som benyttes i KVU for Oppbevaring er at lagrene beholdes som i dag (med tiltak for stabilisering), det vil si fortsatt lagring på Kjeller og i Halden. Dette er vist helt til venstre i Figur 4-4. Ved valg av samlagring på ny lokasjon, deponi, internasjonal løsning eller reprosessering av alt brukt brensel vil man fritt kunne velge dekommisjoneringsnivå for slutttilstand for begge områdene. Ved valg av deponi eller internasjonal løsning vil det dog være behov for en provisorisk løsning inntil man når endelig slutttilstand, og beliggenhet for dette er usikkert. I det tilfellet kan man tenke seg at det er en løsning å samlokalisere anlegg for provisorisk oppbevaring av BB før deponering (i Norge eller et annet land) med deponi for annet radioaktivt avfall. Da kan lagerhallen for BB frigis til annet radioaktivt avfall etter at BB er sendt til deponiet. Dette vil kunne være gunstig sammenlignet med å bygge provisoriske lagerbygg på Kjeller eller i Halden.

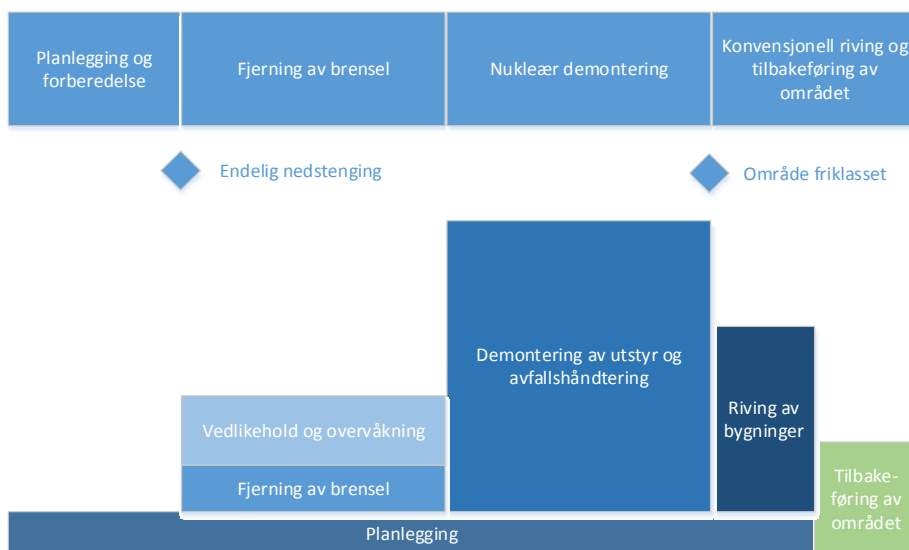
1C:Nukleær virksomhet i scenarioet uten BB vil da basere seg på mulighet for å drifte radavfallsanlegg, men ikke lager for BB.

## 4.5 Alternativer som ikke er inkludert i analysen

En forsegling av Haldenreaktoren vil ikke la seg gjennomføre innenfor de krav for forsvarlig oppbevaring som stilles gjennom norsk lovverk. I Halden lekker det i dag ca. 25 m<sup>3</sup> vann pr døgn inn i reaktorhallen /D163/. I dag benyttes pumpeanlegg døgkontinuerlig. Ved en forsegling vil det fort fylles opp med vann i reaktorhallen. Det er foreløpig lite konkluderende forskning på betong og eventuell nedbrytning av ulike typer betong over 50-100 år. Det er en risiko for at vannet som lekker inn i fjellhallen kan bli kontaminert og lekke videre ut i grunnen. Derfor må en del eksisterende driftssystemer (pumper, strøm, mm) fortsatt være i drift etter at reaktoren er nedstengt for at løsningen skal tilfredsstillende norsk lovverk. Dette er ikke forenlig med forsegling som alternativ, en fortsatt drift av systemene vil ligne mer på alternativet «1C:Nukleær virksomhet». Forsegling i Halden vil ikke inkluderes i den videre analysen.

## 4.6 Beskrivelse av alternativer som er inkludert i analysen

Ofte vil den totale dekommisjoneringen organiseres som et program, med et prosjekt for hvert anlegg. Et dekommisjoneringsprogram består vanligvis av fire faser; en forberedelsesfase, en fase hvor brensel tas ut av reaktoren, en nukleær demonteringsfase og en konvensjonell rivingsfase. Figur 4-5 viser en oversikt over fasene i et typisk dekommisjoneringsprosjekt.



**Figur 4-5. Skematisk bilde over et typisk dekommisjoneringsprogram (se Task 4).**

Alle alternativer inkluderer planleggingsfasen og fasen hvor brensel tas ut av reaktoren. Deretter gjennomføres det ulik grad av opprydding. I dette avsnittet beskrives innholdet i de ulike alternativene og hva som ligger til grunn for utforming av disse, både for Halden og Kjeller.

Tre forskjellige avfallsstrategier for håndtering av radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen er vurdert i Task 3 Management of radioactive and potentially radioactive materials, Vedlegg 3. Avfallsstrategien off-site resirkulering er lagt til grunn i samtlige alternativer hvor det genereres radioaktivt avfall. Begrunnelsen for det er at denne fremstår som det billigste alternativet gitt at de to lokasjonene ikke dekommisjoneres samtidig. Ved stordriftsfordeler er det usikkert om det å etablere resirkuleringsanlegg på en av lokasjonene vil kunne konkurrere med off-site resirkulering.

Vedlegg 6 viser kart over områdene og skisserer hvilken slutttilstand de ulike bygningene vil ha i de enkelte alternativene. Estimaten baserer seg på deler av kostnadsberegninger gjennomført av Westinghouse i Vedlegg 4, men mange tilpasninger er gjort for å justere estimatene til alternativene og for å justere til norske forhold, se Vedlegg 9.

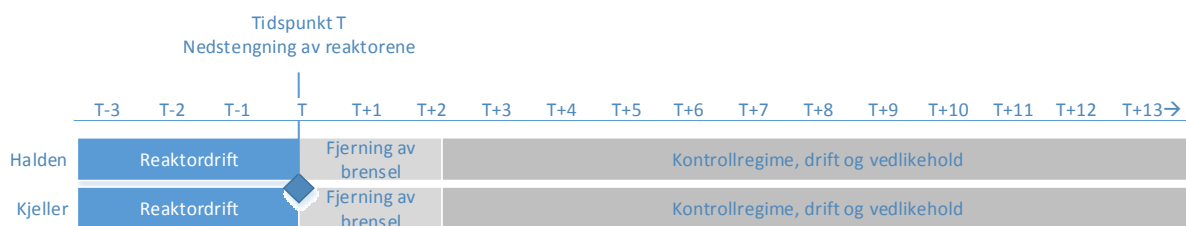
Alle alternativene inkluderer kostnader til tørking, pakking og transport av brukt brensel fra lageret på Kjeller og i Halden. Beholdere for BB samt kostnader og virkninger knyttet til oppbevaring av bruktbrensel er dekket i KVV for Oppbevaring og varierer sterkt i de ulike strategiene som beregnes der.

#### 4.6.1 0:Ingen ny bruk – referansealternativet

Referansealternativet i analysen skal være en naturlig videreføring av dagens situasjon. I dette prosjektet vil dagens situasjon være endret – det er tatt en beslutning om nedstengning av reaktorene. Referansealternativet baserer seg på scenarioene der brukt brensel er fjernet fra området som vist i Figur 4-4.

Alternativet 0:Ingen ny bruk er teknisk realiserbart, men i praksis ikke et veldig realistisk alternativ. I realiteten representerer alternativet en utsettelse av beslutningen og er en beskrivelse av konsekvensen ved «å ikke gjøre noen ting» - et «nullalternativ».

Referansealternativet antar at reaktorene er nedstengt. Brensel må fjernes fra reaktorene for å få en stabil og forsvarlig situasjon. Dette inkluderer drenering av kretser mm. Før brenselet kan overføres til ny lokasjon må det kjøles ned og aktivitetsinnholdet for kortlivede fisjonsprodukter må reduseres /D352/. Disse tiltakene gjennomføres i dekommisjoneringsfasen «fjerning av brensel». I denne fasen er det også inkludert kostnader til tørking, pakking og transport fra lagrene for brukt brensel på Kjeller og i Halden. Deretter vil anleggene driftes og vedlikeholdes for å opprettholde en forsvarlig situasjon. Figur 4-6 viser en tidslinje for hvordan tiltakene er lagt inn i estimeringsmodellen.



Figur 4-6 Tidslinje for tiltak i 0:Ingen ny bruk slik den er lagt i estimatet

Områdene i Halden og på Kjeller vil i hovedsak beholde samme karakteristikk som i dag. Det vil være tilsvarende bruksmuligheter for området som i dag, men uten lager for brukt brensel og uten reaktordrift. Bygninger og fasiliteter som er knyttet til reaktordriften vil ikke kunne benyttes til andre ikke-nukleære formål. Utslipp og stråling fra anleggene antas totalt sett å være som det er i dag initielt, og deretter avta over tid. Et kontrollregime i form av overvåking, drift og vedlikehold vil være nødvendig for å ivareta sikkerhet knyttet til strålingseffekter på mennesker, dyr og natur.

##### 0:Ingen ny bruk i Halden

Mesteparten av den virksomheten som IFE har i Halden i dag er direkte knyttet til reaktoren /D296/. Dette alternativet innebærer at ingen ny virksomhet etableres på området. Det eneste dekommisjoneringstiltaket som gjennomføres er fjerning av brensel og sikring av anlegget.

##### 0:Ingen ny bruk på Kjeller

I dette alternativet er det lagt til grunn at radavfallsanlegget fortsatt er i drift på Kjeller. Det eneste dekommisjoneringstiltaket som gjennomføres er fjerning av brensel og sikring av anlegget

#### 4.6.2 1C:Nukleær virksomhet

Dersom det besluttes å benytte områdene til annen nukleær virksomhet er det sannsynlig at man vil ønske å gjøre enkelte tiltak for å kunne benytte bygninger og anlegg heller enn å la det ligge brakk, slik

det er skissert i alternativ 0: Ingen ny bruk. Alternativet 1C: Nukleær virksomhet beskriver et slikt alternativ og antar et noe større omfang av tiltak.

Alternativet 1C bygger på IAEAs definisjon av stage 3: "Conversion of the site and the remaining structures into another facility which is licensed under the nuclear legislation (as a new facility or by joining it into an existing neighbouring facility) without radiological clearance." /D394/

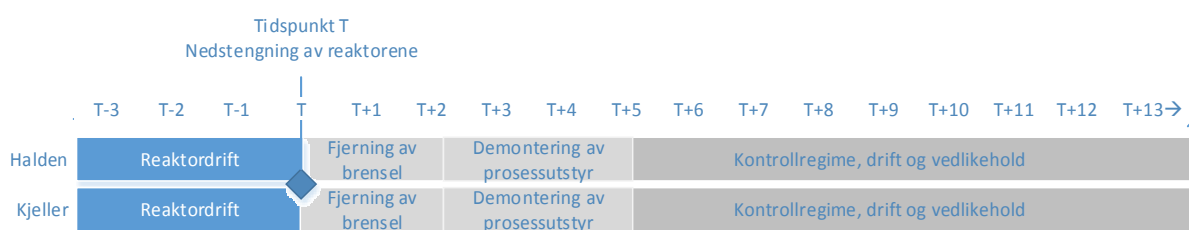
Alternativet innebærer at annen nukleær virksomhet etableres på området i Halden og på Kjeller. Det er usikkerhet knyttet til type virksomhet man vil ønske å etablere og omkring hvilke bygninger som vil benyttes. I hovedscenariot legges til grunn at det eksisterende radavfallsanlegget på Kjeller vil videreføres i sin nåværende form som nasjonalt radavfallsanlegg. Det er ikke lagt inn kostnader for å etablere et nytt radavfallsanlegg.

I scenariot der brukt brensel ikke skal fjernes fra områdene ligger kan dette innebære at lager for brukt brensel videreføres som i dag på begge lokasjonene eller at det etableres et nytt samlager på en av lokasjonene.

Det er lagt til grunn at prosessutstyret fjernes, men det gjøres ingen større tiltak for friklassing av bygninger eller områder. Etter at reaktoren er stengt vil brensel tas ut av reaktoren. Før brenselet kan overføres til ny lokasjon må det kjøles ned og aktivitetsinnholdet for kortlivede fisjonsprodukter må reduseres /D352/. Kostnader knyttet til tørking, pakking og transport av brukt brensel til ny lokasjon er inkludert mens kostnader for beholdere og lagring er dekket i KVV for Oppbevaring. Disse tiltakene gjennomføres i dekommisjoneringsfasen «fjerning av brensel», vist i Figur 4-7.

Enkelte andre tiltak gjennomføres i fasen demontering av prosessutstyr for å få en stabil og forsvarlig situasjon. Prosessutstyr fjernes og enkelte anlegg som er lite kontaminert vil kunne friklasseres etter mindre tiltak for å kunne frigjøres til annen bruk. Deretter vil anleggene driftes og vedlikeholdes. Alternativet innebærer at områdene fortsatt vil være under myndighetenes kontroll og en del av anleggene kan benyttes til annen nukleær aktivitet.

Figur 4-7 viser en tidslinje for hvordan tiltakene er lagt inn i estimeringsmodellen.



**Figur 4-7 Tidslinje for tiltak i 1C: Nukleær virksomhet slik den er lagt i estimatet**

Det vil fortsatt være stråling fra anlegg og bygninger på området. Utslipp og stråling fra anleggene antas totalt sett å være noe lavere enn det er i dag. Det er antatt at stråling fra gjenværende grunn og bygningsmasse vil kunne overstige 1 mSv/år. Avsperring, tilgang og opphold i ulike deler av anleggene reguleres i henhold til gjeldende forskrifter.

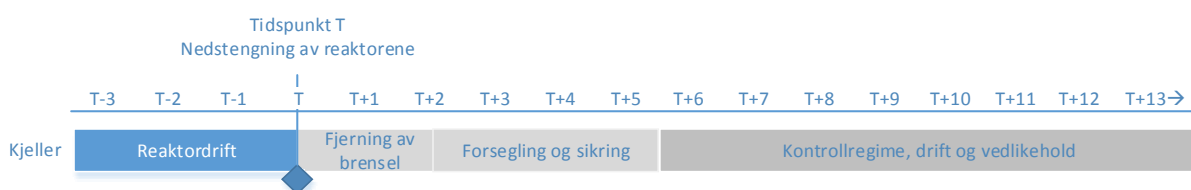
### 4.6.3 3: Forsegling

Forsegling innebærer at hele eller deler av et anlegg (det radioaktive materialet) omslutes av et strukturelt langlivet material. En forsegling vil kunne sammenlignes med et irreversibelt overflatedeponi for lav- og mellomaktivt avfall. Området forblir dermed under myndighetenes kontroll. Det er antatt at det gjennomføres omfattende sikkerhetsanalyser på samme måte som for et deponi. Analysene skal beskrive alle sikkerhetsmessige forhold ved plasseringen som for eksempel hydrologiske og geologiske

forhold /D281/. Forsegling er bare en teknisk mulighet dersom hydrologiske og geologiske forhold tillater dette.

Etter at reaktoren er stengt vil brensel tas ut av reaktoren. Før brenselet kan overføres til ny lokasjon må det kjøles ned og aktivitetssinnholdet for kortlivede fisjonsprodukter må reduseres /D352/. Kostnader knyttet til tørking, pakking og transport av brukt brensel til ny lokasjon er inkludert mens kostnader for beholdere og lagring er dekket i KVV for Oppbevaring. Disse tiltakene gjennomføres i dekommisjoneringsfasen «fjerning av brensel», vist i Figur 4-8.

I etterfølgende fase gjøres det tiltak for forsegling og sikring. Figur 4-8 viser en tidslinje for hvordan tiltakene er lagt inn i estimeringsmodellen.



**Figur 4-8 Tidslinje for tiltak i 3: Forsegling slik den er lagt i estimatet**

Det antas samme strålingsnivå som i dag initielt, og avtagende over tid. Forseglingen gir mindre mulighet for tilkomst og kontroll.

IAEA anser ikke forsegling å være et gangbart alternativ med mindre spesielle omstendighetene tilsier det – for eksempel at det har vært en ulykke og det er det tryggeste alternativet: "Entombment, in which all or part of the facility is encased in a structurally long lived material, is not considered a decommissioning strategy and is not an option in case of planned permanent shutdown. It may be a solution only under exceptional circumstances (e.g. following a severe accident) for an existing facility." /D291/. Til tross for dette har det vært brukt som en strategi internasjonalt. Totalt finnes seks lokasjoner der forsegling er valgt som strategi i EU – fire i UK og to i Tyskland. Dette er gamle anlegg og det antas som lite sannsynlig at samme strategi ville blitt valgt i dag /D404/. I sin oppdaterte guideline /D291/ vil IAEA ta ut Forsegling som mulig strategi.

### Forsegling i Halden

Ikke aktuell løsning i Halden, se kapittel 4.4. Ved en minimunsløsning hvor hensyn til vanngjennomstrømning hensyntas vil dette alternativet være det samme som alternativ 0: Ingen ny bruk.

### Forsegling på Kjeller

Alternativet innebærer at anleggene med størst risiko for høy kontamineringsgrad forsegles i påvente av henfall. Jeep II, Met.Lab. II, radavfallsanlegget, Jeep I stavbrønn og topplokksbygningen (se kart i Vedlegg 6) samt kjelleren i JEEP I vil forsegles mens øvrige bygninger saneres, kontrollmåles og friklases. Samtlige bygninger vil stå igjen og kontaminert grunn vil ikke fjernes. Et radavfallsanlegg bygges og driftes på annen lokasjon.

Ved en forsegling er det antatt at stråling fra gjenværende grunn og bygningsmasse vil overstige 1 mSv/år.

Området som er berørt av reaktordrift i dag vil være under myndighetenes kontroll mens resterende område er fristilt. Av den grunn vil det kontrollerte områdets grenser kunne flyttes, det nye kontrollerte området må være avgrenset av et solid gjerde og adgangen skal være kontrollert av en vakt. I tillegg til



overvåking vil det vil være behov for et kontrollregime i form av måling og miljøkontroll, rapportering til myndigheter og kunnskapsoverføring.

Alternativet vil minimere mengden radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen og dermed beslaglegge mindre plass på et lager på en annen lokasjon.

#### 4.6.4 1B:Annen næringsvirksomhet

Alternativet 1B bygger på IAEAs definisjon av stage 2: "Clearance of the site and the remaining structures (buildings, systems) for another commercial use without radiological supervision." /D394/

Etter at reaktoren er stengt vil brensel tas ut av reaktoren. Før brenselet kan overføres til ny lokasjon må det kjøles ned og aktivitetsinnholdet for kortlivede fisjonsprodukter må reduseres /D352/. Kostnader knyttet til tørking, pakking og transport av brukt brensel til ny lokasjon er inkludert mens kostnader for beholdere og lagring er dekket i KVU for Oppbevaring. Disse tiltakene gjennomføres i dekommisjoneringsfasen «fjerning av brensel», vist i Figur 4-9. Brukt brensel må være flyttet til ny lokasjon for at området skal kunne fritas fra myndighetenes kontroll.

I alternativet gjennomføres dekommisjoneringstiltak slik at området klargjøres og frigjøres til bruk tilsvarende regulering for «lett industri». Alternativet baserer seg på at man gjør så lite som mulig men nok til at området kan friklasseres - fristilles fra myndighetenes kontroll, men det vil trolig ligge enkelte restriksjoner på bruk av området. Så mye som mulig av bygningsmassen vil bli værende etter en dekontaminering og friklassing. Ved rivning vil bygningene rives til en meter under bakken og det fylles igjen med ikke-kontaminerte masser.

Kontaminerte masser som er over grenseverdiene satt av norske myndigheter vil fjernes når eller hvis de oppdages. Radavfallsanlegg bygges og driftes på annen lokasjon. Figur 4-9 viser en tidslinje for hvordan tiltakene er lagt inn i estimeringsmodellen.



Figur 4-9 Tidslinje for tiltak i 1B:Annen næringsvirksomhet slik den er lagt i estimatet

Denne er liknende alternativ 1A, som inneholder de samme fasene men med en noe mer omfattende siste fase.

Det antas at tiltakene vil føre til at strålingsdosen i området vil være under 1 mSv/år og mindre enn 0,3 µSv/h utover bakgrunnsstrålingen i hvert punkt. Det antas da akseptabel risiko for at det ikke er skadelig stråling igjen på området.

#### Annen næringsvirksomhet i Halden- tiltak på spesifikke bygninger

På reaktortomten i Tistedalsgata 20 vil reaktorbygningen, lagertunnelen, metallurgisk lab, bunkerbygningen, avfallsbehandlings rom samt vaskerom saneres og kontrollmåles før friklassing. For øvrige bygninger i Tistedalsgata 20 og for Brenselinstrumentverkstedet i Os Allé 5 antas det at det er nok å utføre kontroll og eventuelle mindre dekontamineringstiltak for å kunne friklasse (se kart i Vedlegg 6).

## Annen næringsvirksomhet på Kjeller - tiltak på spesifikke bygninger

Bygningene som rives til en meter under grunnen er Jeep II, Met.Lab. II, radavfallsanlegget, Jeep I stavbrønn og topplokksbygningen (se kart Vedlegg 6). Etter dekontaminering av disse anleggene forventes lite bygningsmasse å stå igjen. En dekommisjonering av dem innebærer derfor i prinsippet riving av disse anleggene. Det antas for de resterende bygningene at det er nok å utføre kontroll og eventuelt mindre dekontamineringstiltak for å kunne friklasse dem.

### 4.6.5 1A: Ubegrenset bruk

Alternativet 1A bygger på IAEAs definisjon av stage 1: "Clearance of the site for unrestricted reuse without radiological supervision after total removal of the facility". /D394/

Etter at reaktoren er stengt vil brensel tas ut av reaktoren. Før brenselet kan overføres til ny lokasjon må det kjøles ned og aktivitetsinnholdet for kortlivede fisjonsprodukter må reduseres /D352/. Kostnader knyttet til tørking, pakking og transport av brukt brensel til ny lokasjon er inkludert mens kostnader for beholdere og lagring er dekket i KVV for Oppbevaring. Disse tiltakene gjennomføres i dekommisjoneringsfasen «fjerning av brensel», vist i Figur 4-10. Brukt brensel må være flyttet til ny lokasjon for at området skal kunne fritas fra myndighetenes kontroll.

Alternativet innebærer i likhet med 1B: Annen næringsvirksomhet en friklassing av området til annen bruk, men går enda lenger i fjerning av materiale og grunn slik at området kan frigjøres til ubegrenset bruk uten restriksjoner. Det innebærer at bygningene rives helt (inkludert kjelleren). Det gjøres omfattende søk i grunnen og all kontaminert grunn eller mulig kontaminert grunn fjernes. Området kan da benyttes fritt, også for eksempel til boligformål. Radavfallsanlegg bygges og driftes på annen lokasjon. Figur 4-10 viser en tidslinje for hvordan tiltakene er lagt inn i estimeringsmodellen.



Figur 4-10 Tidslinje for tiltak i 1A: Ubegrenset bruk slik den er lagt i estimatet

Denne er liknende alternativ 1B, som inneholder de samme fasene men med en noe mindre omfattende siste fase. Det er større sikkerhet enn ved 1B: Annen næringsvirksomhet omkring at strålingen i området er akseptabel, det vil si under 1 mSv/år og mindre enn 0,3 µSv/h utover bakgrunnsstrålingen.

### Ubegrenset bruk i Halden- tiltak på spesifikke bygninger

På reaktortomten i Tistedalsgata 20 vil reaktorbygningen, lagertunnelen, metallurgisk lab, bunkerbygningen, avfallsbehandlings rom samt vaskerom saneres og kontrollmåles før friklassing. Til forskjell fra i 1B vil disse bygningene i dette alternativet også rives og fjernes. Fronten av reaktorbygningen vil rives og det vil oppstå hulrom i fjellhallene for reaktorbygningen og lagertunnelen. Disse hulrommene kan fylles igjen med friklasset betong (ikke kontaminert materiale) fra de andre byggene. Øvrige bygninger vil behandles som i 1B – kontrolleres, deretter eventuelt dekontamineres og friklasseres (se kart i Vedlegg 6).

## Ubegrenset bruk på Kjeller- tiltak på spesifikke bygninger

Bygningene som i 1B rives til en meter under grunnen vil i alternativ 1A fjernes totalt. Dette gjelder Jeep II, Met.Lab. II, radavfallsanlegget, Jeep I stavbrønn og topplokksbygningen (se kart i Vedlegg 6). Etter dekontaminering av disse anleggene forventes lite bygningsmasse å stå igjen. En dekommisjonering av dem innebærer derfor i prinsippet riving av disse anleggene. Det antas for de resterende bygningene at det er nok å utføre kontroll og eventuelt mindre dekontamineringstiltak for å kunne friklasse dem.

## 4.7 Optimering av alternativene – avfallsstrategier

Task-rapportene bygger på egne vurderinger om gjennomføring basert på anleggenes tilstand og kalkulerte mengder av ulike typer materialer. Task 1-rapporten Characterisation, categorisation and inventory (Vedlegg 1) presenterer en vurdering av avfallet som er beregnet å komme fra dekommisjonering<sup>7</sup> av de norske nukleære anleggene og gir en oversikt over materialtyper, mengder og kontaminasjonsnivåer. Disse dataene utgjør grunnlaget for vurdering av avfallshåndtering i Task 3 Management of radioactive and potentially radioactive materials (Vedlegg 3). Task 3-rapporten evaluerer dataene for å kunne vurdere kostnadene assosiert med tre hovedstrategier for avfallshåndtering;

- a) Direkte fjerning, som hovedsakelig involverer direktetransport til Halden.
- b) Resirkulering utenfor anlegg, som betyr avfallshåndtering i et ytre anlegg.
- c) Resirkulering på anlegg, som betyr avfallshåndtering i Halden, henholdsvis Kjeller.

Videre er denne informasjonen grunnlag for kostnadsberegningene i Task 4 Decommissioning program and cost estimate (Vedlegg 4).

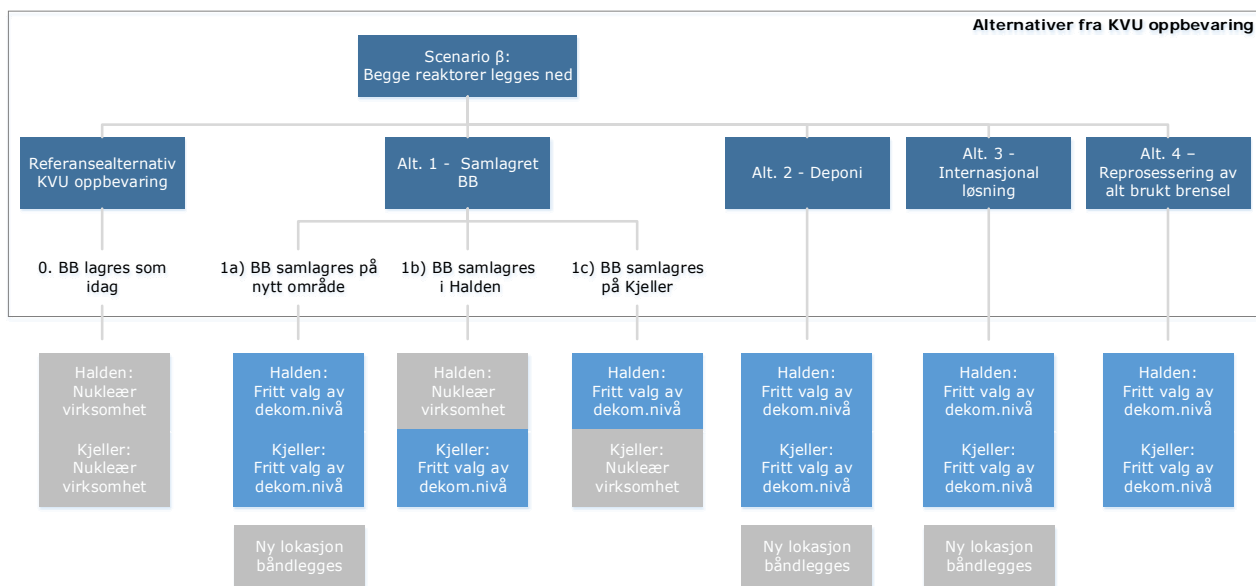
Valg av a) direkte fjerning av avfall fremfor b) full resirkulering utenfor anlegg utgjør en kostnadsøkning på 31 MNOK på Kjeller og 38 MNOK i Halden. Valg av c) full resirkulering på anlegg – det vil si å gjøre så mye som man kan gjøre lokalt - fremfor b) full resirkulering utenfor anlegg utgjør en økning på 30 MNOK på Kjeller og 55 MNOK i Halden. Strategien b) Resirkulering utenfor anlegg fremstår som den mest kostnadseffektive løsningen. Den vil i tillegg ha mest positive miljøeffekter gjennom en reduksjon av avfallsmengden. I KVUen er avfallsstrategien b) lagt til grunn i alle alternativene.

<sup>7</sup> Legg merke til at dekommisjoneringsavfall inkluderer ikke f.eks. utbrent brensel, som er betraktet som driftsavfall. Alt driftsavfall er antatt fjernet før dekommisjoneringsarbeidet begynner. Utbrent brensel er videre studert i f.eks. [Nordlinder, 2014].

## 5 ALTERNATIVANALYSE

Alternativanalysen er gjennomført som en separat analyse for hvert av de to anleggene. En rangering av alternativene etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet er med på å danne det faglige grunnlaget for anbefaling om hvilket nivå for dekommisjonering som bør velges for hvert av anleggene ved en nedstengning av reaktorene.

Hvilke muligheter man har for valg av dekommisjoneringsnivå påvirkes av om brukt brensel skal ligge lagret på områdene eller ikke. Områdene kan ikke frigjøres til ny bruk (friklassing) uten at det brukte brenselet flyttes. Hvorvidt brukt brensel bør lagres på områdene eller ikke er del av en større beslutning om oppbevaring av bruktbrensel som utredes i KVV for Oppbevaring. Figuren nedenfor viser ulike alternative strategier for oppbevaring av brukt brensel (øverst), og hvilke muligheter dette gir for dekommisjoneringsnivå (nederst). De grå boksene representerer at lager for brukt brensel legges på området, som da båndlegges til nukleær virksomhet. De lyseblå boksene representerer at brukt brensel er fjernet og at man får frie valgmuligheter for dekommisjoneringsnivå.



**Figur 5-1 Alternative løsninger for dekommisjoneringsnivå gitt ulike alternativer for oppbevaring av brukt brensel (BB).**

Kostnadene og vurderingene fra KVV dekommisjonering inngår i beregning av de ulike alternativene. I KVV for Oppbevaring gis det en totalvurdering av konsekvenser ved ulike strategier for oppbevaring av brukt brensel.<sup>8</sup> KVV for Oppbevaring konkluderer med at den samfunnsøkonomisk mest lønnsomme løsningen er reprosessering. Dette ville gi mulighet til fritt å velge dekommisjoneringsnivå i Halden og på Kjeller. Dersom dette ikke er en akseptabel løsning er samlagring i Norge neste alternativ i rangeringen. Der blir det et valg om man skal lagre brukt brensel på Kjeller, i Halden eller på annen lokasjon.

Analysen er gjennomført i henhold til Finansdepartementets veileder fra 2005 /D304/ sammen med rundskriv R-109/14 /D341/ og NOU 2012:16.

I dette kapitlet presenteres alle tall og vurderinger som relative størrelser sammenlignet med referansealternativet der ingen dekommisjoneringstiltak gjennomføres. Kapitlet starter med en oppsummering av konklusjonene fra analysen før detaljene i den samfunnsøkonomiske analysen gjennomgås.

<sup>8</sup> Kostnadene og vurderingene fra KVV dekommisjonering inngår i beregning av de ulike alternativene i KVV for oppbevaring.

## 5.1 Konklusjon og anbefaling

Dette kapittelet oppsummerer og diskuterer konklusjoner for den samfunnsøkonomiske analysen, og trekker frem enkelte relevante hovedkonklusjoner fra KVV for Oppbevaring.

### Anbefalt dekommisjoneringsnivå dersom brukt brensel flyttes til annen lokasjon

Analysen viser at dersom brukt brensel flyttes bort fra dagens lokasjon bør områdene friklasses til annen bruk. Alternativ 1A: Ubegrenset bruk og alternativ 1B: Annoløen næringsvirksomhet fremstår som mest samfunnsøkonomisk lønnsomt - både for Halden og Kjeller. Dette skyldes at kontrollregimet med lisens for drift avvikles, og man sparer drifts- og vedlikeholdskostnader over en lang tidsperiode. I referansealternativet, der radioaktivt materiale ikke fjernes fra områdene, er det lagt til grunn at man må beholde noe drift og vedlikehold, samt ha et kontrollregime. Samlet gir det en årlig kostnad på ca. 10 MNOK<sup>9</sup>. Kostnader for håndtering av brukt brensel er likt for alle alternativene og dermed ikke inkludert i tabellen. Resultatene for Halden vises i Tabell 5-1.

**Tabell 5-1 Oversikt over samfunnsøkonomiske virkninger - Halden. (Kostnadene vises i nåverdi og relativt til referansealternativet. En negativ verdi representerer derfor en besparelse sammenlignet med referansealternativet.)**

HALDEN	Kontrollert område 1C:Nukleær virksomhet	Friklasset område 1B:Annen nærings- virksomhet	1A:Ubegrenset bruk
<b>Netto tallfestet samfunns-øk. kostnad (NPV)</b>	<b>312</b>	<b>-84</b>	<b>-54</b>
Dekommisjonering og prosjektgjennomføring	234	303	315
Håndtering av RAD	30	38	51
Fremskyndet investering RAD	26	30	30
Overvåkning, drift og vedlikehold	-28	-442	-442
Skattefinansierings-kostnad	51	-13	-8
<b>Ikke-prissatte virkninger<sup>10</sup></b>			
Frigjøring av areal	Flere muligheter for bruk innen nukleær virksomhet enn alternativ 0.	Ytterligere økning i bruksmuligheter, men begrenset til næringsvirksomhet.	Størst økning i bruksmuligheter. Ingen begrensninger i bruken.
<b>Rangering av alternativene<sup>11</sup></b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabellen viser at det er de to friklassingsalternativene 1B og 1A gir en samfunnsøkonomisk netto besparelse i forhold til referansealternativet på henholdsvis ca. MNOK 80 og MNOK 50.

I tabellen er kun de ikke-prissatte virkningene som kan påvirke rangeringen tatt med. For Halden er dette kun frigjøring av areal. Arealfrigjøringen medfører imidlertid relativt små verdier sammenlignet med kostnadene. Areal som frigjøres i Halden som følge av en friklassing er på ca. 7 mål tomt. Verdien av at tomten båndlegger eventuell fremtidig byutvikling er usikker og kommer trolig et stykke frem i tid.

<sup>9</sup> Estimater har et usikkerhetsspenn fra 4 MNOK til 17 MNOK pr år og pr lokasjon i analysen. Til sammenligning har IFE oppgitt /D245,D246/ at de i dag antar en årlig driftskostnad på omkring 140 MNOK ved full drift av de to reaktorene inkludert lagrene for brukt brensel, og ca. 50 MNOK uten drift av reaktorene. Ved bruk av et høyere estimat for driftskostnader i analysen ville konklusjonene i rapporten forsterkes ytterligere.

<sup>10</sup> I tabellen vises kun de virkningene som benyttes til å skille mellom alternativene

<sup>11</sup> Rangering 1-4 der 1 er best og 4 er dårligst. Referansealternativet vises ikke i tabellen men er nr 3 i rangeringen.

Gitt analysens detaljeringsgrad anses differansen på MNOK 30 mellom alternativ 1A og 1B sammen med usikkerhet i verdien av frigjøring av areal som for liten til å kunne konkludere mellom de to og det anbefales at begge alternativene videreføres til neste fase.

Tilsvarende konklusjon trekkes for Kjeller. De to friklassingsalternativene 1B og 1A gir en samfunnsøkonomisk netto besparelse i forhold til referansealternativet på henholdsvis ca. MNOK 110 og MNOK 50.

Resultater fra Kjeller vises i Tabell 5-2.

**Tabell 5-2 Oversikt over samfunnsøkonomiske virkninger – Kjeller. Kostnadene vises i nåverdi og relativt til referansealternativet. En negativ verdi representerer derfor en besparelse sammenlignet med referansealternativet.**

<b>KJELLER</b>	<b>Kontrollert område</b>		<b>Friklasset område</b>	
	<b>1C:Nukleær virksomhet</b>	<b>3:Forsegling</b>	<b>1B:Annen næringsvirksomhet</b>	<b>1A:Ubegrenset bruk</b>
<b>Netto tallfestet samfunnsøk. kostnad (NPV)</b>	<b>271</b>	<b>308</b>	<b>-112</b>	<b>-54</b>
<i>Dekommisjonering og prosjektgjennomføring</i>	207	91	294	330
<i>Håndtering av RAD</i>	27	0	34	47
<i>Fremskyndet investering RAD</i>	26	0	30	30
<i>Overvåkning, drift og vedlikehold</i>	-28	167	447	-447
<i>Skattefinansieringskostnad</i>	40	50	23	-13
<b>Ikke-prissatte virkninger<sup>12</sup></b>				
<i>Frigjøring av areal</i>	Flere muligheter for bruk innen nukleær-virksomhet enn alternativ 0.	Marginalt mer begrenset enn alt. 0.	Ytterligere økning i bruksmuligheter, men begrenset til næringsvirksomhet.	Størst økning i bruksmuligheter. Ingen begrensninger i bruken.
<i>Eksterne virkninger</i>	Båndlegger ikke nytt areal for radavfallsanlegg	Båndlegger nytt areal for radavfallsanlegg	Båndlegger nytt areal for radavfallsanlegg	Båndlegger nytt areal for radavfallsanlegg
<i>Miljøvirkninger</i>	Uendret slutttilstand, men stråling avtar over tid.	Forurensn. til grunnen kan forverres. Overvåkes men begrenset mulighet for tiltak. Stråling avtar over tid.	Bedret. Lav risiko for forurensning i grunnen.	Bedret. Svært lav risiko for forurensning i grunnen.
<i>Realopsjonsverdi</i>	Fleksibel løsning	Irreversibel, tapt realopsjonsverdi	Fleksibel løsning	Fleksibel løsning
<b>Rangering av alternativene<sup>13</sup></b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

I tabellen er kun de ikke prissatte virkningene som kan påvirke rangeringen tatt med. Dette er i likhet med Halden frigjøring av areal, men denne effekten vil være sterkere da det dreier seg om større arealer, og areal for nytt radavfallsanlegg må også vektas inn. I tillegg vil forseglingsalternativet på Kjeller slå negativt ut for miljøvirkninger og realopsjonsverdi i forhold til de andre alternativene.

Referansealternativet, Alternativ 0: Ingen ny bruk, rangeres som nr. tre før alternativ 1C og alternativ 3 kun basert på de prissatte virkningene. Alternativ 0 er imidlertid kun et utsettelsesalternativ, og verdien

<sup>12</sup> I tabellen vises kun de virkningene som benyttes til å skille mellom alternativene

<sup>13</sup> Rangering 1-5 der 1 er best og 5 er dårligst. Referansealternativet vises ikke i tabellen men er nr 3 i rangeringen.



av å kunne bruke områdene vil oppveie deler av kostnadsdifferansen opp til alternativ 1C på ca. MNOK 310 (Halden) og ca. MNOK 270 (Kjeller). Alternativ 3:Forsegling er det dyreste alternativet, og samtidig det som kommer dårligst ut av sammenligning basert på ikke-prissatte virkninger.

Det er ingen stor konseptuell forskjell mellom 1A og 1B. Hvor omfattende tiltak man bør gjennomføre avhenger av hva slags bruk området er tiltenkt senere. 1A gir en noe høyere kostnad for dekommisjoneringsprosjektet, men alternativet gir mulighet for boligbygging og fri bruk av området. Annen næringsvirksomhet båndlegger arealene til næringsvirksomhet, og legger restriksjoner på fremtidig bruk.

En løsning som f. eks. benyttes i Danmark er et blandingsalternativ som er basert på 1A men der man gjør en kost/nytte-vurdering for enkelte spesielle anlegg eller strukturer. For eksempel kan det å fjerne NALFA-ledningen som i dag blant annet går under Kjeller flyplass være noe man kan vurdere kost/nytte for konkret. Det anbefales at begge alternativene utredes videre i neste fase.

### **Bør brukt brensel fjernes fra områdene Kjeller og Halden ved en nedstenging av reaktorene?**

KVU for Oppbevaring konkluderer med at gitt dekommisjonering av begge anlegg i nær fremtid er repressering den samfunnsøkonomisk mest lønnsomme strategien for oppbevaring av brukt brensel. Avfallet som kommer tilbake fra en repressering er anbefalt oppbevart sammen med annet radioaktivt avfall – dvs. enten ved radavfallsanlegget, i KLDRH Himdalen eller et nytt anlegg for slikt avfall. Dersom kun en av reaktorene stenges ned vil det lønne seg å redusere antallet lokasjoner med drift og dermed etablere lageret på det området som fortsatt skal driftes i overskuelig fremtid. For begge disse tilfellene vil man dermed fritt kunne velge dekommisjoneringsnivå for anlegget som planlegges lagt ned.

Dersom repressering ikke er aktuelt står *Samlager i Norge* igjen som beste strategi for brukt brensel ved en nedstenging av begge reaktorene i nær fremtid. Det er da et spørsmål knyttet til om brukt brensel bør oppbevares på Kjeller, i Halden eller på annen lokasjon. Analysen i KVU for Oppbevaring viser en potensiell besparelse på i størrelsesorden MNOK 250 inklusive dekommisjoneringskostnader ved å benytte Halden eller Kjeller-tomtene til dette formålet. Dette vil da innebære å velge dekommisjoneringsnivå 1C:Annen nukleær virksomhet for det ene anlegget. Den mulige besparelsen er allikevel relativt liten i forhold til usikkerheten i estimatene, og anses ikke som tilstrekkelig for en entydig konklusjon. Ikke prissatte virkninger omkring bruksverdi sammenlignet med mindre sentrumsnære områder må også vurderes ved en slik beslutning. I tillegg er det ikke tatt inn i beregningen hvilken kostnadsbesparelse man kan få for drift ved å samlokalisere et lager for brukt brensel med deponi for annet radioaktivt avfall.

### **Sensitivitetsvurderinger i kostnadsanslagene**

Det er gjort en sensitivitetsvurdering av hvorvidt det kan lønne seg å utsette en dekommisjonering (*Strategi 2 utsatt demontering*), eller om dekommisjoneringen bør starte umiddelbart etter at reaktorene er stengt ned (*Strategi 1 umiddelbar demontering*). Strategi 2 med utsatt demontering vil gi høyere netto samfunnsøkonomisk kostnad gjennom behov for drift og vedlikehold i venteperioden. Eventuelle kostnadsreduksjoner ved radioaktivt henfall vil oppveies av økte kostnader i restaurering av eldre bygg. I tillegg vil gevinstene komme senere ved en utsettelse. Man kan anta tap av nøkkelkompetanse, noe som er spesielt prekært å beholde ved eldre forskningsanlegg. KVU-gruppen anbefaler å tilstrebe en umiddelbar demontering så langt dette er mulig.

Det ligger en stor usikkerhet i driftskostnadene. Det er usikkert hvordan et eventuelt fremtidig kontrollregime vil se ut og hvilke krav som vil stilles til drift og vedlikehold av områdene i alternativene 0, 1C og 3. Ved en reduksjon på 15 % i driftskostnadene vil referansealternativet 0: Ingen ny bruk få en

lavere netto samfunnsøkonomisk kostnad enn friklassingsalternativene – det vil si, friklassingsalternativene vil ikke fremstå som de samfunnsøkonomisk mest gunstige alternativene kun basert på de prissatte virkningene. På Kjeller vil mer enn en halvering av driftskostnadene rangere forsegling høyere enn friklassingsalternativene hvis man kun ser på netto samfunnsøkonomisk kostnad. 1C vil først rangere høyere enn friklassingsalternativene på netto samfunnsøkonomisk kostnad ved en reduksjon i driftskostnadene større enn 75 %. De ikke prissatte virkningene vil allikevel alltid favorisere friklassingsalternativene, og resultatet anses som relativt robust.

Reallønnsveksten som ligger i estimatene i dag antas til 1,6 % på årsbasis, og reallønnsveksten må reduseres til lavere enn 0,7 % på Kjeller og 1 % i Halden for å gi en negativ netto samfunnsøkonomisk kostnad for de friklassede alternativene. Dette kan antas å være innenfor den realistiske delen av spennet. Ingen endringer i reallønnsvekst vil favorisere 1C:Nukleær virksomhet fremfor 1A og 1B.

Rangeringen er ellers robust for endringer i beregningsmetode. Lengre analyseperiode vil ikke påvirke resultatene. Andre diskonteringsrenter vil ikke endre rangeringen av alternativene.

## 5.2 Samfunnsøkonomiske virkninger av å realisere ulike sluttilstander uten lager for brukt brensel på området

I den samfunnsøkonomiske analysen vurderes nytte- og kostnader knyttet til hvert av de ulike dekommisjoneringsnivåene som er beskrevet i kapittel 4.3 Nivåer og strategier for dekommisjonering i Norge.

I denne delen av analysen er det forutsatt at brukt brensel er flyttet bort fra områdene i Halden og på Kjeller. Det innebærer at kostnader for å flytte brukt brensel bort fra området ikke er inkludert i denne delen av analysen. Hvorvidt brenselet bør lagres på området i Halden eller på Kjeller er en del av en større vurdering om strategi for oppbevaring av brukt brensel, og er gjort i KVVU for oppbevaring. En oppsummering av samlet anbefaling om strategi for oppbevaring av brukt brensel er presentert i kapittel 5.3.

Analysen gjøres separat for anleggene i Halden og for anleggene på Kjeller.

Det er viktig å merke seg at i mange prosjekter kommer kostnadene knyttet til prosjektet relativt tidlig, mens gevinstene kommer relativt sent. Dette prosjektet er ikke noe unntak. Kostnaden knyttet til selve dekommisjoneringen vil komme i løpet av de første 3-20 årene, mens nytten av eventuelle frigjorte arealer ikke vil komme før etter denne perioden. De er også av en karakter som det ikke er forsvarlig å tallfeste. Nyttens vil til gjengjeld være for resten av levetiden til alternativet. Siden kostnadene kommer tidlig er det mindre usikkerhet knyttet til kostnadene som beregnes enn verdien som kan tillegges gevinstene som oppnås, som først vil komme etter at dekommisjoneringen er ferdig.

De prissatte samfunnsøkonomiske kostnadene inkluderer kostnader for Dekommisjonering og prosjektgjennomføring (selv dekommisjoneringen), Kostnader for lagring av radioaktivt avfall (RAD), Drift- og vedlikeholdskostnader og Skattefinansieringskostnader.

Gjennom kartlegging av behovene har en del sentrale punkter fremkommet når det gjelder dekommisjonering. De identifiserte ikke-prissatte virkningene er utformet på grunnlag av disse behovene. De ikke-prissatte virkningene som er identifisert og vurdert er Frigjøring av areal og eksterne virkninger ved etablering av ny oppbevaringsløsning på ny lokasjon, Helse- og miljøvirkninger og Realopsjoner.

Som en del av KVVU-arbeidet er det identifisert andre virkninger som KVVU-gruppen finner det riktig å omtale, men der det ikke er funnet belegg for å tillegge disse noen vekt. Det gjelder Internasjonalt omdømme, Teknologisk utvikling og Effekter på lokalt næringsliv. Det er verken funnet empirisk belegg

eller gode nok argumenter for på en systematisk måte å kunne vurdere disse som ikke-prissatte virkninger som vil ha en effekt som er stor nok til å kunne skille mellom alternativene. Disse presenteres under delakpittet Andre mulige virkninger.

### 5.2.1 Prissatte virkninger knyttet til realisering av ulike slutttilstander

I dette kapitlet beskrives de prissatte virkningene nærmere. Alle tall oppgis relativt til referansealternativet.

De beregnede samfunnsøkonomiske kostnadene inkluderer kostnader for Dekommisjonering og prosjektgjennomføring (selve dekommisjoneringen), Kostnader for lagring av radioaktivt avfall (RAD), Drift- og vedlikeholdskostnader og Skattefinansieringskostnader. Kostnader knyttet til tørking, pakking og transport av brukt brensel til ny lokasjon er inkludert i alle alternativene i hovedanalysen der BB forutsettes fjernet. Denne kostnaden er lik for alle alternativene og utgjør derfor ikke en forskjell mellom dem. Investeringskostnad for full oppbevaringsløsning for brukt brensel er ikke inkludert. De vil være mellom 300 og 1 700 MNOK, avhengig av hvilket alternativ fra KVU for Oppbevaring som legges til grunn.

Oversikt over prissatte virkninger for Halden vises i Tabell 5-3. Kostnadene vises i nåverdi og relativt til referansealternativet. En negativ verdi representerer derfor en besparelse sammenlignet med referansealternativet. Referansealternativet representerer en situasjon nærmest lik dagens hvor minimalt med investeringstiltak gjennomføres. Prissatte virkninger for referansealternativet i nåverdi i MNOK og 2014-kr er henholdsvis MNOK 642 for Halden og MNOK 656 for Kjeller.

**Tabell 5-3 Oversikt over prissatte virkninger - Halden. Kostnadene vises i nåverdi og relativt til referansealternativet. En negativ verdi representerer derfor en besparelse sammenlignet med referansealternativet.**

<b>HALDEN</b>	<b>Kontrollert område 1C:Nukleær virksomhet</b>	<b>Friklasset område 1B:Annen nærings- virksomhet</b>	<b>1A:Ubegrenset bruk</b>
<b>Netto tallfestet samfunns-øk. kostnad (NPV)</b>	<b>312</b>	<b>-84</b>	<b>-54</b>
<i>Dekommisjonering og prosjektgjennomføring</i>	234	303	315
<i>Håndtering av RAD</i>	30	38	51
<i>Fremskyndet investering RAD</i>	26	30	30
<i>Overvåkning, drift og vedlikehold</i>	-28	-442	-442
<i>Skattefinansierings-kostnad</i>	51	-13	-8

Tabellen viser at det er de to friklassingsalternativene 1B og 1A gir en samfunnsøkonomisk netto besparelse i forhold til referansealternativet på henholdsvis ca. MNOK 80 og MNOK 50. Differansen anses som liten sett i sammenheng med analysens detaljeringsgrad og usikkerheten i estimatene.

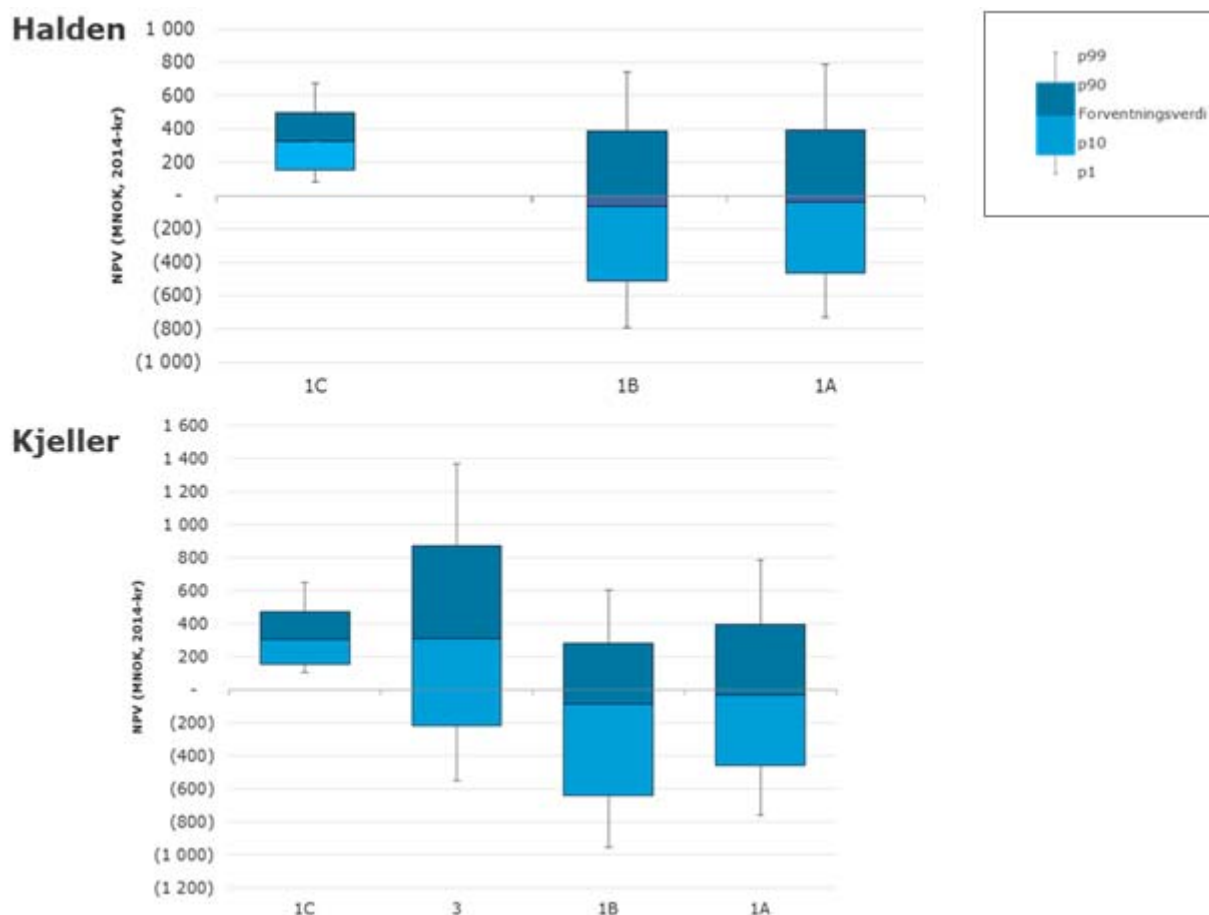
Tilsvarende konklusjon trekkes for Kjeller. De to friklassingsalternativene 1B og 1A gir en samfunnsøkonomisk netto besparelse i forhold til referansealternativet på henholdsvis ca. MNOK 110 og MNOK 50.

Oversikt over prissatte virkninger for Kjeller vises i Tabell 5-9.

Tabell 5-4 Oversikt over prissatte virkninger – Kjeller. Kostnadene vises i nåverdi og relativt til referansealternativet. En negativ verdi representerer derfor en besparelse sammenlignet med referansealternativet.

KJELLER	Kontrollert område		Friklasset område	
	1C:Nukleær virksomhet	3:Forsegling	1B:Annen næringsvirksomhet	1A:Ubegrenset bruk
<b>Netto tallfestet samfunnsøk. kostnad (NPV)</b>	<b>271</b>	<b>308</b>	<b>-112</b>	<b>-54</b>
Dekommisjonering og prosjektgjennomføring	207	91	294	330
Håndtering av RAD	27	0	34	47
Fremskyndet investering RAD	26	0	30	30
Overvåkning, drift og vedlikehold	-28	167	447	-447
Skattefinansierings-kostnad	40	50	23	-13

Figur 5-2 viser usikkerheten i netto samfunnsøkonomisk kostnad ved å realisere de ulike slutttilstandene i hhv. Halden og Kjeller relativt til referansealternativet.



Figur 5-2 Usikkerhetsspenn i prissatte virkninger for Halden og Kjeller relativt til referansealternativet, nåverdi i MNOK og 2014-kr.

Illustrasjonen av usikkerhetsspennet understreker at kostnadsdifferansen mellom alternativene 1A og 1B ikke alene kan brukes til å velge ett alternativ fremfor det andre. Usikkerhetsfaktorene som inngår i analysen er beskrevet i Vedlegg 9.

## **Kostnad for dekommisjonering og prosjektgjennomføring**

Kostnader for dekommisjonering og prosjektgjennomføring inkluderer alle kostnader knyttet til fjerning av alt eller deler av radioaktivt materiale, demontering av utstyr og systemer, riving av strukturer og bygninger samt prosessen med friklassing.

Dette innebærer kostnader i alle fire dekommisjoneringsfaser; forberedelsesfasen, fase for fjerning av brensel, fase for nukleær demontering og fasen konvensjonell riving. For alle andre alternativer enn 1C må også nytt radavfallsanlegg etableres på ny lokasjon. Kostnader for dekommisjonering og prosjektgjennomføring inkluderer dermed kostnader knyttet til konsesjonssøknad for dekommisjonering, planlegging, strålevern og miljøkontroll, nukleær dekontaminering og demontering samt eventuell fjerning av kontaminert grunn, rivning av bygninger og tilrettelegging av grunnen, f. eks. til grøntområde. Westinghouse-rapporten Task 4 Decommissioning program and cost estimate i Vedlegg 4 beskriver kostnadene i disse fasene i nærmere detalj.

Alternativene som innebærer friklassing blir dyrere mht. kostnader for dekommisjonering og prosjektgjennomføring grunnet kostnadene ved å fjerne prosessutstyr, rive bygninger helt eller delvis og friklasse områdene, samt at kontaminert materiale må håndteres ved friklassingen.

Ved en forsegling vil anleggene fylles med betong etter at brenselet er tatt ut av reaktoren, hvilket fører til høyere kostnader sammenlignet med referansealternativet. Det er derimot ikke nødvendig med noen demonteringstiltak og investeringen er dermed lavere enn friklassingsalternativene.

I alternativ 1C:Nukleær virksomhet fjernes prosessutstyret (rør, ventilasjon med mer) for at anleggene skal kunne benyttes til annen nukleær virksomhet og dette gir noe høyere kostnader enn i referansealternativet.

## **Kostnad for håndtering av RAD**

*Kostnader for håndtering av radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen (RAD) inkluderer pakking, håndtering, resirkulering, transport og lagring av det radioaktive avfall som oppstår under dekommisjoneringen av anleggene, i Vedlegg 9 beskrives dette nærmere.*

I samtlige alternativ er det lagt till grunn at avfallet pakkes på anleggene i Halden og på Kjeller, og deretter sendes videre for håndtering og resirkulering et annet sted. Avfallet transporteres så for videre lagring i Himdalen. For at den typen og mengden radioaktivt avfall skal kunne pakkes på Kjeller og i Halden, så er det også inkludert kostnader for tilpasning av nåværende anlegg samt innkjøp av beholdere for avfallet.

I referansealternativet og alternativ 3:Forsegling vil områdene i prinsippet benyttes som overflatedeponier for radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen (RAD), og kostnadene knyttet til pakking, håndtering, resirkulering, transport og lagring av blir lik null. Kostnader for håndtering av RAD er høyere i de friklassede alternativene enn i 1C:Nukleær virksomhet. Det er fordi det i 1C:Nukleær virksomhet ikke gjennomføres like mange dekommisjoneringstiltak, noe som fører til mindre mengde RAD og lavere kostnader.

## **Kostnad for fremskyndet investering i nytt deponi for RAD**

Norge vil på et eller annet tidspunkt, uavhengig av en dekommisjonering, måtte bygge nytt eller utvide eksisterende lager for RAD for å håndtere radioaktivt avfall fra andre næringer i samfunnet. Den

Samfunnsøkonomiske kostnaden for lagring av radioaktivt avfall ved en dekommisjonering vil være kostnaden ved at investeringen kommer tidligere i tid. KVV for Oppbevaring beskriver disse kostnadene nærmere.

### **Kostnad for håndtering av BB**

Kostnader knyttet til tørking, pakking og transport av brukt brensel til ny lokasjon er inkludert mens kostnader for beholdere og lagring er dekket i KVV for Oppbevaring. Denne er lik for alle alternativer og dermed ikke inkludert i tabellen.

### **Kostnad til overvåkning, drift og vedlikehold av RAD**

Kostnadsposten overvåkning, drift og vedlikehold inkluderer kostnader for opprettholdelse av sikkerhet omkring den nukleære virksomheten eller oppbevaring av RAD. Det innebærer opprettholdelse av vitale funksjoner, rapportering til myndigheter, fysisk sikring, strålevern og miljøovervåkning samt tilsyns- og kontrollvirksomhet fra myndigheter. Kostnadene inkluderer en beregning av restkostnad for de kostnadene som vil fortsette også etter analyseperioden på 100 år.

Kostnadene gjelder ikke overvåkning, drift og vedlikehold av oppbevaringsløsning for brukt brensel, da det er lagt til grunn at brukt brensel er flyttet til ny lokasjon. Kostnaden for en evt. overvåkning, drift og vedlikehold av et lager for brukt brensel vil i så måte være lik for hvert alternativ. Denne kostnaden er kun inkludert i scenario der lager for BB etableres på tomten.

I referansealternativet, der radioaktivt materiale ikke fjernes fra områdene, er det lagt til grunn at man må beholde noe drift og vedlikehold, samt ha et kontrollregime. Samlet gir det en årlig kostnad på ca. 10 MNOK.

Begge friklassingsalternativene fører til at områdene frigjøres fra myndighetenes kontroll og det er ikke noe behov for overvåkning, drift og vedlikehold av nukleær virksomhet. I 3:Forsegling-alternativet vil det være kontinuerlig behov for kontroll, målinger og rapportering til myndigheter for å sikre at det ikke har skjedd noen lekkasjer. Erfaringer tilsier at det kreves mer kontrollvirksomhet ved en forsegling enn ved normal nukleær virksomhet hvor det er mulig å gå inn i anleggene og kontrollere.

### **Skattefinansieringskostnad**

Skattefinansiering av offentlige tiltak innebærer kostnader for samfunnet som må inkluderes i den samfunnsøkonomiske analysen. Det er anbefalt å bruke en skattekostnad på 20 øre per krone for netto økt offentlig finansiering som følge av et offentlig tiltak /D341/.

Hvem som vil finansiere dekommisjoneringen er usikkert. Erfaringer fra andre land tilsier at kostnaden ved en dekommisjonering av ikke-kommersielle nukleære anlegg (f.eks. anlegg for medisinsk bruk, forskningsanlegg, isotopproduksjon eller partikkelakseleratorer) ofte er finansiert av nasjonalbudsjettet.

Skattefinansieringskostnadene er basert på en antagelse om andel finansiering fra IFE og andel finansiering over offentlige budsjetter, slik det i dag er definert gjennom dekommisjoneringsfondet. Det er antatt at 96 % av kostnadene knyttet til kontrollregimet, 96 % av kostnadene for tilrettelegging av tomt og at hele kostnaden knyttet til håndtering og lagring av radioaktivt avfall vil finansieres over offentlige budsjetter. Det understrekes at dette er en ren gjetning men at anbefalingen ikke er sensitiv for størrelsen på tallet. En endring i prosenten vil ikke endre rangeringen – det er en jevn prosent som virker på alle alternativer og enten løfter eller senker dem noe.

## **5.2.2 Ikke-prissatte virkninger**

Dette kapitlet beskriver resultatet av vurdering med hensyn til ikke-prissatte virkninger. Først gjennomgås virkninger knyttet til frigjøring av areal og eksterne virkninger ved etablering av ny

oppbevaringsløsning for RAD. Videre beskrives helse- og miljøvirkninger knyttet til RAD og til sist realopsjonsverdien ved de ulike alternativene.

Oversikt over ikke-prissatte virkninger for Halden vises i Tabell 5-5 og for Kjeller i Tabell 5-6.

**Tabell 5-5 Oversikt over ikke-prissatte virkninger - Halden.**

<b>HALDEN</b>	<b>Kontrollert område 1C:Nukleær virksomhet</b>	<b>Friklaset område 1B:Annen nærings- virksomhet</b>	<b>1A:Ubegrenset bruk</b>
<b>Ikke-prissatte virkninger<sup>14</sup></b>			
Frigjøring av areal	Flere muligheter for bruk innen nukleærvirksomhet enn alternativ 0.	Ytterligere økning i bruksmuligheter, men begrenset til næringsvirksomhet.	Størst økning i bruksmuligheter. Ingen begrensninger i bruken.

I tabellene er kun de ikke-prissatte virkningene som kan påvirke rangeringen tatt med. For Halden er dette frigjøring av areal. Arealfrigjøringen medfører imidlertid relativt små verdier sammenlignet med kostnadene. Areal som frigjøres i Halden som følge av en friklassing er på ca. 7 mål tomt. Verdien av at tomten båndlegger eventuell fremtidig byutvikling er usikker og kommer trolig et stykke frem i tid.

For Kjeller er det flere prissatte virkninger som kan påvirke rangeringen. I likhet med Halden er dette frigjøring av areal, og denne effekten vil være sterkere da det dreier seg om større arealer. I tillegg vil forseglingsalternativet på Kjeller slå negativt ut for miljøvirkninger og realopsjonsverdi i forhold til de andre alternativene.

**Tabell 5-6 Oversikt over ikke-prissatte virkninger – Kjeller.**

<b>KJELLER</b>	<b>Kontrollert område 1C:Nukleær virksomhet</b>	<b>3:Forsegling</b>	<b>Friklaset område 1B:Annen nærings- virksomhet</b>	<b>1A:Ubegrenset bruk</b>
<b>Ikke-prissatte virkninger<sup>15</sup></b>				
<i>Frigjøring av areal</i>	Flere muligheter for bruk innen nukleærvirksomhet enn alternativ 0.	Lik som alternativ 0.	Ytterligere økning i bruksmuligheter, men begrenset til næringsvirksomhet.	Størst økning i bruksmuligheter. Ingen begrensninger i bruken.
<i>Eksterne virkninger</i>	Båndlegger ikke nytt areal for radavfallsanlegg	Båndlegger nytt areal for radavfallsanlegg	Båndlegger nytt areal for radavfallsanlegg	Båndlegger nytt areal for radavfallsanlegg
<i>Miljøvirkninger</i>	Uendret slutttilstand, men stråling avtar over tid.	Forurensn. til grunnen kan være forverret. Kan overvåkes men begrenset mulighet for tiltak. Stråling avtar over tid.	Bedret. Lav risiko for forurensning i grunnen.	Bedret. Svært lav risiko for forurensning i grunnen.
<i>Realopsjonsverdi</i>	Fleksibel løsning	Irreversibel, tapt realopsjonsverdi	Fleksibel løsning	Fleksibel løsning

I det følgende diskuteres hver av virkningene enkeltvis.

<sup>14</sup> I tabellen vises kun de virkningene som benyttes til å skille mellom alternativene

<sup>15</sup> I tabellen vises kun de virkningene som benyttes til å skille mellom alternativene



## Frigjøring av areal

En nedstengning av reaktorene og dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller, vil gi en mulighet til å kunne frigjøre IFEs områder til ny bruk.

En frigjøring av areal er antatt å ha to mulige virkninger. Den første virkningen følger direkte av dekommisjoneringen, og kan medføre *endret bruksverdi av områdene på Kjeller og i Halden*. En endring i bruksverdi kan omfatte flere forhold. Det gjelder først at arealene ved en friklassing vil kunne bli tilgjengelig for flere. Videre kan utnyttelsesgraden av tomtene som blir direkte berørt av en dekommisjonering endres, og til slutt kan en endring i områdenes visuelle karakter, eller at folks opplevelse av trygghet endres, påvirke bruksverdien. Disse virkningene kan sies å være internalisert (fanget opp av) i eiendomsprisene.



**Figur 5-3** Figuren viser hvilke forhold som kan påvirke bruksverdien av et område ved frigjøring av arealer etter et dekommisjoneringstiltak.

Den andre effekten av en arealfrigjøring kan knyttes til fremtidig by- eller næringsutvikling av områdene, som igjen kan medføre en *netto ringvirkning*<sup>16</sup>. Den evt. netto ringvirkningen følger av at den barrieren som de nukleære anleggene tidligere utgjorde fjernes. Det påpekes i /D463/ at det bare er aktuelt å ta med slike effekter dersom det har meldt seg seriøse interessenter til de frigjorte arealene. Videre pekes det på at et minstekrav for å inkludere en slik virkning, er at man identifiserer mest mulig nøyaktig hvilke misforhold i økonomien som et tiltak vil kunne motvirke eller korrigere.

### Endret bruksverdi av arealfrigjøring

Samlet sett er endringen i bruksverdien ved de ulike alternativene, sammenlignet med kostnadene ved frigjøring, antatt å være liten. Det skyldes først og fremst at det er, både for områdene på Kjeller og i Halden, relativt sett små arealer som frigjøres til annen bruk som en følge av en friklassing av arealene. IFEs områder i Halden utgjør totalt 7 mål tomt, og arealene som direkte eller indirekte omfattes av en dekommisjonering på Kjeller utgjør ca. 44 mål /D053/.

En indikasjon på størrelsen av verdiene er illustrert ved hjelp av et eksemplifisert regnestykke. Ved en antagelse om at 25 % av IFEs areal på Kjeller frigjøres ved en dekommisjonering, og en antatt tomtepris for næringsarealer på NOK 800 per kvadratmeter /D053/, så er verdien av de frigjorte arealene på Kjeller beregnet til i størrelsesorden MNOK 35. Ved tilsvarende regnestykke i Halden, men med noe lavere tomtepris (NOK 700 per m<sup>2</sup>) /D275/, er verdien av frigjort areal beregnet til å ha en verdi på omtrent MNOK 5 som næringstomt. Dette er relativt små verdier sammenlignet med kostnadene knyttet til dekommisjonering, men en gevinst for alternativene 1A og 1B.

I tillegg til frigjøring av de arealer som berøres direkte, vil en dekommisjonering kunne medføre at utnyttelsesgraden på resterende av IFEs områder (gjelder Kjeller), samt at utnyttelsen av arealene på tilknyttede nabotomter kan økes. Dersom eksempelvis bygninger rives vil dette kunne endre utnyttelsesgraden til disse tomtene, noe som kan bidra til mer effektivt tomteutnyttelse og dermed økt verdi.

<sup>16</sup> Netto ringvirkninger og mernytte er omtalt i D463 og D464

Også endret visuell karakter og økt opplevelse av trygghet etter en fjerning av strukturer og masser fra området, vil kunne slå ut positivt ut i bruksverdien av områdene på Kjeller eller i Halden. En endring i den visuelle karakteren anses å ha negligierbar effekt når det gjelder bruksverdien av områdene – og omtales ikke videre.

Når det gjelder opplevelse av trygghet er det grunn til å tro at denne effekten også er liten. Etter IFEs undersøkelser oppgis det at de kommunale helsemyndighetene ikke har registrert noen psykososiale eller andre helsemessige forhold i lokalbefolkningen som kan tilskrives drift av reaktorene verken på Kjeller eller i Halden /D289/.

I følge en spørreundersøkelse gjort av Statens Strålevern i 2002 om helsebekymringer i lokalbefolkningen på Kjeller /D354/ ble det uttrykt sterk skepsis fra mange av deltagerne. Flere av bekymringene gikk på usikkerhet rundt helseskader fra IFEs tidligere drift. Undersøkelsen hadde 56 deltagere med frivillig påmelding.

I Halden er det ikke gjennomført tilsvarende spørreundersøkelse. Lite oppmerksomhet og få klager har ført til at dette ikke har blitt sett på som nødvendig. IFE opplever at Haldens befolkning generelt sett synes å være fortrolig med IFEs virksomhet i Halden /D289/. Lokale eiendomsめglere har oppgitt at det er lite sannsynlig at reaktorens nærvær har noen påvirkning på boligpriser i området. Anlegget i Halden ligger i umiddelbar nærhet til boligområder. Det kan signalisere at området generelt oppleves som trygt slik det er i dag og at en endring av arealet ikke vil gi en signifikant effekt.

Selv om endringen i bruksverdi sannsynligvis er lav, skiller alternativene seg fra hverandre når det gjelder bruk. Tabell 5-7 oppsummerer bruksendringene i hvert alternativ sammenlignet med referansealternativet.

**Tabell 5-7 Vurdering av endring i bruksverdi etter frigjøring av areal på Kjeller og i Halden. Relativt til referansealternativet 0: Ingen ny bruk.**

	Kontrollert område		Friklasset område	
	1C:Nukleær virksomhet	3:Forsegling (Kjeller)	1B:Annen næringsvirksomhet	1A:Ubegrenset bruk
<i>Bruksendringer</i>	Flere muligheter for bruk innen nukleær-virksomhet enn alternativ 0.	Marginalt mer begrenset enn alt. 0.	Ytterligere økning i bruksmuligheter, men begrenset til næringsvirksomhet.	Størst økning i bruksmuligheter. Ingen begrensninger i bruken.

I alternativet 1C:Nukleær virksomhet vil bruken av området være begrenset til annen nukleær virksomhet. Området vil være underlagt kontroll og flere bygninger vil ha begrenset adgang og bruk. En gang i fremtiden kan det igjen oppstå et ønske om å bygge opp ny forskningsaktivitet knyttet til nukleær virksomhet slik at tomtene kan være interessante til den bruken. Mulige bruksområder antas likevel å begrense seg til lager for brukt brensel, overflatedeponi eller radavfallsanlegg. Sammenlignet med referansealternativet 0: Ingen ny bruk vurderes- det til å ha en svak positiv økning i verdien – grunnet tilretteleggelsen for noe mer bruk.

Alternativ 3: Forsegling er kun et mulig på Kjeller, jf. kapittel 4.4. Arealene vil være båndlagt, og ikke kunne brukes. Området antas derfor å ikke ha bruksverdi (det er ingen betalingsvilje for området).

I alternativene med friklassing (1B:Annen næringsvirksomhet og 1A:Ubegrenset bruk) vil områdene frigjøres til ny bruk, og verdiendringen – sammenlignet med referansealternativet - er størst for disse alternativene.

I alternativet 1B:Annen næringsvirksomhet vil flere av bygningene knyttet til reaktorvirksomheten bli stående igjen på tomten. Dekommisjonering til 1B:Annen næringsvirksomhet fører trolig med seg enkelte restriksjoner på fremtidig bruk. En begrensning ved bruken i dette alternativet ligger også i bygningene som blir værende igjen og deres utforming.

Til forskjell fra alternativet 1B, er alle bygninger og grunn som er tilknyttet reaktordriften revet og fjernet i alternativ 1A, og området er etablert som grøntarealer. Det er dermed kun beliggenheten til arealene og tilstøtende bygninger som begrenser bruken i alternativ 1A.

### **Netto ringvirkning av arealfrigjøring**

En frigjøring av arealene vil kunne tenkes å påvirke utviklingsmulighetene for by- og næringsområdene rundt reaktorene. Hvorvidt frigjøring av arealer på Kjeller og i Halden vil gi netto ringvirkninger avhenger av hvilke muligheter tiltaket åpner for.

Det innebærer at dersom det å ha nukleærvirksomhet på Kjeller og/eller i Halden hindrer by- eller næringsutvikling på disse områdene som ellers ville gitt en mer optimal by- og næringsutvikling, så vil en frigjøring av disse arealene til annet formål kunne gi netto ringvirkninger. Dette kan være agglomerasjonseffekter – som er en beskrivelse på utbyttet av å være samlokalisert. F.eks. kan økt geografisk tetthet gi økt produktivitet.

Det er KVV-gruppens vurdering at nukleærvirksomhet på Kjeller i liten eller ingen grad begrenser en utvikling i området, og derav begrenses heller ingen ringvirkninger.

I Halden kan det åpne for boligutvikling eller urbanisering av industriområdet på lang sikt. På kort sikt er det lite trolig at en frigjøring av areal medfører endring i de byplaner som foreligger for området. Dette skyldes at det er andre forhold enn reaktorvirksomheten som i dag begrenser utviklingsmulighetene. IFEs område i Halden ligger innenfor et industriområde med Norske skog som nærmeste nabo.

Det er usikkert hvorvidt en frigjøring av arealene som kan medføre boligutvikling vil gi en netto ringvirkning. Det kan være at det kun gir ringvirkninger i form av *omfordeling*. Dvs. at en frigjøring av arealene ikke medfører nettogevinster, men kun gir en nytteoverføring fra et område til et annet. Ringvirkning eller omfordeling er nærmere omtalt i NOU 2012:16 /D464/.

I dag ville det trolig være få eller ingen netto ringvirkninger av arealfrigjøring hverken på Kjeller eller i Halden. Det kan være fremtidige virkninger, men det er usikkerhet knyttet til størrelsen av en eventuell nettogevinst. Neddiskontert er det vanskelig å tillegge dette en effekt.

### **Eksterne virkninger ved etablering av ny oppbevaringsløsning for RAD**

Samtidig som en dekomisjonering vil kunne frigjøre arealer på Kjeller og i Halden, vil det ved en dekomisjonering oppstå radioaktivt avfall som må flyttes til en ny lokasjon. Dette kan innebære at man må etablere et nytt lager eller deponi på en ny tomt for å kunne ta i mot radioaktivt avfall fra en dekomisjonering.

Norge vil på et eller annet tidspunkt, uavhengig av en dekomisjonering, måtte bygge nytt eller utvide eksisterende deponi for RAD for å håndtere radioaktivt avfall fra andre næringer i samfunnet. En evt. eksternvirkning vil derfor være knyttet til at den kommer tidligere enn den ellers ville ha gjort. Effekten anses derfor som liten.

I tillegg til å måtte etablere et nytt anlegg for RAD på et senere tidspunkt vil en friklassing av området på Kjeller innebære at radavfallsanlegget for håndtering av radioaktivt avfall fra f.eks. sykehus, forskningsinstitusjoner etc. må flyttes. En flytting av radavfallsanlegget fra Kjeller til f.eks. nytt anlegg for annet radioaktivt avfall vil medføre en større båndlegging av areal enn hva som ellers ville vært tilfelle. Dette kan ha en negativ ekstern virkning for brukerne av området.

**Tabell 5-8 Eksterne virkninger for nytt oppbevaringsområde for RAD, Kjeller**

Kjeller	Kontrollert område		Friklasset område	
	1C:Nukleær virksomhet	3:Forsegling	1B:Annen næringsvirksomhet	1A:Ubegrenset bruk
<i>Eksterne virkninger</i>	Båndlegger ikke nytt areal for radavfallsanlegg	Båndlegger nytt areal for radavfallsanlegg	Båndlegger nytt areal for radavfallsanlegg	Båndlegger nytt areal for radavfallsanlegg

Tabell 5-8 viser at nytt areal for radavfallsanlegg vil båndlegges for alle alternativene unntatt 1C.

### Helse- og miljøvirkninger knyttet til radioaktivt avfall

I tillegg til endring i bruksverdien vil en dekommisjonering hvor radioaktivt avfall flyttes fra et område til et annet kunne ha *helse- og miljøvirkninger*. Virkningen på helse- og miljø fra radioaktivt avfall er knyttet til strålingen fra avfallet, eller ved at noen kan benytte avfallet i sabotasjesammenheng. En slik virkning vil falle utenfor private inntekts- og kostnadsberegninger, og blir derfor kalt *ekstern virkning*.

I Norge stilles det krav til nukleær virksomhet gjennom gjeldene lover og forskrifter, slik at alle alternativer vil være innenfor et akseptabelt sikkerhetsnivå selv om det skiller noe mellom alternativene.

Til tross for dette er det en liten risiko knyttet til at mennesker, dyr og natur kan eksponeres for stråling fra radioaktive nukleære kilder – dvs. i dette tilfellet kilder kontaminert av nukleær virksomhet. Det er lagt til grunn at det eksisterer en ny oppbevaringsløsning for brukt brensel, og en evt. håndtering av gjenværende brensel er lik i alle alternativer.

Anleggenes utforming og beliggenhet, hvor tilgjengelig det radioaktive materialet er og hvilke sikringstiltak som gjennomføres vil påvirke sannsynligheten for at en hendelse kan inntreffe. Vurderingene er delt mellom tyveri og sabotasje (security) og uhell (safety) med konsekvens for mennesker og miljø. Tabellen nedenfor oppsummerer virkningene som gjelder for både Halden og Kjeller.

**Tabell 5-9 Samlet vurdering av sikkerhet knyttet til strålingseffekter på mennesker, dyr og natur inkludert uhell og tyveri og sabotasje (relativt til referansealternativet 0: Ingen ny bruk)**

	Kontrollert område		Friklasset område	
	1C:Nukleær virksomhet	3:Forsegling (kun Kjeller)	1B:Annen næringsvirksomhet	1A:Ubegrenset bruk
<i>Helse</i>	Få tiltak → svært lite eksponering av personell. Stråling avtar over tid.	Forverret ved slutttilstand - kan overvåkes men mindre grad av mulighet for tiltak. Få tiltak gjøres og dermed svært lite eksponering av personell under prosessen. Strålingen avtar over tid.	Lav risiko for strålingseffekter dersom restriksjoner overholdes ved slutttilstand, men personell kan bli eksponert for stråling under dekommisjoneringsarbeidet.	Meget lav/ ingen risiko for strålingseffekter eller utslipp ved slutttilstand, men personell kan bli eksponert for stråling under dekommisjoneringsarbeidet.
<i>Miljø</i>	Stråling avtar over tid.	Forurensning til grunnen kan være forverret – det kan overvåkes men mindre grad av mulighet for tiltak. Stråling avtar over tid.	Bedret. Lav risiko for forurensning i grunnen.	Bedret. Meget lav risiko for forurensning i grunnen.
<i>Tyveri og sabotasje</i>	Uendret, men i utgangspunktrelativt lav risiko.	Uendret - Annet radioaktivt avfall blir liggende på området, noe bedre fysisk avgrenset enn ved ref. men ved flere lokasjoner.	Bedret. Så godt som alt radioaktivt materiale fjernet fra områdene og ivaretatt i sikrere fasiliteter og samlet på ett sted.	Bedret. Så godt som alt radioaktivt materiale fjernet fra områdene og ivaretatt i sikrere fasiliteter og samlet på ett sted.

### **Risiko for og ved tyveri og sabotasje**

Risikoen for at uvedkomne skal kunne ta seg inn på området vil kunne øke under gjennomføringen. Økt aktivitet og flere aktører kan gjøre det lettere å få tilgang til radioaktivt materiale. Ved å samle, komprimere og flytte avfallet vil man redusere antallet områder og dermed tilkomst til materialet. Da vil sikkerhetsrisikoen for tyveri og sabotasje kunne antas redusert.

Det antas lav sannsynlighet for at annet radioaktivt avfall skal være av interesse for tyveri og sabotasje til tross for at det ikke kan utelukkes. Denne virkningen tillegges dermed relativt liten vekt i den totale sammenligningen, men peker uansett i samme retning som de fleste andre ikke prissatte virkningene – det gir en positiv effekt av å fjerne radioaktivt materiale fra områdene på Kjeller og Halden og samle avfallet på en mer egnet og lukket lokasjon.

### **Risiko for og ved uhell (mennesker og miljø)**

Sikkerheten og risikobildet for strålingseffekter ved de ulike alternativene må vurderes for Halden, Kjeller og for et eventuelt nytt oppbevaringssted for radioaktivt avfall. Det å friklasse området i Halden eller på Kjeller innebærer ikke at risikoen for strålingseffekter forsvinner når det flyttes fra et sted til et annet. Risikobildet kan imidlertid endres da fasilitetene er annerledes. Risikonivået vil være ulikt under dekommisjonering og etter dekommisjonering.

### ***Risiko etter dekommisjonering***

Det som skiller mellom alternativene er mengden radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen som fjernes fra lokasjonen og oppbevares på et annet sted. RAD er i hovedsak lavaktivt avfall. Det utgjør en mindre fare for omgivelsene enn brukt brensel som er høyaktivt og langlivet gjennom at det inneholder alfastrålende isotoper.

Risikobildet knyttet til oppbevaring av RAD vil kunne endres fordi avfallet ved en dekommisjonering kan flyttes fra områder som er tett befolket til mindre tett befolkede områder. Et konvensjonelt deponi vil dessuten sannsynligvis ha en mer optimal plassering når det gjelder risiko for spredning av radioaktivitet i grunnvann. Videre vil sannsynligvis også kvaliteten på nye oppbevaringsfasiliteter være bedre enn det gamle. Et deponi vil sannsynligvis også være beskyttet av fjell slik det er i Himdalen i dag.

Risikoen ved endt dekommisjonering vil derfor være lavere jo flere oppryddingstiltak som gjennomføres. KVVU-gruppen vurderer risikoen for helse- og miljøvirkninger ved endt dekommisjonering til å være lavere ved friklassingsalternativene 1A og 1B enn ved 1C og 3, gitt at restriksjoner i 1B overholdes. I tillegg vurderes risikoen for negative effekter på menneske og miljø til å være høyest i alternativ 3 hvor det kun er mulig å overvåke for å detektere en eventuell lekkasje. Dersom det skulle skje en lekkasje så forhindrer forsegling adgang til kilden for å iverksette tiltak.

### ***Risiko under dekommisjoneringen***

Man kan anta at risikoen under dekommisjonering er noe høyere jo flere tiltak som gjennomføres. Økt aktivitet gir større eksponering for stråling, og det kan gi enklere tilgang for uvedkomne.

Under dekommisjoneringen vil mennesker som arbeider ved anleggene utsettes for økt strålingsdose. Risikoen for ulykker på arbeidsplassen under en dekommisjonering er sannsynligvis høyere enn uten en dekommisjonering, men det kan være rimelig å anta at risikoen for helse- og miljøvirkninger er relativt liten på grunn av sikkerhetsregimet som er påkrevd.

En utredning om dekommisjonering av reaktorene på Risø i Danmark viste at radioaktiviteten ved et eventuelt uhell er vurdert til rundt 4-5 ganger bakgrunnsstråling. En eventuell ulykke vil kreve opprensning av de kontaminerte områdene, men vil ikke være skadelig for allmennheten. Uten opprensning vil lave stråledoser over en lang periode kunne få uheldige konsekvenser /D288/.

Risikoen vurderes å være marginalt høyere ved 1A og 1B enn ved 1C og 3, og altså gi en motsatt rangering enn en vurdering av risiko ved slutttilstand. Forskjellen mellom de ulike alternativene er allikevel små og er ikke vektlagt ved rangering. Den kritiske delen av dekommissjoneringsprosessen er en begrenset tidsperiode sammenlignet med hele analyseperioden, og KVVU-gruppen vurderer risiko ved slutttilstand til å veie tyngst.

## Realopsjonsverdi

Opsjonsverdier refererer til verdien av å vente med å bestemme seg for en løsning i påvente av ytterligere informasjon som er relevant for beslutningen. Denne verdien blir kalt for realopsjonsverdi. Den viser verdien av å holde valget av irreversible løsningskonsept åpent, dersom en på beslutningstidspunktet har mangelfull informasjon om konsekvensene av dette valget, og det er grunn til å tro at dette blir mer avklart ved å vente.

Alternativ 3:Forsegling er irreversibel mens øvrige alternativer ikke begrenser mulighetene for fremtidig endring i ønsket bruk av området. Ved alternativ 1C:Nukleær virksomhet er det mulig å friklasse områdene ved et senere tidspunkt dersom det er et behov for nærings-, rekreasjons- eller boligareal. Ved alternativene 1B:Annen næringsvirksomhet eller 1A:Ubegrenset bruk kan ny nukleær virksomhet etableres på områdene dersom det en gang i fremtiden skulle bli aktuelt. Behovsanalysen indikerer stor usikkerhet knyttet til fremtidig behov for områdene, det kan derfor være hensiktsmessig å velge en løsning som ikke er irreversibel.

### 5.2.3 Andre mulige virkninger

Dette kapitlet oppsummerer virkninger som under arbeidet med behovsanalysen har fremkommet som viktige når dekommissjoneringsnivå skal vurderes, men som det ikke er faglig godt nok grunnlag til å kunne gis noen vekt i den samfunnsøkonomiske analysen. Det er for disse hverken funnet empirisk belegg eller gode nok argumenter for på en systematisk måte å kunne vurdere disse som ikke-prissatte virkninger som vil ha en effekt som er stor nok til å kunne skille mellom alternativene. Disse evt. tilleggsvirkningene oppsummeres derfor ikke i konklusjonen av analysen.

En tilleggseffekt knyttet til Norges omdømme ved å velge ulike løsninger er vurdert men ikke lagt til grunn for rangering av alternativer. I tillegg er det identifisert en del lokale effekter og ringvirkninger.

## Internasjonalt omdømme

Omdømmeeffekter vil trolig ikke få økonomiske sanksjoner men det kan tenkes at det kan redusere Norges forhandlingsposisjon når det gjelder andre lands behandling av nukleære spørsmål. Det er stor usikkerhet knyttet til reell effekt og internasjonalt omdømme er ikke tillagt noen vekt i vurderingen.

Tabell 5-10 oppsummerer vurderingene av påvirkning på internasjonalt omdømme ved de ulike alternativene sammenlignet med referansealternativet.

**Tabell 5-10 Vurdering av påvirkning på internasjonalt omdømme**

	Kontrollert område		Friklasset område	
	1C:Nukleær virksomhet	3:Forsegling	1B:Annen næringsvirksomhet	1A:Ubegrenset bruk
<i>Halden/Kjeller</i>	Uendret - Lik som i referansealternativet	Dårligere - En strategi som ikke anbefales av IAEA med mindre man ikke har andre forsvarlige løsninger (kun Kjeller)	Bedre - Akseptert og vanlig løsning	Bedre - Beste praksis

Erfaringer fra andre land tilsier at en vanlig løsning er at alle nukleære anlegg friklasses men at bygningene blir stående og benyttes til annen næringsvirksomhet (ca. 30 % av forskningsreaktorer), eventuelt at området frigjøres til ubegrenset bruk (ca. 70 % av forskningsreaktorer), jmfør kapittel 4.1.

Forsegling har tidligere blitt sett på som en akseptabel løsning. IAEA er i ferd med å oppdatere sikkerhetsveilederne sine og et utkast av en ny utgave foreligger. I et utkast fra 2013 beskrives forsegling som en mulig strategi kun ved spesielle omstendigheter: *“Entombment, in which all or part of the facility is encased in a structurally long lived material, is not considered a decommissioning strategy and is not an option in case of planned permanent shutdown. It may be considered a solution only under exceptional circumstances, (e.g. following a severe accident).” /D291/*

I oppdatert versjon av IAEA Safety Standards for decommissioning, GSR 6, /D433/ fra 2014 er forsegling tatt bort som mulig strategi.

### **Identifiserte behov som ikke er verdsatt i samfunnsøkonomien**

Her listes mindre identifiserte virkninger som ble identifisert gjennom behovsanalysen men som er fordelings effekter eller så små at de ikke vil påvirke rangeringen.

Økt sysselsetting (ca. 40-60 personer), verdiskapning og aktivitet lokalt i prosjektperioden er en lokal effekt som vil forfordle andre regioner. Fordelingsvirkninger som denne gir ikke en netto samfunnsøkonomisk effekt, men en lokal effekt. Prosjektet vil gå over 3-20 år avhengig av hvilken slutttilstand man velger og hvilken strategi for organisering og gjennomføring.

Det er vanlig i IAEA å vektlegge teknologisk kompetanseheving. I Norge vil det trolig være redusert behov for kompetansen knyttet til nukleær virksomhet etter nedleggelse av reaktorene. Man kan håpe på noen læringseffekter for dekommisjonering generelt som kan være nyttig, men effekten antas å være liten og ikke stor nok til å skille mellom alternativene.

### **5.2.4 Sensitivitetsanalyse**

I sensitivitetsanalysen er det gjort kontroller for å se hvor robuste resultatene fra dekommisjoneringsanalysen er for endringer i inngangsverdier eller ulike antagelser. Hvert delkapittel omhandler slike mulige endringer.

### **Utsettelse av demontering eller umiddelbar igangsetting**

Ved strategien «utsatt demontering» utsettes demonteringsprosessen ved at anlegget holdes i en sikker tilstand over noen år i påvente av radioaktivt henfall. Strategien kan innebære at en gjør noe dekontaminering eller demontering, men at store deler av anlegget vil bli stående under oppsyn i en lenger tidsperiode før oppstart.

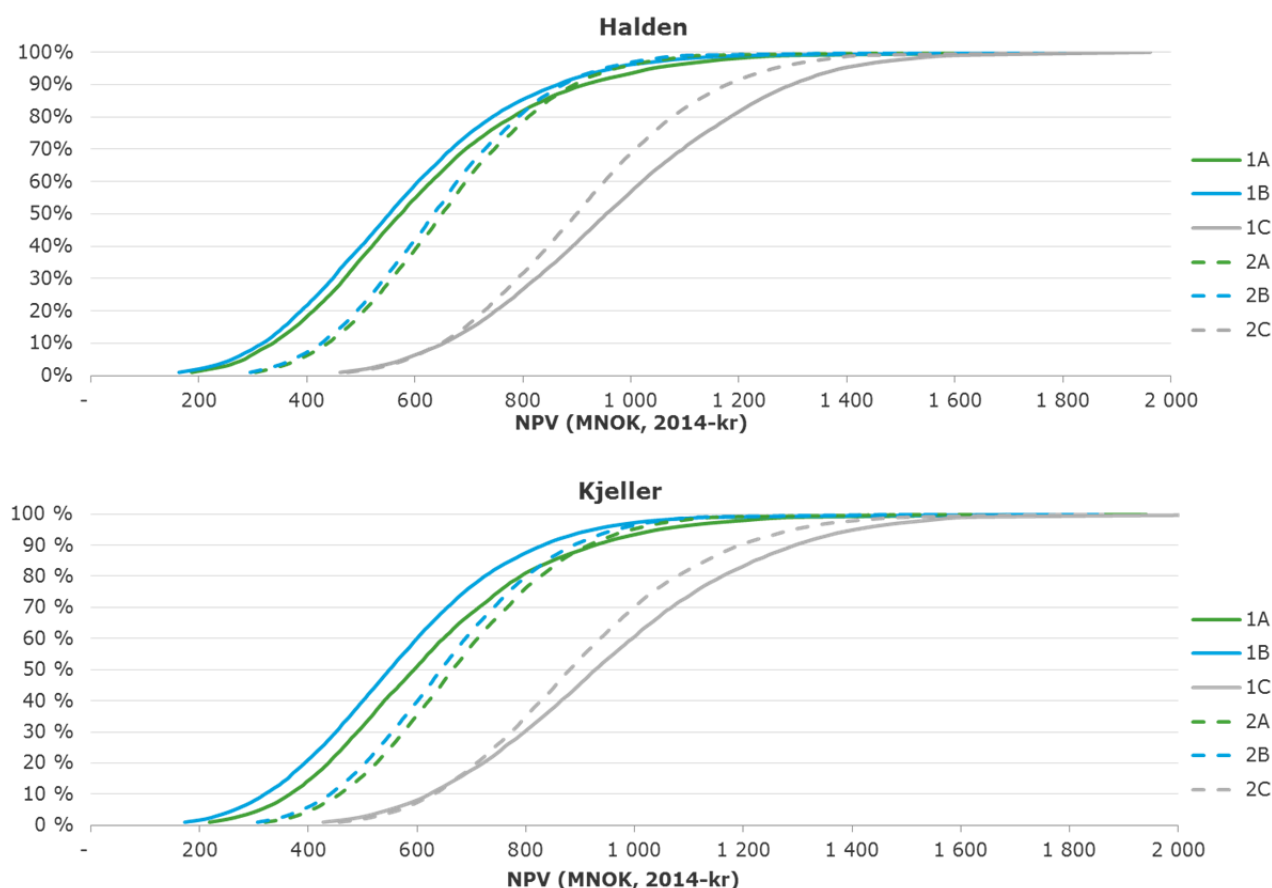
Ved utsatt demontering vil radioaktivt henfall over tid direkte føre til en reduksjon i nivået av radiologisk risiko fra demonteringsaktiviteter både for arbeidere og publikum. I tillegg vil det føre til mindre radioaktivt avfall. Allikevel må disse fordelene balanseres med noen negative effekter. Høy alder eller manglende vedlikehold av bygningene kan gi behov for restaurering av bygningene før den nukleære demonteringen kan påbegynnes, for at arbeidsplassen ikke skal bli utrygg for de som jobber der. Ved en lengre utsettelse vil man få tap av kompetanse og kjennskap til anleggene. /D434/ Personalet kan bli en del av prosjektgruppen.

IAEA anbefaler at man starter dekommisjoneringen med en gang. I den danske dekommisjoneringen av anleggene på Risø ble det undersøkt om det hadde noen hensikt å vente, men der ble det argumentert for at den mulige reduksjonen av stråling var liten og at steder med høy stråling uansett må bruke avanserte fjernstyrte apparater selv om man venter på henfall. Det ble også uttrykt bekymring om tap



av kompetanse som følge av Danmarks begrensede nukleære miljø. En tilsvarende bekymring vil gjelde for Norge.

Figur 5-4 viser nåverdi av alternativene i Halden ved utsatt demontering. Figuren viser at det er relativt lite å spare på en utsettelse. I tillegg vil man ikke få ut nytteverdiene, spesielt bruksverdien før prosjektet er gjennomført.



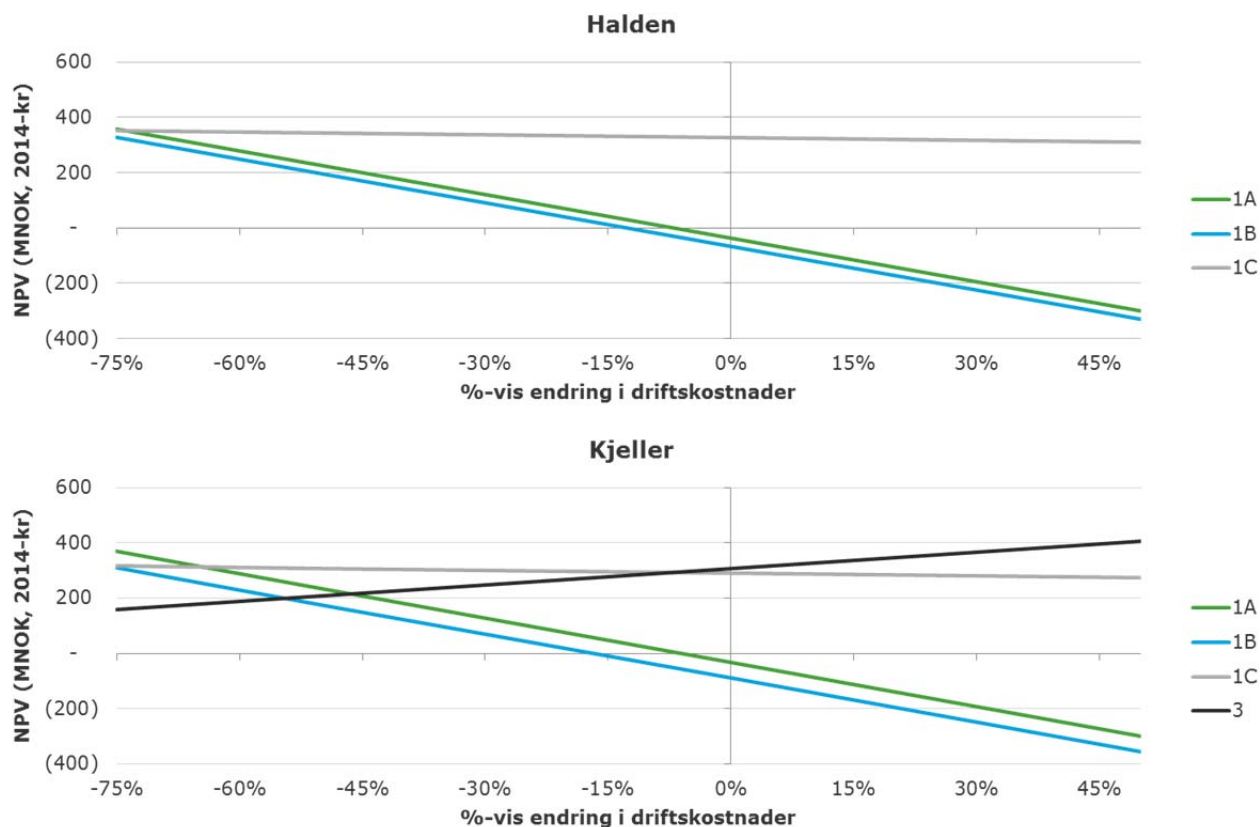
**Figur 5-4 S-kurver for alternativer i henholdsvis Halden og på Kjeller. Stiplede linjer representerer nåverdi ved utsatt demontering.**

Det er lagt til grunn at tiltakene i referansealternativet 0: Ingen ny bruk gjennomføres direkte. Det innebærer at brensel tas ut av reaktoren, deretter blir områdene værende i tilstanden 0: Ingen ny bruk i 40 år hvoretter dekommisjonering til slutttilstanden 1C: Nukleær virksomhet; 1B: Annen næringsvirksomhet eller 1A: Ubegrenset bruk gjennomføres. Resultatet viser at rangeringen av alternativene ikke endrer seg ved en utsettelse av dekommisjoneringen. De vil nærme seg hverandre da forskjellen i driftskostnader vil gjelde over en kortere tid og komme på et senere tidspunkt.

Manglende finansiering, manglende lagerkapasitet eller uklart friklassingsregime kan være årsaker som tvinger frem en utsatt oppstart til tross for at man ikke ønsker det. Ved manglende lagerkapasitet kan man teknisk gjennomføre store deler av demonteringen, men vente med lageret til slutt. Dersom brenselet flyttes over i transportable beholdere vil dette lette jobben når en løsning er på plass og de er klare for å flyttes.

## Hvor robuste er resultatene for endringer i driftskostnader?

Kontrollregimet som legges rundt driften vil påvirke driftskostnadene. Det er usikkerhet omkring hvordan et eventuelt fremtidig kontrollregime vil se ut og hvilke krav som vil stilles til drift og vedlikehold av områdene i alternativene 0, 1C og 3. Figur 5-5 viser hvordan netto nåverdi relativt til nullalternativet vil slå ut for endringer i driftskostnadene. En negativ NPV i figuren tilsier en besparelse i forhold til referansealternativet.

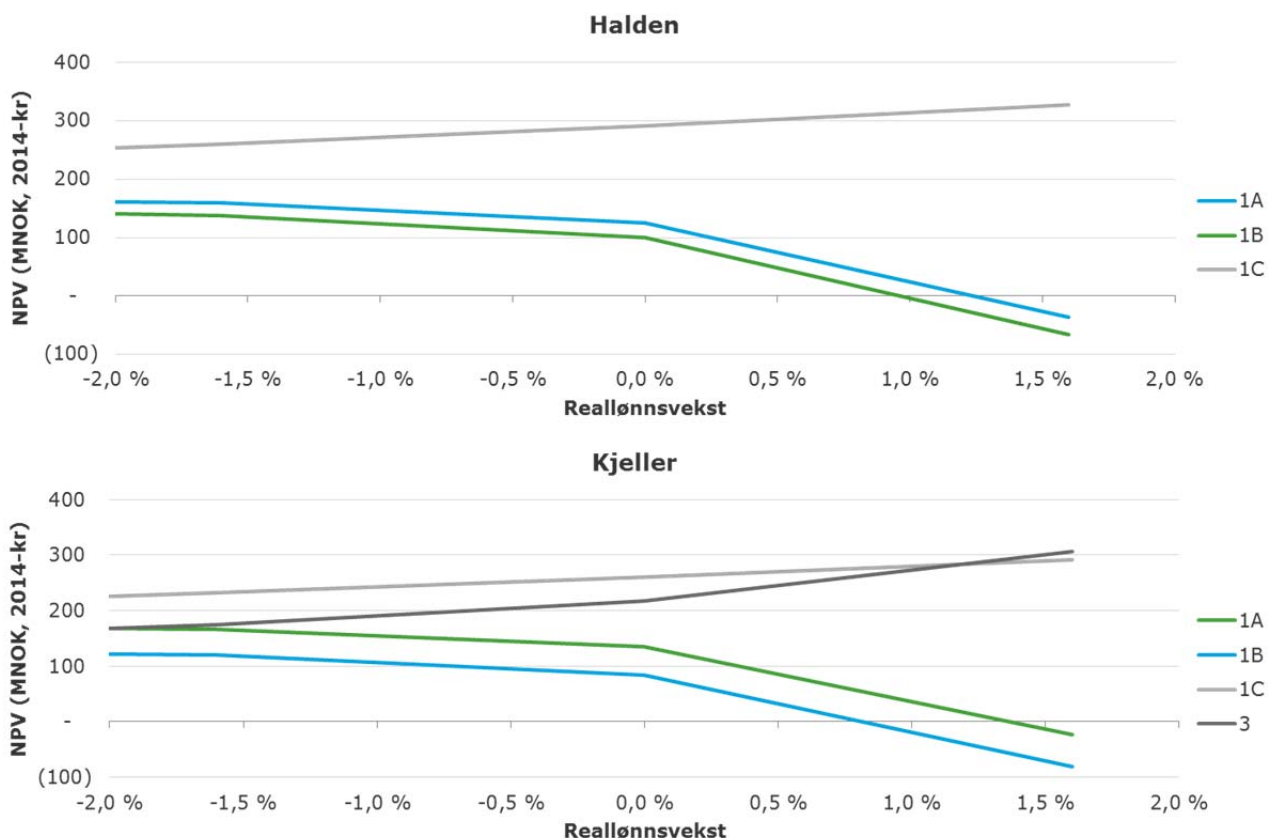


**Figur 5-5 Sensitivitet i nåverdi relativt referansealternativet henholdsvis for alternativene på Kjeller og i Halden ved prosentvis endring i driftskostnadene.**

Ved en reduksjon på 15 % i driftskostnadene vil referansealternativet 0: Ingen ny bruk få en lavere netto samfunnsøkonomisk kostnad enn friklassingsalternativene – det vil si, friklassingsalternativene vil ikke fremstå som de samfunnsøkonomisk mest gunstige alternativene basert på de prissatte virkningene. Ved en halvering av driftskostnadene på Kjeller vil 3: Forsegling rangeres høyere enn friklassingsalternativene og ved en reduksjon større enn 75 % vil 1C: Nukleær virksomhet rangeres høyere. Endring i rangering er da kun basert på netto samfunnsøkonomisk kostnad. De ikke prissatte virkningene vil favorisere friklassingsalternativene, og resultatet anses som relativt robust.

## Hvor robuste er resultatene for endring i reallønnsvekst?

I analysen er det lagt til grunn en gjennomsnittlig reallønnsvekst på 1,6 %. Figur 5-6 viser hvordan den prissatte rangeringen av alternativene endres hvis gjennomsnittlig reallønnsvekst blir lavere. En negativ NPV i figuren tilsier en besparelse i forhold til referansealternativet.



**Figur 5-6. Sensitivitet i nåverdi, relativt referansealternativet, henholdsvis for alternativene i Halden og på Kjeller ved ulike nivå på reallønnsveksten.**

Reallønnsveksten vil påvirke netto samfunnsøkonomisk kostnad og spesielt alternativene som har driftskostnader langt frem i tid. Ved en gjennomsnittlig reallønnsvekst lavere enn rundt 0,7 %, kommer alternative 1B:Annen næringsvirksomhet best ut. Ved lavere reallønnsvekst gagnes referansealternativet 0:Ingen ny bruk og alternativene 1C:Nukleær virksomhet samt 3:Forsegling nærmer seg friklassingsalternativene. En høyere gjennomsnittlig reallønnsvekst enn 1,6 % vil kun forsterke forskjellene mellom alternativene og øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten ved friklassingsalternativene.

## Hvor robuste er resultatene for endring i diskonteringsrenten

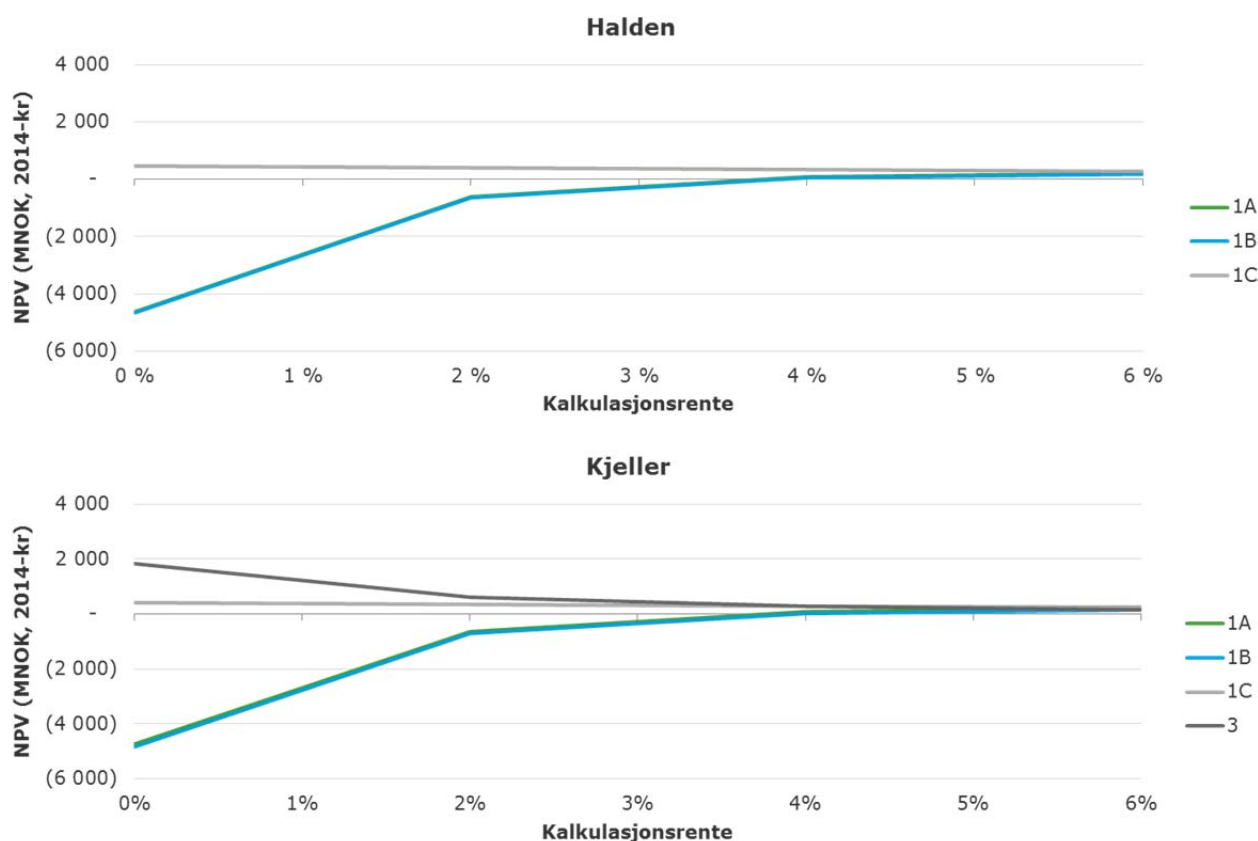
For at kostnader som kommer lenger frem i tid skal være sammenlignbare med kostnader som kommer på et tidligere tidspunkt må alle kostnader neddiskonteres til samme år. For at kostnadene i prosjektet skal kunne sammenlignes med andre prosjekter er det for denne analysen valgt 2014 som sammenlignings-år. Det vil si at alle kostnader som er oppgitt i analysen er i 2014-kroner.

NOU 1997: 27 påpeker at kalkulasjonsrenten er todelt, hvor den ene delen skal ta høyde for avveiningen mellom ulike perioder og den andre delen skal ta høyde for konsekvensene av en usikker framtid. Det kan benyttes en risikofri rente, men da må det korrigeres for den systematiske usikkerheten slik at kalkulasjonsrenten kun fanger opp avveiningen mellom ulike perioder.

Det anbefales i NOU 2012: 16 at man ikke skal gjøre justeringer på systematisk usikkerhet i usikkerhetsanalysen men heller bruke den risikojusterte kalkulasjonsrenten anbefalt av NOUen ved 4 % de første 40 årene, deretter 3 % fra 40-75 år og 2 % i årene deretter. Dette er fordi man skal få et så likt sammenligningsgrunnlag mellom de ulike offentlige prosjektene som mulig. Nivået på kalkulasjonsrenta etterprøves i sensitivitetsanalysen.

I analysen er det lagt til grunn en fallende diskonteringsrente med 4 % de første 40 årene, 3 % fra år 40 til år 75 og 2 % fra år 75 til år 100.

Figur 5-7 viser hvordan den prissatte rangeringen av alternativene ville endres ved forskjellige diskonteringsrentesatser. En negativ NPV i figuren tilsier en besparelse i forhold til referansealternativet.



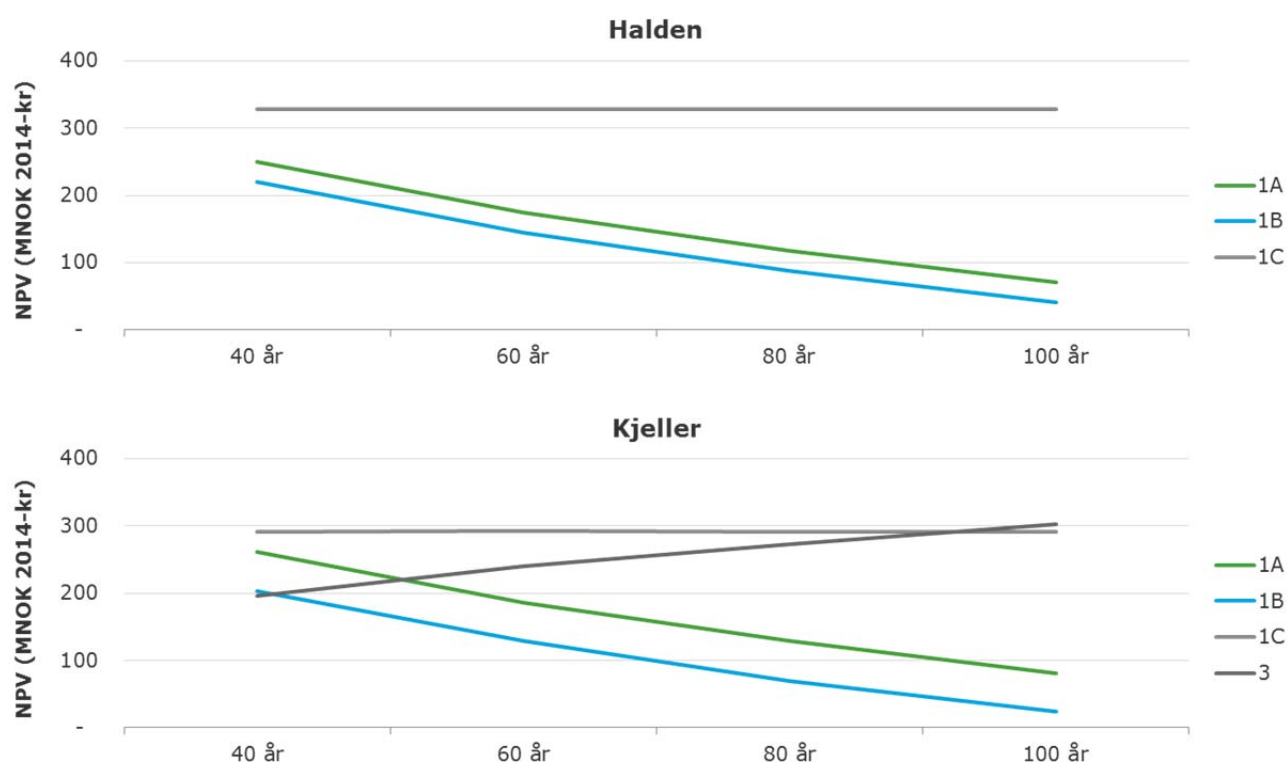
**Figur 5-7. Sensitivitet i nåverdi, relativt referansealternativet, henholdsvis for alternativene i Halden og på Kjeller ved endring i diskonteringsrenten.**

Begge friklassingsalternativene kommer best ut ved en diskonteringsrente lavere enn 4 % og viser en samfunnsøkonomisk gevinst relativt til referansealternativet 0: Ingen ny bruk. Ved en diskonteringsrente

høyere enn omkring 4 % nærmer referansealternativet seg friklassingsalternativene og kommer marginalt bedre ut. Friklassingsalternativene vil fortsatt være rangert høyest, men med ikke lenger ha en positiv nettogevinst i forhold til referansealternativet.

### Hvor robuste er resultatene for endring i analyseperioden og restverdi

I den samfunnsøkonomiske analysen er det lagt til grunn en analyseperiode på 100 år med en restverdibetraktning (restkostnad i dette tilfellet). Når man tar hensyn til restkostnad vil en kortere eller lengre analyseperiode ikke påvirke resultatene. Dersom man ikke hadde tatt høyde for restkostnaden ville derimot valg av analyseperiode være avgjørende for rangeringen av alternativene. Figur 5-8 viser hvordan netto samfunnsøkonomisk kostnad relativt til referansealternativet endres hvis det ikke tas høyde for alternativenes restkostnad. En negativ NPV i figuren tilsier en besparelse i forhold til referansealternativet.



**Figur 5-8 Sensitivitet i nåverdi, relativt referansealternativet, henholdsvis for alternativene i Halden og på Kjeller ved kortere eller lengre analyseperiode.**

Dersom restkostnad ikke inkluderes i analysen vil referansealternativet 0: Ingen ny bruk få en lavere netto samfunnsøkonomisk kostnad sammenlignet med friklassingsalternativene. Først ved en analyseperiode på kortere enn 50 år vil rangeringen, basert på prissatte virkninger, mellom øvrige alternativer kunne endres. Det er driftskostnadene over mange år som gjør at det å friklasse områdene kommer best ut i analysen. En reduksjon av analyseperioden til under 50 år uten at man ser på restkostnad vil få resultatene til å fremstå annerledes.

### Endringer i anbefalt avfallskonsept ved ulike tidspunkter for nedstengning

Kapittel 4.7 beskriver ulike konsepter for håndtering av avfall fra dekommisjoneringen som er utredet i Task 3 - Management of radioactive and potentially radioactive materials i Vedlegg 3. Basert på en kostnadsestimering som viser at konsept «b full resirkulering utenfor anlegg» er det billigste samtidig som gir størst miljøgevinst, er alternativene i KVUen definert med dette. Ved å legge et annet konsept til

grunn vil alternativene som har minst ARA styrkes, det vil si 3:Forsegling og 1C:Nukleær virksomhet. Valg av et annet konsept for avfallsbehandling vil allikevel ikke endre rangeringen av alternativene.

Anbefalingen om at avfallsstrategi b) er mest kostnadseffektiv baserer seg på en beregning av de to anleggene enkeltvis. Dersom de to reaktorene dekommisjoneres samtidig bør en revurdere strategi for avfallshåndtering. Det kan være mulig at alternativet med å behandle og resirkulere annet radioaktivt avfall på anlegg gir stordriftsfordeler når man bygger opp et felles anlegg for avfallshåndtering for de to lokasjonene samtidig.

### 5.3 Bør brukt brensel fjernes fra Kjeller og Halden ved nedstenging av reaktorene?

Dette kapittelet oppsummerer konklusjoner fra KVV for Oppbevaring som er relevante for valg av dekommisjoneringsnivå.

Ved en beslutning om å legge lager for brukt brensel til enten Kjeller eller Halden vil arealet båndlegges til nukleær virksomhet og dermed alternativet 1C:Nukleær virksomhet som inkluderer lager for BB. I KVV for Oppbevaring er det gjort en vurdering av hvilken strategi for oppbevaring av brukt brensel som er mest samfunnsøkonomisk lønnsom – med andre ord, hvorvidt brenselet bør flyttes fra områdene eller ikke.

En hovedkonklusjon er at brukt brensel bør samles på så få lokasjoner som mulig. Dette følger av at det er betydelige kostnadsbesparelser knyttet til overvåkning, drift og vedlikehold av oppbevaringsløsning for brukt brensel. Referansealternativet i KVV for Oppbevaring er at lagrene blir liggende separat på Kjeller og i Halden som i dag, men med nødvendige investeringer i nye lagre og casks for det ustabile brukte brenselet. Hvis lager for brukt brensel beholdes på begge tomtene etter nedstengning vil begge arealene båndlegges og samtidig må drift på to lokasjoner opprettholdes. Det vil være lite hensiktsmessig, både sett ut fra et kostnadssynspunkt og sikkerhetsmessig. Hvis det antas fortsatt drift ved et av anleggene ut over 2060, vil det rent økonomisk lønne seg å ha lager for brukt brensel på denne lokasjonen i tilknytning til driften.

Anbefalt løsning for oppbevaring av BB vil avhenge av varighet av reaktordrift. Ved en nedstengning av begge reaktorene i løpet av de nærmeste tiår viser analysen at den samfunnsøkonomisk mest lønnsomme løsningen er at alt brukt brensel sendes til repressering i utlandet. Avfallet som kommer tilbake fra en repressering er anbefalt oppbevart samlokalisert med et deponi for annet radioaktivt avfall – dvs. enten i KLDRA Himdalen ved en utvidelse av dette, eller i et nytt anlegg for tilsvarende kategori avfall når kapasiteten av Himdalen nås.

Tabell 5-11 viser rangering av alternativene basert på den samfunnsøkonomiske analysen i KVV for Oppbevaring.

**Tabell 5-11 Rangering av alternativer ved ulike scenarioer for reaktordrift, der 1 er best (KVV for Oppbevaring)**

Scenario	Referanse- alternativ	Alt. 1 Samlager i Norge	Alt. 2 Deponi i Norge	Alt. 3 Internasj. samarbeid	Alt. 4 Repressere alt brensel
<i>Tidlig nedstengning av reaktordriften</i>	3	2	5	3	<b>1</b>
<i>Reaktordrift på én lokasjon. Tidlig nedstengning av den andre</i>	3	<b>1</b>	5	4	2

I en situasjon hvor det ikke er aktuelt med repressering utgår alternativene 2, 3 og 4 i tabellen grunnet det ustabile brenselet og kun Referansealternativet og Alternativ 1 gjenstår. Forutsatt dagens kjente teknologi vil det i prinsippet være nødvendig med lagring av brukt brensel i Norge i et evighetsperspektiv. Det er da et spørsmål knyttet til om brukt brensel bør oppbevares på Kjeller og/eller i Halden eller på annen lokasjon. I KVV for Oppbevaring diskuteres dette.

Ved en strategi for lagring av brukt brensel kan man for eksempel velge fjellhall på ny lokasjon eller industribygg i Halden eller på Kjeller. Dersom lageret etableres i Halden eller på Kjeller vil bruken av området defineres som 1C:Nukleær virksomhet med lager for brukt brensel.

**Tabell 5-12 Sammenligning av ulike lokasjoner under alternativ 1 Samlagring (KVV for Oppbevaring)**

	<b>Alternativ 1a) Ny lokasjon</b>	<b>Alternativ 1b) Halden</b>	<b>Alternativ 1c) Kjeller</b>
<b>Netto samfunnsøkonomisk kostnad<sup>17</sup></b>	<b>-298</b>	<b>-563</b>	<b>-554</b>
Investerings- og behandlingskostnader	193	29	102
Dekommisjoneringskostnader	172	95	77
Overvåkning, drift og vedlikehold	-612	-592	-640
Skattefinansieringskostnad	-51	-94	-93
<b>Ikke-prissatte virkninger</b>			
Frigjøring av areal	<i>Frigjøring av areal på Kjeller og i Halden</i>	<i>Frigjøring av areal på Kjeller.</i>	<i>Frigjøring av areal i Halden</i>
Eksterne virkninger	<i>Båndlegging av nytt lager på ny lokasjon</i>	<i>Uendret</i>	<i>Uendret</i>

Analysen i KVV for Oppbevaring viser en potensiell besparelse på i størrelsesorden MNOK 250 inklusive dekommisjoneringskostnader ved å benytte Halden eller Kjeller-tomtene til dette formålet. Den mulige besparelsen er allikevel liten i forhold til usikkerheten i estimatene, og anses ikke som tilstrekkelig for en entydig konklusjon. Det er heller ikke tatt inn i beregningen hvilken kostnadsbesparelse for drift man kan få ved å samlokalisere et lager for brukt brensel med et deponi for annet radioaktivt avfall. Ikke prissatte virkninger omkring bruksverdi for områdene sammenlignet med mindre sentrumsnære områder må også vurderes ved en slik beslutning.

Ved valg av Kjeller som lokasjon for lager for brukt brensel vil man grunnet størrelsen på området kunne se for seg et blandingsalternativ. Store deler av tomten kan trolig friklasseres og frigjøres til annen bruk ved en segmentering og ny inndeling av arealet. Dette må være basert på en optimering tilpasset planlagt bruk.

<sup>17</sup> Sammenlignet med referansealternativet i KVV for oppbevaring, som er å beholde eksisterende mellomager på begge anleggene slik de ligger i dag.



## 6 KOSTNADEN AV DEKOMMISSJONERINGSPROSJEKTET

Det er utarbeidet detaljerte «task-rapporter» i vedlegg til KVUen på inventering, gjennomføring og kostnadsberegning av dekommissjoneringen. KVUen dekker i tillegg en usikkerhetsanalyse der resultatene fra taskene tilpasses til norske forhold og som søker å ta høyde for usikkerheten som ligger rundt reell gjennomføring og de kostandskonsekvenser det kan ha.

Det er stor usikkerhet omkring estimerer på dekommissjoneringskostnad da det er få tilgjengelige egentlige erfaringstall på verdensbasis. Det eksisterer mange estimerer på ulike anlegg der dekommissjonering ikke ennå er ferdigstilt, og flere av estimatene refererer til hverandre /D400/. I tillegg er mange tall vanskelig sammenlignbare med Norges to forskningsreaktorer. Dette kapittelet presenterer kostnadsestimatene fra KVU-analysen og viser deretter en nøkkeltallssammenligning for kostnadstall for dekommissjonering av forskningsreaktorer på verdensbasis.

### 6.1 Estimert dekommissjoneringskostnad

Investeringskostnaden dekker alle kostnader til å planlegge og gjennomføre dekommissjoneringsprosjektet fra tidspunkt for nedstengning. Beregning av samfunnsøkonomisk kostnad bygger på disse tallene. Sammenlignet med samfunnsøkonomisk kostnad inneholder kostnadsestimatet ikke kostnad ved skattefinansiering eller drift- og vedlikeholdskostnader etter gjennomført dekommissjoneringsprosjekt. Her er kun investeringskostnaden inkludert, og det er dermed ikke beregnet nåverdi.

Estimert dekommissjoneringskostnad for alternativene i Halden og på Kjeller inkluderer kostnader til tørking, pakking og transport av brukt brensel fra lagrene for brukt brensel. Beholdere for BB samt kostnader og virkninger knyttet til oppbevaring av brukt brensel er dekket i KVU for Oppbevaring og varierer sterkt basert på de ulike strategiene som beregnes der. Investeringskostnad for løsning for brukt brensel vil være mellom 300 og 1 700 MNOK<sup>18</sup>, avhengig av hvilken løsning som velges. For detaljer omkring disse kostnadsestimatene henvises det til KVU for Oppbevaring. Estimater i 1A, B og 3 på Kjeller inkluderer også en kostnad på ca. 10 MNOK ved å bygge opp nytt anlegg for behandling av radioaktivt avfall da et slikt anlegg må erstattes ved en nedleggelse, for å dekke Norges behov for håndtering av radioaktivt avfall.

Tabell 6-1 viser en oversikt over kostnadstallene ved de ulike alternativene i Halden og på Kjeller. Det relative standardavviket (Rel.  $\sigma$ ) er standardavviket delt på forventet kostnad og er et mål på usikkerheten i estimatet.

Basisestimatet i Tabell 6-1 er basert på Westinghouses estimat i Vedlegg 4, men justert for kostnader for håndtering av brukt brensel og driftskostnader. Dette er gjort ved at to poster er endret; Kostnader for håndtering av brukt brensel (WBS nr. 2.2.3) er erstattet med kostnader for å behandle, pakke og transportere brukt brensel som estimert i KVU for Oppbevaring. For eksempel er Westinghouses basisestimat for alternativ 1A med behandling av RAD utenfor anlegget, MNOK 1 357 i Vedlegg 4. Basisestimatet justeres ved at kostnadspost 2.2.3 i Westinghouses estimat, på ca. MNOK 834 (MSEK 917), trekkes fra og kostnader for tørking, pakking og transport av brukt brensel legges til (ca. MNOK 17). Basisestimatet, som presentert i Tabell 6-1, blir dermed etter justering MNOK 541. I tillegg er driftskostnader tatt ut i de alternativer som inkluderer slike kostnader (WBS nr. 5.6 for alternativ 0 og 1C eller 6.3-6.5 for alternativ 3).

<sup>18</sup> I tillegg til kostnadene som ligger i dekommissjoneringsestimater tilkommer investeringskostnad i beholdere for BB. Hvis ingen repressering gjennomføres er det i tillegg sannsynlig at brenselet i JEEP I stavbrønn også må tørkes. Tørking av brenselet i JEEP I stavbrønn er inkludert i alternativene uten repressering i KVU for oppbevaring.

**Tabell 6-1 Oversikt over kostnadstall ved de ulike alternativene i Halden og på Kjeller, MNOK i 2014-kr.**

		Basis- estimat	Forv. verdi	p15	p85	$\sigma$	Rel. $\sigma$
<i>Halden</i>	1A: Ubegrenset bruk	541	757	446	1 071	315	42 %
	1B: Annen næringsvirks.	515	698	421	978	278	40 %
	1C: Nukleær virksomhet	499	566	357	778	210	37 %
	0: Ingen ny bruk	121	143	99	188	45	32 %
<i>Kjeller</i>	1A: Ubegrenset bruk	555	759	474	1 052	291	38 %
	1B: Annen næringsvirks.	535	674	420	931	255	38 %
	1C: Nukleær virksomhet	471	517	322	715	195	38 %
	0: Ingen ny bruk	128	150	100	201	52	35 %
	3: Forsegling	171	288	193	385	95	33 %

Det understrekes at det er stor usikkerhet i estimatene og at analysens detaljeringsgrad ikke er like detaljert som det kan fremstå ut fra detaljene i tallene. KVVU-gruppen har allikevel valgt å ikke avrunde tallene for å unngå å skape forvirring ved addering eller sammenligninger.

I Vedlegg 9 finnes en mer detaljert oversikt over estimerte kostnader pr anlegg.

Det finnes få tilgjengelige og sammenlignbare ferdigtall fra dekommisjonering av forskningsreaktorer. Basisestimatene i Tabell 6-1 er basert på erfaringstall fra fjerning av brensel og forberedelsesfasen fra Barsebäck i Sverige. De øvrige fasene er basert på estimater og erfaringstall fra andre lignende operasjoner. Det er derfor knyttet stor estimatusikkerhet til beregningen.

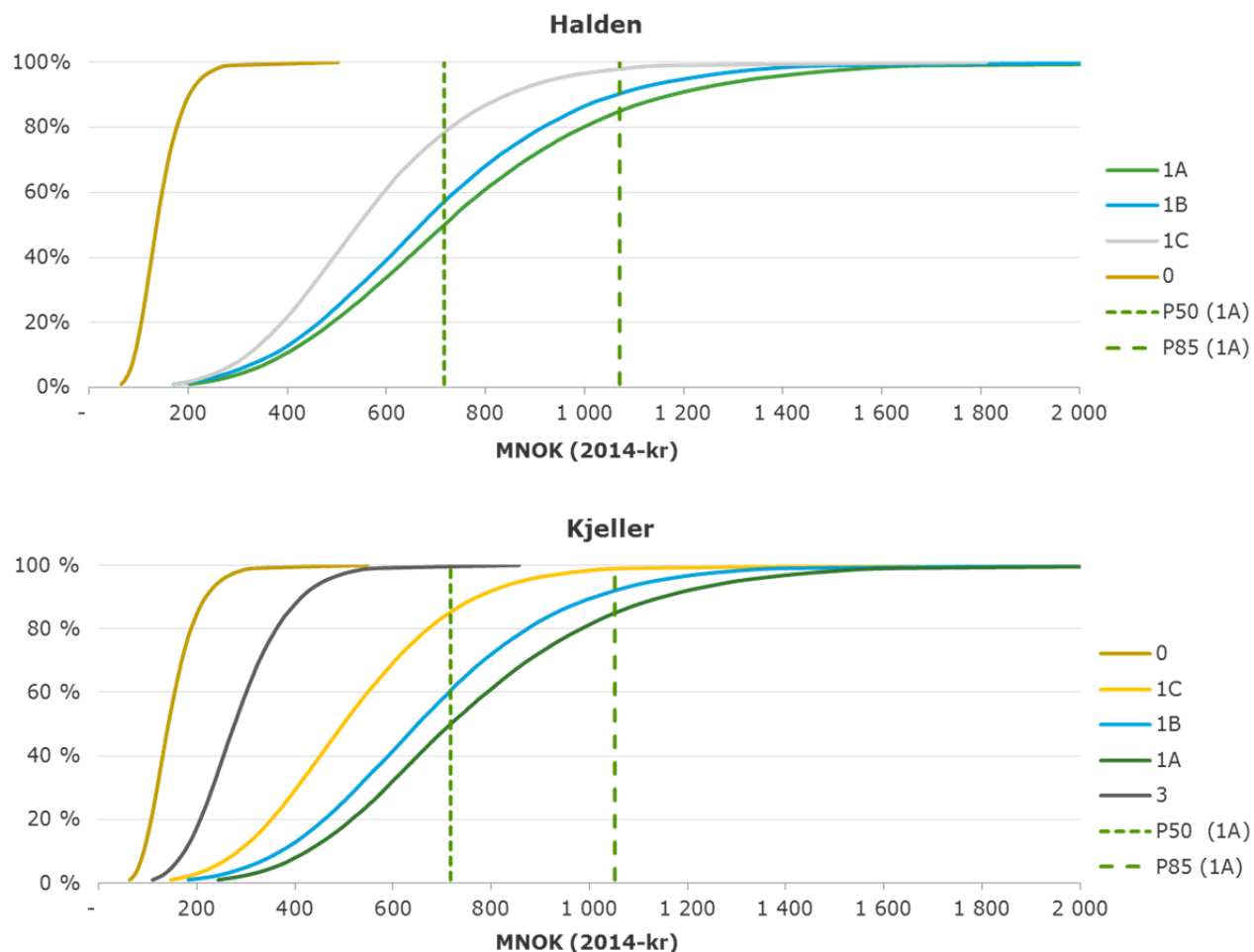
Nuclear Decommissioning Authority (NDA) har på vegne av Svenske Strålsikkerhetsmyndigheten (SSM) vurdert av kostnadsstudier, ved bl.a. Forsmark, som er gjennomført av Westinghouse med samme modell til grunn for beregning som det ligger i basisestimatet for KVVUen /D444/. NDA peker på at beregningene er basert på en god struktur men at den contingency som benyttes ikke dekker opp for all risiko som prosjektet utsettes for. Videre anbefaler NDA at rivningsstudiene bør kompletteres med risikoanalyse for hvert prosjekt. Det svenske selskapet ÅF har i sin rapport /D445/ en liknende konklusjon. De påpeker i tillegg kompleksiteten i denne typen prosjekt og hvor viktig en gjennomtenkt plan samt tydelig rollefordeling mellom bestiller og utfører. ÅF mener at det er mulig kostnadene for prosjektorganisasjonen undervurderes i denne typen beregningsmodell.

Lønnskostnader er en stor del av dekommisjoneringskostnadene - ca. 60 prosent i rapportene som ÅF og NDA har vurdert. Timeprisene som ligger til grunn for studiene er kvalitetssikret av ÅF og anses av dem å ligge på rett nivå. I KVVUen er det justert fra svenske lønnsforhold til norske forhold i usikkerhetsanalysen.

Usikkerheten rundt forutsetninger i beregningsmodellen er delvis ivaretatt gjennom estimatusikkerhet, hvor contingency-påslaget fra task 4 er revurdert og endret til et usikkerhetsspenn. Usikkerhet omkring kostnader knyttet til prosjektorganisasjonen er noe av grunnlaget for usikkerhetsfaktoren om prosjektorganisering som er lagt på i KVVUens usikkerhetsanalyse. Usikkerhetsfaktorene er ment å fange opp usikkerhet omkring eksterne og interne forhold som kan komme til å påvirke

dekommisjoneringsprosjektet. Disse er beskrevet på et konseptuelt nivå i Vedlegg 9. Persentilene p15 og p85 viser usikkerhetsbildet og reflekterer at mange forutsetninger ikke er avklart.

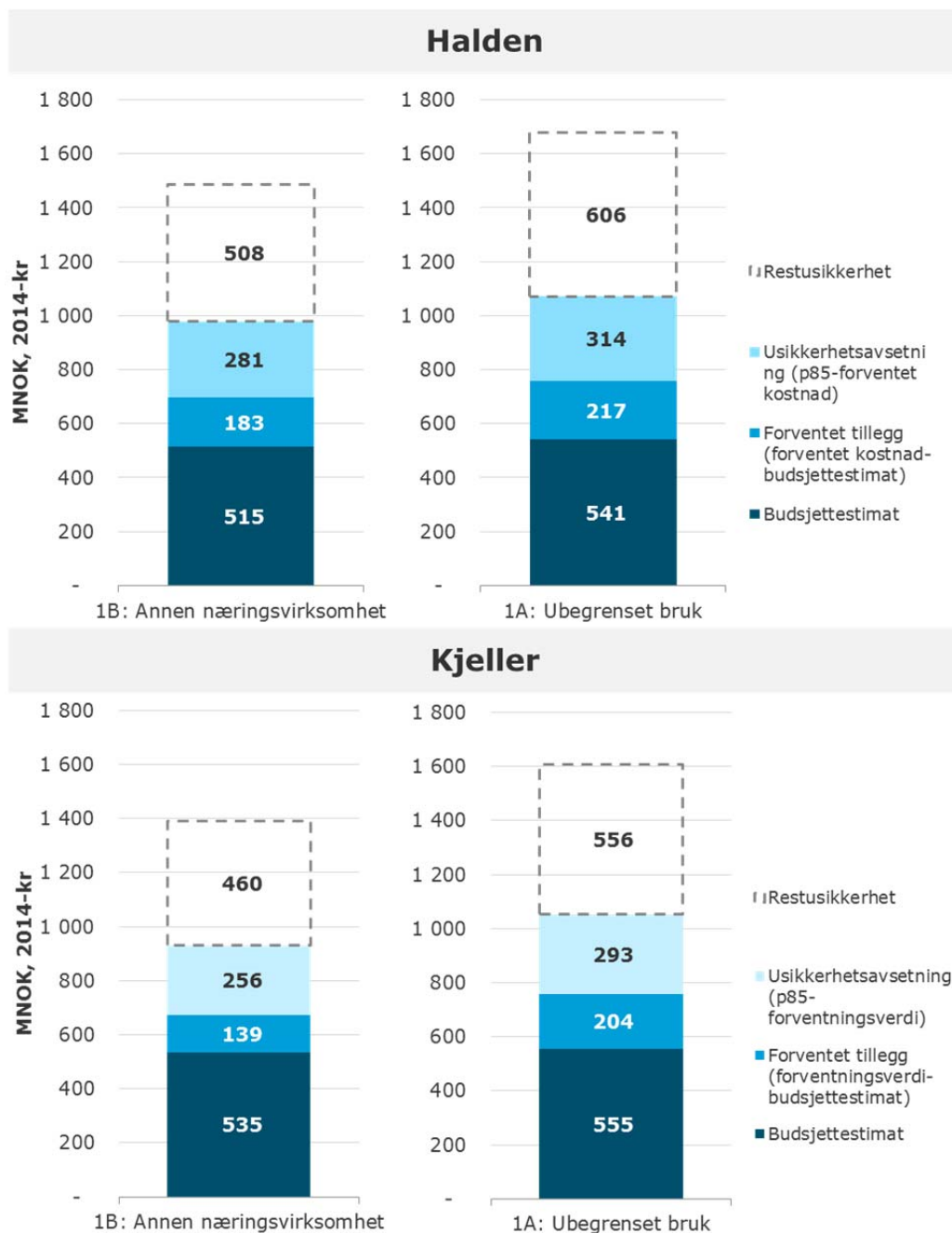
Figur 6-1 viser usikkerheten i estimatet av dekommisjoneringskostnad for de ulike alternativene i Halden og på Kjeller.



**Figur 6-1 S-kurver for dekommisjoneringskostnad henholdsvis for alternativene i Halden og på Kjeller**

Analysen viser at størrelsen på prosjektinvesteringen ved *1A: Ubegrenset bruk* i Halden med 70 % sannsynlighet vil ligge i intervallet MNOK 446 (P15-verdi) til MNOK 1071 (P85-verdi). Forventet prosjektinvestering er MNOK 757. Analysen viser at størrelsen på prosjektinvesteringen ved *1A: Ubegrenset bruk* på Kjeller med 70 % sannsynlighet vil ligge i intervallet MNOK 474 (P15-verdi) til MNOK 1052 (P85-verdi). Forventet prosjektinvestering er MNOK 759.

Figur 6-2 viser usikkerhetsavsetninger for friklassingsalternativene i Halden og på Kjeller.



**Figur 6-2 Usikkerhetsavsetninger for friklassingsalternativene i Halden og på Kjeller.**

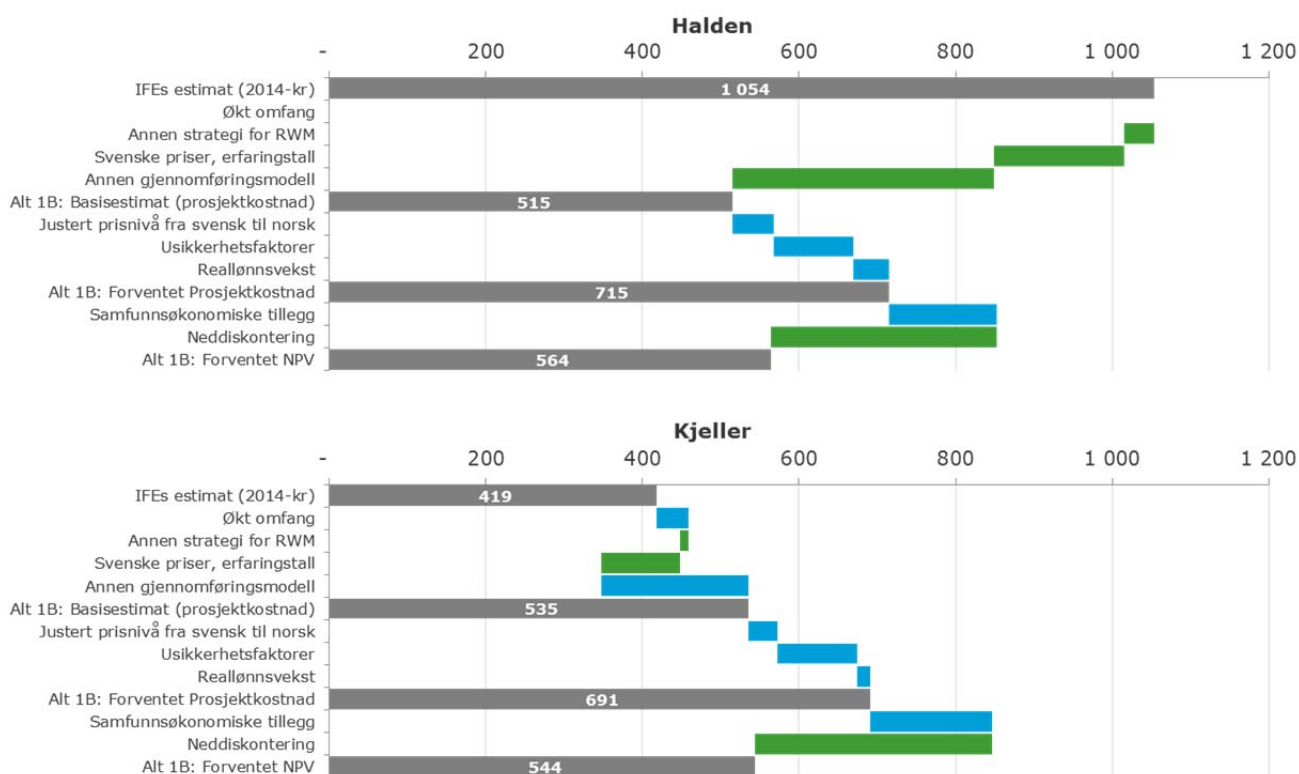
«Budsjettestimert» representeres av basisestimert fra Westinghouses kostnadsestimering justert ved at kostnader for håndtering av brukt brensel (WBS nr. 2.2.3) er erstattet med kostnader for å tørke, pakke og transportere brukt brensel som estimert i KVV for Oppbevaring. Deretter kommer avsetningene som et resultat av usikkerhetsanalysen. «Restusikkerheten» - fra P85 til 100 % er relativt stor. Dette kommer av at resultatfordelingene har «hale». Usikkerhet i estimatene er stor slik det er illustrert i nøkkeltall-sammenligningen i kapittel 6.3.

Det er vanlig praksis ved planlegging å benytte P85-verdi som øvre kostnadsramme for prosjekter.

## 6.2 Sammenligning med IFEs estimater

IFE har i flere omganger utarbeidet egne dekommisjoneringsplaner for Halden og Kjeller. Sist oppdaterte dekommisjoneringsplan er fra 2012. IFE har sett på umiddelbar demontering uten at bygningene rives

slik at alternativet 1B:Annen næringsvirksomhet er mest sammenlignbart. Figur 6-3 viser en sammenligning mellom estimat for alternativ 1B:Annen næringsvirksomhet henholdsvis i Halden og på Kjeller med IFEs egne estimat for dekommisjonering av anleggene i Halden og på Kjeller fra 2012. Grå søyler representerer faktiske estimater, blå søyler representerer en økning i kostnader mens grønne søyler representerer en reduksjon i kostnader. Alle kostnader i Figur 6-3 vises i norske 2014-kroner. Figurene leses ovenfra og nedover, øverst vises IFEs egne estimater.



**Figur 6-3 Sammenligning mellom IFEs kostnadsestimat fra 2012 for dekommisjonering av Halden og Kjeller med resultater fra analysen for alternativ 1B:Annen næringsvirksomhet.**

I Vedlegg 9 finnes en mer detaljert oversikt over estimerte kostnader pr anlegg.

**Om IFEs estimat (2014-kr):** I IFEs dekommisjoneringsplan fra 2012 er kostnaden for dekommisjonering av Halden estimert til MNOK 1005 og for Kjeller MNOK 399 i 2012-kr. Denne kostnaden er justert opp med sesongjustert KPI-JAE til 2014-kr og er for henholdsvis Halden og Kjeller MNOK 1054 og 419.

- Differanse fra IFEs estimat (2014-kr) til Alt 1B Westinghouse Basisestimat:
  - Økt omfang: Omfanget av dekommisjoneringen er noe utvidet i KVUen, den inkluderer kontamineringskontroll av alle anlegg hvor det er vurdert å være risiko for kontaminering. Det er også inkludert kostnader for å rive bygninger og flytte potensielt kontaminerte masser fra området på Kjeller.
  - Annen strategi for RWM: IFEs estimat legger til grunn at alt ARA deponeres direkte i Himdalen mens det i KVUen er lagt til grunn håndtering av det radioaktive avfallet for å minimere behovet for deponering og maksimere gjenbruk av materiale.
  - Svenske priser, erfaringstall: Westinghouses basisestimat er basert på svensk lønnsnivå og erfaringstall fra andre land, fremst Sverige. En stor del av forskjellen i estimatene skyldes dette.
  - Annen gjennomføringsmodell:

- IFEs dekommisjoneringsplan er basert på erfaringer fra oppgraderings og moderniseringsprosjekt som er gjennomført tidligere på anleggene. Basisestimatet er basert på en optimal gjennomføring, noe som fører til lavere kostnader i Halden.
- IFEs kostnadsestimatet for Halden er basert på at brukt brensel lagres i Halden i flere år i påvente av at det pakkes og transporteres vekk. Dette grunnet at det per i dag ikke er tatt noen beslutning gjeldende fremtidig oppbevaring av brukt brensel. /D458/ Basisestimatet for Halden inkluderer ikke lagring av brukt brensel på området under eller i etterkant av dekommisjoneringsplanen, noe som fører til et lavere kostnadsestimat for Halden.
- IFE har lagt til grunn at betongavfall kan lagres i hvelvingen som fyllmasse og ikke i tønner. I basisestimatet er det lagt til grunn at betong pakkes i tønner på samme måte som annet radioaktivt avfall fra dekommisjoneringsplanen. Det fører til høyere kostnader knyttet til lagring av radioaktivt avfall, noe som delvis forklarer økningen i kostnader på Kjeller.

**Om Alt 1B: Westinghouse Basisestimat:** Representerer Westinghouse kostnadsestimat for dekommisjoneringsplan for alternativ 1B av henholdsvis Halden og Kjeller. Bakgrunn for kostnadsestimatet beskrives i Vedlegg 8. Kostnadsestimatet er justert ved at to poster er endret. Kostnader for håndtering av brukt brensel (WBS nr. 2.2.3) er erstattet med kostnader for å tørke, pakke og transportere brukt brensel som estimert i KVVU for Oppbevaring.

- *Differanse fra Alt 1B: Westinghouse Basisestimat til Alt 1B: Forventet prosjektkostnad:*
  - Justert lønnsnivå fra svensk til norsk
  - Usikkerhetsfaktorer: Dekker ulikheter mellom norsk og svensk gjennomføring, usikkerhet rundt reell gjennomføring og de kostandskonsekvenser det kan ha. Dette kan eksempelvis være konklusjoner på enkeltvedtak og usikkerhet omkring om Norge aksepterer betinget friklassing av betong (noe som er mulig i Sverige men foreløpig ikke en opsjon i Norge), se Vedlegg 7. Usikkerhetsfaktorene er videre beskrevet i Vedlegg 9.
  - Reallønnsvekst: I estimatet er det lagt inn en forventet reallønnsvekst på 1,6 % med usikkerhet omkring anslaget.

**Om Alt 1B: Forventet prosjektkostnad:** KVVUens kostnadsestimat for dekommisjoneringsprosjektet, alternativ 1B, i henholdsvis Halden og på Kjeller. Kostnader for håndtering av radioaktivt avfall er beregnet basert på kostnad per tønneekvivalent som lagres i KLDRA, Himdalen. Dette estimatet inkluderer forventet påslag fra usikkerhetsfaktorer.

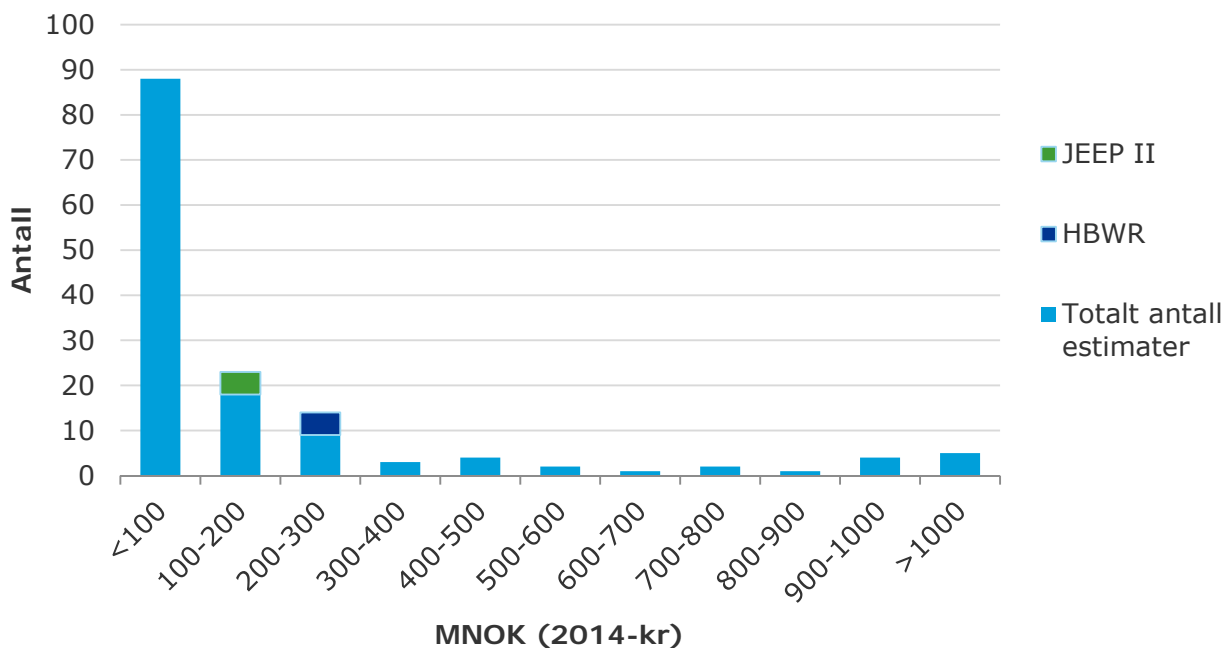
- Differanse fra Alt 1B: Forventet prosjektkostnad til Alt 1B: Forventet NPV:
  - *Samfunnsøkonomiske tillegg:* inkluderer NPV for at lager på bygges tidligere enn ellers, noe som erstatter kostnad per tønne ekvivalent, restkostnad, skattefinansiering og bygg av nytt nasjonalt radavfallsanlegg.
  - *Neddiskontering*

**Om Alt 1B: Forventet NPV:** KVVUens samfunnsøkonomiske kostnadsestimat for dekommisjoneringsplan til alternativ 1B i henholdsvis Halden og på Kjeller. Den samfunnsøkonomiske kostnaden for lagring av radioaktivt avfall ved en dekommisjoneringsplan er beregnet som kostnaden ved at investeringen i nytt eller utvidet lager for RAD kommer tidligere i tid. Dette estimatet inkluderer samfunnsøkonomiske justeringer fra forventet prosjektkostnad og neddiskontering av kostnadene til nåverdi.

Det at forskjellen mellom KVVUens basisestimat for dekommisjoneringsplan av anleggene på Halden og Kjeller er så liten, og i endret rekkefølge sammenlignet med IFEs estimat, skyldes av et større omfang på Kjeller og en vanskeligere demontering av reaktoren i Halden.

### 6.3 Sammenligning med kostnadstall for dekommisjonering av andre forskningsreaktorer

Figur 6-4 viser en sammenligning av preliminære kostnadstall for dekommisjonering av forskningsreaktorer på verdensbasis fra det pågående IAEA-prosjektet DACCORD som skal ferdigstilles i 2015 /D402/. Fortsatt er ikke alle tall kartlagt, men KVUen har sett på det grunnlaget som forelå i september 2014. Kostnadstallene stammer fra reaktorer i USA, Canada, Sveits, Sverige, Danmark, Taiwan, Japan, UK, Belgia, Frankrike, Romania, Tyskland, Nederland, Latvia, Spania, Østerrike og Slovenia. De fleste av tallene er estimater og ikke ferdigstilte prosjekter.



**Figur 6-4 Spredning av kostnadsestimater for dekommisjonering av forskningsreaktorer**

Estimatet for JEEP II vises i rødt. HBWR ligger noe lenger til høyre med et høyere kostnadsestimat. Tallene er vanskelig sammenlignbare da reaktorene er ulike av type, samt at tallene slik de foreligger i dag ikke er basert på samme omfang - enkelte av tallene inneholder kun demontering og riving, og det er dette vi har lagt til grunn i HBWR og JEEPII-tallene som brukes i sammenligningen. Enkelte av tallene inneholder avfallsbehandling og håndtering av brukt brensel, som vil gi tall i en annen størrelsesorden. Grafen illustrerer allikevel at spredningen i kostnader i referansetall er stor og underbygger dermed usikkerheten som ligger i kostnadsestimatene. KVU-gruppen anbefaler at det gjøres en nøkkeltall-sammenligning når de endelige tallene fra DACCORD foreligger.



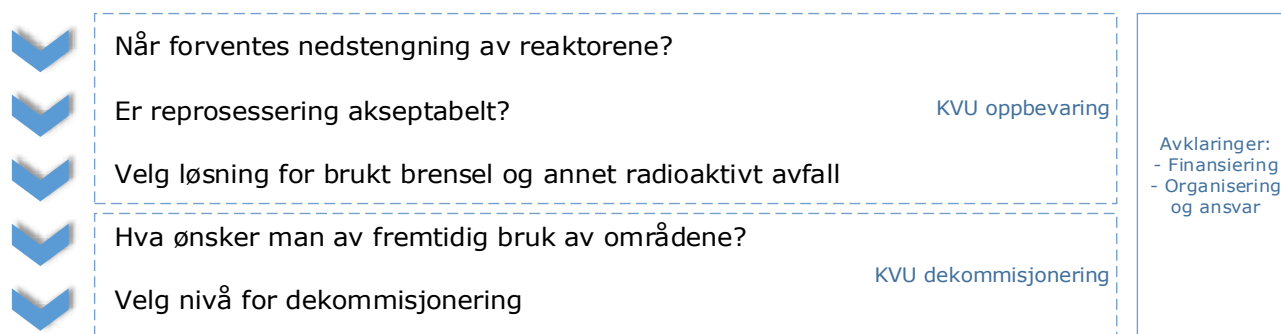
## 7 ANBEFALINGER FOR VIDERE PLANLEGGING

Arbeidet med KVUen har avdekket flere spesielt relevante problemstillinger som det er behov for at ulike aktører tar stilling til og konkluderer på et tidlig tidspunkt. Dette kapittelet oppsummerer de viktigste anbefalingene med hensyn til hva som bør ivaretas som del av det videre arbeidet med å konkludere valg av dekommisjoneringsnivå, og hva som må gjøres for å tilrettelegge for en fremtidig forsvarlig dekommisjonering ved beslutning om nedstengning av en eller begge reaktorene.

### 7.1 Beslutningsstruktur før valg av dekommisjoneringsnivå

Det er flere forhold som bør avklares før man kan beslutte og før man kan igangsette dekommisjonering. Blant annet må finansiering være tilgjengelig og organisering og ansvar må være avklart. I tillegg må andre beslutninger som virker inn på beslutning om dekommisjoneringsnivå tas først. Dette gjelder oppbevaring av brukt brensel og ønsket fremtidig bruk av områdene.

Figur 7-1 viser anbefalt beslutningsstruktur som reflekterer sammenhengen mellom de to KVUene.



**Figur 7-1 Beslutningsstruktur**

For å kunne beslutte oppbevaring av brukt brensel må man først vurdere hvor lenge reaktorene skal driftes og hvorvidt repressering er en akseptabel løsning. Repressering som strategi i KVU for Oppbevaring baserer seg på repressering av alt brensel hvis man først beslutter at repressering er en akseptabel løsning. Deretter må ønsket fremtidig bruk av områdene besluttes før man kan velge riktig nivå for dekommisjonering.

Dette beskrives nærmere i de følgende delkapitlene. Avklaringer omkring finansiering og organisering er diskutert i eget notat til NFD /D462/.

### 7.1.1 Valg av strategi for oppbevaring av brukt brensel

Valg av strategi for BB er avhenging av hvor lenge det er planlagt at reaktorene skal driftes, og hvorvidt repressering anses som en akseptabel løsning. Derfor bør disse beslutningene klargjøres først.

En strategi for oppbevaring av BB må avklares før man kan velge nivå for dekommisjonering da en av mulighetene er å legge lager på en av tomtene som i dag er tilknyttet reaktordrift. KVV for Oppbevaring gir beslutningsgrunnlag for dette. Resultater og konklusjoner fra KVV for Oppbevaring som er relevant for dekommisjoneringsnivå er oppsummert i kapittel 5.3. Båndleggelse av arealene til lagring av BB vil styre mulighetsrommet for dekommisjoneringsnivå.

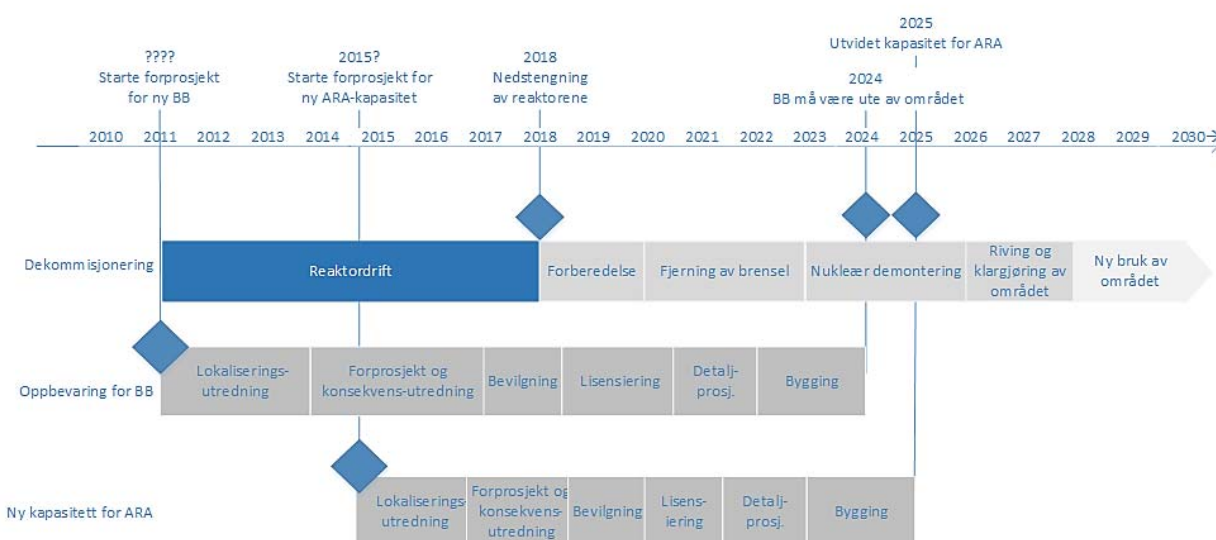
### 7.1.2 Det haster med en beslutning om løsning for brukt brensel og annet radioaktivt avfall

Lagre for brukt brensel ligger i dag på IFEs områder på Kjeller og i Halden, og annet radioaktivt avfall lagres i KLDRA Himdalen. Kapasiteten på lagrene for brukt brensel er snart nådd, og det er usikkert når ny kapasitet vil være tilgjengelig.


Avfallsoversikten som er gjennomført i task 1 Characterisation, categorisation and inventory (Vedlegg 1) i KVVU har konkludert med et større avfallsvolum enn IFEs tidligere dekommisjoneringsplaner; nemlig 4000-5000 tønneekvivalenter der IFE estimerer ca. 3500 (se kapittel 7.2.4).

For å kunne gjennomføre en full dekommisjonering og frigjøre områdene er det behov for et sted å sende de ulike typene avfall. I Sverige opplevde man ved dekommisjonering av Barsebäck at oppstart av dekommisjonering ikke ble godkjent før oppbevaring var avklart. Manglende kapasitet for lagring tvang dermed frem en utsatt demontering.

Figuren nedenfor viser et eksempel basert på et eventuelt ønske om nedstengning i 2018 og umiddelbar demontering, når man velger alternativet samlagring av BB på ny lokasjon. 2018 er valgt som et tilfeldig år for å illustrere et poeng. Figuren viser når prosessene for å etablere oppbevaring av BB og for utvidelse av kapasitet for ARA må igangsettes dersom en legger til grunn 10 års gjennomføringstid for dekommisjoneringen. Til sammenligning bruker man i Danmark ca. 20 år, og hvor lang den reelle gjennomføringstiden blir i Norge er avhengig av flere faktorer.



Figur 7-2 Tidsløp for etablering av ny kapasitet for ARA og BB gitt et eksempel gitt ønske om nedstengning i 2018



Det tok 10 år å etablere Himdalen, derfor er 10 år lagt til grunn for utvidet ARA-kapasitet. Det innebærer oppstart i 2015. Man kan anta at oppbevaringsløsning for BB er mer komplisert og kan ta lenger tid. Det er allikevel stor usikkerhet omkring hvor lang tid dette vil ta. Eksempelet i figuren viser at dette arbeidet muligens burde vært startet opp i 2011.

Det foreligger ingen beslutning om nedstengning av noen av reaktorene i dag. 2018 er valgt som et tilfeldig årstall for å skissere tidslinjen. Det finnes muligheter for å optimere lagring i Himdalen etter en dekommisjonering som kanskje kan utsette tidspunktet der det er behov for utvidet ARA-kapasitet. Det er naturligvis mulig å gjennomføre store deler av dekommisjoneringsprosjektet og utsette dekommisjonering av BB-lagrene, men på den måten vil man ikke kunne frigjøre tomtene.

Regneeksempelet i figuren er ikke en presis beregning, men illustrerer at dersom man ønsker fleksibiliteten til å beslutte nedstengning en gang i nær fremtid bør disse prosessene settes i gang så snart som mulig og planlegges og gjennomføres på en mest mulig effektiv måte.

### 7.1.3 Avklaringer med hensyn til bruk av området

#### Fremtidig utvikling av områdene – lokale hensyn

Endelig valg av dekommisjoneringsnivå avhenger av hva slags bruk området er tiltenkt senere. Dersom man ikke har behov for lager for brukt brensel eller annen nukleær virksomhet på tomtene fremstår friklassingsalternativene 1A:Ubegrenset bruk og 1B:Annen næringsvirksomhet som de samfunnsøkonomisk mest gunstige alternativene. Hvis kostnadsdifferansen mellom de to friklassingsalternativene 1A:Ubegrenset og 1B:Annen næringsvirksomhet er lavere enn samfunnets betalingsvillighet for ubegrenset bruk bør dette velges. Lokale myndigheter og tomteeierne bør involveres tidlig i disse diskusjonene før en beslutning tas. Det understrekes at det vil være dyrere å gå via 1B til 1A enn å gå dit direkte.

Se for øvrig kapittel 2.5 for diskusjoner om behov for fremtidig utvikling av områdene.

#### Avklaring med hensyn til museal etterbruk

Riksantikvaren har uttrykt behov for å utrede mulighetene for museal etterbruk. Riksantikvaren har i møter med IFE uttrykt at begge reaktorene har kulturhistorisk interesse, men at Haldenreaktoren er spesielt interessant som besøksmuseum etter en dekommisjonering sett i sammenheng med industrivirksomheten i Haldenvassdraget.

Hvilke deler av anleggene som må fjernes vil ha betydning for anleggenes museale verdi. Det er usikkert om det vil være mulig å redusere strålenivået til naturlig bakgrunnsnivå og samtidig beholde anleggets museale verdi. Museal etterbruk er dermed ikke fullt ut forenlig med alle alternativene. I dekommisjoneringsplanen til IFE fra 2007 står det at Halden-reaktoren mest sannsynlig ikke vil være mulig å gjøre om til et besøksmuseum, mens det for Kjeller muligens lar seg gjennomføre å lage et besøksmuseum /D078/. Kostnader for å etablere av museum er ikke inkludert i dekommisjoneringskostnaden. En eventuell utredning av museal etterbruk bør inngå i forprosjektfasen og før detaljert planlegging da den vil ha stor innvirkning på dekommisjoneringsplan.

## 7.2 Forutsetninger for en god gjennomføring

Hvordan man organiserer og gjennomfører arbeidet har stor innvirkning på varighet og kostnad. Manglende dokumentasjon og oversikt over tilstand har gitt en stor usikkerhet i estimatene. Uklarhet i lover og regler gir erfaringsmessig store utfordringer i gjennomføringen, og en god håndtering av interessenter kan gi stort utslag. Tornadoplottet i Figur 7-3 viser hvilke usikkerhetsfaktorer som vil kunne påvirke kostnaden ved gjennomføring mest.



**Figur 7-3 Tornado-plott - eksempel fra alternativ 1A: Ubegrenset bruk i MNOK, 2014-kr, Halden**

Figuren viser alle elementer med en effekt på over MNOK 10, for totalkostnaden i alternativ 1A: Ubegrenset bruk henholdsvis i Halden og på Kjeller. Usikkerheter med prefiks «U» er usikkerhetsfaktorer, og resterende elementer er kostnadsposter eller variabler. Størrelsen på søylene representerer hvordan forventningsverdien endres hvis posten endres med ett standardavvik.

I det følgende kommenteres de største enkeltlementene nærmere. Usikkerhetsfaktorene er nærmere beskrevet i Vedlegg 9.

### 7.2.1 Godt definert dekommisjoneringsplan

Ideelt sett vil de siste årene av anleggenes levetid brukes til å sikre at perioden fram mot slutten av levetiden er nøyte planlagt og styrt, samt til å foreta egnede forberedelser for den påfølgende dekommisjoneringen.

I KVUens task 4 Decommissioning program and cost estimat er en total gjennomføringstid på 10 år lagt til grunn. Dette regnes som relativt rask og god praksis. Til sammenligning planlegges det med 20 år for dekommisjonering av Risø-området i Danmark.

Gjennomføringsplanen bør foreligge før et endelig kostnadsestimat kan utarbeides, da kostnadene vil være avhengige av hvordan oppgavene utføres. Hvordan prosjektet planlegges vil variere ut fra i hvor stor grad man bruker egne ressurser eller leier inn spesialkompetanse.

### 7.2.2 Avklaring med hensyn til bemanning av prosjektorganisasjon

I basisestimatet for KVVU (alternativ 1A og 1B) er det lagt til grunn en antatt mest mulig effektiv organisasjon der man holder på nøkkelressurser med kjennskap til anleggene (ca. 10 % av prosjektet), og henter inn en ekstern aktør for prosjektgjennomføring og spesialisert dekommisjoneringsekspertise (ca. 90 % av prosjektet). Dette vil gi en gitt gjennomføringsplan og dermed et gitt estimat. Enkelte velger å gjennomføre prosjektet med egne ressurser. Dette vil gi en noe annerledes gjennomføringsmodell og enkelte andre behov som må dekkes, og et annet estimat. Denne beslutningen må tas før endelig gjennomføringsplan kan etableres og dermed et sikrere kostnadsestimat. I midten av 2020 er det mange anlegg i Europa som er planlagt dekommisjonert, og det er ikke sikkert at eksterne aktører vil være lett tilgjengelige i denne perioden. Estimaten i KVUen reflekterer usikkerheten i typen gjennomføringsorganisasjon som ligger til grunn.

Å benytte egne ressurser er nyttig spesielt i et tilfelle som IFEs anlegg der mye dokumentasjon av historiske anlegg er vanskelig tilgjengelig. Det blir viktig for gjennomføringen å ha med de som har direkte kjennskap til anleggene. Samtidig så kan det å basere seg på den tidligere driftsorganisasjonen

medføre enkelte utfordringer av både psykologisk og organisatorisk karakter. Det å skulle rive ned det man har vært del av å bygge opp og vedlikeholde krever en ekstrem endring av tankesett for å kunne jobbe effektivt med problemstillingen. Erfaringsmessig er det vanskelig å snu en hel driftsorganisasjon til en prosjektkultur som fokuserer på milepæler og leveranser. Ved bruk av kun egne ressurser kan dosegrenser bli en forsinkende faktor. En ekstern leverandør kan forenkle tilgang til verktøy og sikrer at velkjente metoder og teknikker benyttes.

Uansett valg av organiseringsform kan det være hensiktsmessig å mikse medarbeidere med kjennskap til anlegget med medarbeidere utenfra som bidrar med supplerende kompetanse som prosjektstyring og dekommisjonering, til tross for at det fører med seg enkelte utfordringer i det å få de ulike kulturene til å spille sammen.

Å holde på nøkkelressurser gjennom hele prosjektløpet viser seg for mange å bli en stor utfordring. I Danmark har de lagt opp til et omfattende regime der det settes av ca. 200 kDKK hvert år til videreutdanning. Dette gir utviklingsmuligheter til tross for at reaktorene legges ned i Danmark. I tillegg planlegges prosjektløpet opp mot pensjonsprosesser for enkelte ressurser, og det er knyttet en bonus til det å bli prosjektet ut /D430/. Et regime for å beholde nøkkelkompetanse bør være klart før en beslutning om nedstengning kommuniseres.

### 7.2.3 God praksis for prosjektorganisering

Task 4 Decommissioning program and cost estimat (Vedlegg 4) detaljerer prosjektorganisering og forslag til prosjektplan basert på det som anses som internasjonalt god praksis. Det er viktig å etablere organisasjonen for dekommisjoneringen i en tidlig fase. Det vil være kritisk at arbeidere fra forskningssentrene, med nøkkelkompetanse om det aktuelle stedet og dets historie, involveres direkte i organisasjonen. Ansvars- og arbeidsfordeling bør defineres tydelig. I rapporten legges det til grunn at eieren fortsatt vil ha det overordnede ansvaret og ansvar for området, men at alt av større dekommisjoneringsarbeid blir utført som egne prosjekter med egen prosjektledelse og administrasjon.

I KVU-beregningene forutsettes at forskningssentrene vil være driftet av eieren (IFE) med en stab tilpasset de gjeldende aktivitetene. Alle større dekommisjoneringsarbeider vil gjennomføres som prosjekter med egen prosjektledelse og egen administrasjon pr prosjekt. Eieren av fasilitetene (IFE) innehar det overordnede ansvaret for dialog og kontakt med myndigheter og publikum. Organisasjonen for dekommisjoneringen omfatter hovedprosjektleder, hans/hennes ansatte, og en underavdeling som igjen er delt inn i to hovedgrener; en som inkluderer prosjektlederne og annen som inkluderer drifts- og utførende personell. Delen som består av prosjektledere fokuserer på å forberede det fremtidige dekommisjoneringsarbeidet. Den andre delen har to roller; de skal drifte og utføre vedlikehold, og samtidig bistå prosjektlederne med ulik teknisk bistand. Anleggsleder er ansvarlig for driftspersonell og annet personell utenom prosjektlederne. Prosjektlederne rapporterer direkte til hovedprosjektleder. Se task 4 Decommissioning program and cost estimat (Vedlegg 4) for flere detaljer.

### 7.2.4 Kartlegging av mengder og radiologisk inventering

Ved dekommisjonering kreves god kontroll på hva som finnes av radioaktivt materiale på området for å kunne planlegge sikre prosesser for demontering og håndtering av avfallet. IFE oppdaterer jevnlig sine dekommisjoneringsplaner i henhold til Strålevernets krav. Disse er på et relativt overordnet nivå. Det er ikke uvanlig at planene er noe overordnet i en driftsfase, men det er viktig å være klar over at dette gir usikkerhet i kostnadsestimatene. OECD/NEA anbefaler at inventering påbegynnes tidlig for bedre å kunne identifisere eventuelle gap og mangler og kunne rekke å lukke disse i løpet av driftsperioden /D141/.

Kapittel 4.7 beskriver hvordan de underliggende studiene i KVUen bygger egne vurderinger om gjennomføring basert på anleggenes tilstand og kalkulerte mengder av ulike typer materialer. For å vurdere hvordan avfallet fra dekommisjoneringsplanen bør håndteres kreves mer detaljert informasjon enn hva som finnes tilgjengelig i IFEs dekommisjoneringsplaner. Gjennom prosjektet har KVU-gruppen derfor etterspurt en mer detaljert oversikt over mengden og tilstanden på radioaktivt materiale for alle anleggene. Task 1 i vedlegg til denne rapporten gir en full kartlegging av informasjon som er etterspurt og hva som er mottatt og komplett. Informasjon som fremkom i løpet av prosjektet muliggjorde en grov uavhengig vurdering.

KVU-gruppen har stipulert mengder og tilstand for en del elementer basert på erfaringstall fra andre anlegg der hvor informasjonsgrunnlaget ikke har vært tilstrekkelig detaljert. Dette er avsjekket med IFE underveis i prosessen gjennom møter. Omfanget har økt når det har blitt kjent nye bygninger/områder som det kan være nødvendig å gjennomføre dekontaminasjonskontroller av eller dekontamineringstiltak på.

Usikkerheten i inventeringsgrunnlaget kan føre til at kostnadene reelt blir lavere eller høyere enn antatt i KVUens estimat. Studsvik har estimert at mengden prosessutstyr kan være opp til 15 % mer enn antatt, men det er mengden bygningsmateriale og mark som er forbundet med mest usikkerhet. Estimater antas å kunne bli sikrere med mer informasjon tilgjengelig.

I dekommisjoneringsplanene fra 2012 har IFE estimert et behov på ca. 3500 tønnekvivalenter dersom ingenting resirkuleres og alt avfall sendes til lager eller deponi. IFE har også lagt til grunn at betongavfall kan lagres i hvelvingen som fyllmasse og ikke i tønner, slik at man sparer et antall tønner. For samme avfallsstrategi har KVUen estimert ca. 6-7000 tønnekvivalenter inkludert betong, og ca. 4000-5000 uten betong. Tønnekvivalentene i KVUen er fremkommet basert på inventering og radiologisk kartlegging i Task 1 (Vedlegg 5). Det er en relativt stor differanse mellom disse beregningene. Dette bekrefter usikkerheten i grunnlaget og dermed i estimatene.

Tønnekvivalentene er redusert for enkelte avfallsstrategier i Task 3, kapittel C.3 (Vedlegg 7). Ved full resirkulering – avfallsstrategien som legges til grunn i KVUen – ligger ca. 4500 tønnekvivalenter som inkluderer betongavfallet. Betongavfallet utgjør ca. ¼ av tønnene ved full resirkulering.

Både mengder og radiologisk tilstand bør være avklart både for å ha rette forutsetninger til grunn for dekommisjoneringsplanen og for at et godt kostnadsestimat kan foreligge. Dersom det er ønske om et mer presist kostnadsestimat ved videre planlegging av prosjektet anbefales det å etablere en helhetlig inventeringsoversikt. Denne bør oppdateres jevnlig gjennom driftsperioden. For å etablere en god inventering trenger man tilgang til personal med god kjennskap til anleggene. Dersom man venter med detaljert inventering til etter at en beslutning om nedstenging er tatt, er det risiko for å miste nøkkelpersonell før en inventering er ferdigstilt.

## 7.2.5 Avklare usikkerhet knyttet til lover og regler

Usikkerhet knyttet til hvilke krav som vil stilles til friklassing, dosegrenser under prosjektgjennomføringen eller annet vil kunne gjøre planleggingen og gjennomføringen mer komplisert og tidkrevende. Dersom vedtak på enkeltsaker avviker fra det som er antatt under planleggingen kan det bli kostnadsdrivende å endre underveis. Klart og tydelig definert regelverk med forutsigbarhet for aktøren som gjennomfører dekommisjoneringsplanen, gir en effektiv og mer målrettet prosess.

Basisestimatet som ligger til grunn for KVUens kostnadsestimater beregnes i task 4 som legger til grunn en gjennomføring basert på internasjonal beste praksis. Eventuelle kostnadskonsekvenser ved at reell gjennomføring blir mer eller mindre komplisert eller tidkrevende fanges opp i usikkerhetsfaktoren U1 – Lover og regler.

## Friklassing

Erfaringer fra rivningen av Aktiva kemilaboratoriet i Studsvik (ACL) som ble avvirket i 1999-2005 viser at når regelverket ikke er tydelig og definert før detaljert planlegging av prosjektet begynner kan det generere unødvendig arbeid og dermed kostnader. Rivningen av ACL ble startet før de svenske kravene var tilpasset for riving. Dette førte til at man måtte føre en dialog med myndigheter under rivningsprosessen, noe som ble kostnadsdrivende /D425/.

Erfaringer fra andre land tilsier at godkjenningsprosessen for friklassing av området kan være ressurskrevende og kan ta flere år å fullføre /D422/. Enkeltvedtak og uklarhet omkring friklassingsregler gir en usikkerhet knyttet til reell godkjenning når de detaljerte planene skal utarbeides. Dette kan gi fordyrende og forsinkende omarbeid av planer. I tillegg vil enkeltsaksvurderinger forlenge godkjenningsprosessen. Erfaringer fra andre land viser at dersom regelverket er uklart vil dette gi behov for grundigere vurderinger før en løsning eventuelt kan godkjennes. Grundigere vurderinger krever gjerne økt dokumentasjon og lengre behandlingstid.

I Sverige finnes det i dag lover og forskrifter gjeldende:

- Planlegging før og under en dekommisjonering av atomanlegg /D426/
- Friklassningsnivåer for material, spillolje og farlig avfall, lokaler og bygninger samt betingelser for bruk av nuklidspesifikke friklassingsnivåer /D427/

I Sverige finnes ikke friklassingsgrenser for mark. For mark gjelder de friklassingsgrenser som besluttes av Svenske Strålevernmyndigheter i det enkelte tilfellet. Dette oppleves som en utfordring av nukleære aktører i Sverige.

I Norge finnes i dag lover og regelverk som anvendes på området dekommisjonering, men som ikke er spesielt tilpasset dekommisjonering av nukleære anlegg (se kapittel 2.2 for en oversikt). Friklassingen av konkrete anlegg og områder følges opp gjennom enkeltvedtak.

## Dosegrenser

Alle medlemsland i EU har i dag nasjonale regelverk på plass for å beskytte allmennheten og arbeidere i et dekommisjoneringsprosjekt /D404/. Grenseverdiene for stråling beregnes i Norge i dag gjennom summen av bequerel i løpet av et år. Dette er ikke nødvendigvis egnet for planlegging av dekommisjonering, der man ser på hele avviklingsprosessen som helhet. I en lisens for dekommisjoneringen kan et annet nivå for bequerel defineres som dekker hele avviklingsprosessen som helhet og ikke er definert pr år.



## 8 VEDLEGG

KVUen er utarbeidet for å være et tilgjengelig og åpent dokument, og ligger dermed tidvis på et oppsummert nivå. Utfyllende dokumentasjon, beskrivelse av prosess og metode samt underlag for analysene ligger vedlagt.

Vedleggsoversikt:

Vedlegg 1 Task report 1: Characterisation, categorisation and inventory

Vedlegg 2 Task report 2: Dismantling techniques

Vedlegg 3 Task report 3: Management of radioactive and potentially radioactive materials

Vedlegg 4 Task report 4: Decommissioning program and cost estimate

Vedlegg 5: Om konseptvalgutredningen

- Mandat fra NFD
- Arbeidsprosess ved utarbeidelse av konseptvalgutredningen
- Hva er en konseptvalgutredning (KVU)?

Vedlegg 6: Kart – definisjon av alternativenes slutttilstand

Vedlegg 7 – Gjennomføring av interessentanalysen

- Metodegrunnlag for interessentanalysen
- Prosess for innsamling av behov fra interessenter

Vedlegg 8 – Bakgrunn for behovsanalyse

- Utfyllende oppsummering av behov
- Interessentanalyse
- Etterspørsel etter områdene i Halden og på Kjeller
- Nasjonale og internasjonale normer og regler

Vedlegg 9 Usikkerhetsanalyse

- Metoden som ligger til grunn for estimering av kostnader
- Estimatusikkerhet
- Beskrivelse av usikkerhetsfaktorene
- Korrelasjon

Vedlegg 10 Bakgrunn for samfunnsøkonomisk analyse

Vedlegg 11 Referanser

# VEDLEGG 1 TASK REPORT 1: CHARACTERISATION, CATEGORISATION AND INVENTORY

**Studsvik**

STUDSVIK/N-14/280

Study on future decommissioning  
of nuclear facilities in Norway –  
Task 1 Waste Inventory

Tommi Huutoniemi  
Per Lidar

---

Studsvik Report

Protected



Rapporten kan lastes ned i sin helhet på: <https://www.regjeringen.no/nb/tema/naringsliv/forskning-og-innovasjon/kjernefysiske-forskningsreaktorer-og-avf/relevante-dokumenter/id630679/>

# VEDLEGG 2 TASK REPORT 2: DISMANTLING TECHNIQUES



Westinghouse Proprietary Class 2

**Report**  
SEW 13-123, rev 0  
Page 1 of 54

Westinghouse Electric Sweden AB

## Dismantling Techniques

Author, telephone  
Jan Nordin, +46 (0)21-440 18 20

Dept  
WP

Distribution  
DNV GL AS, Studsvik Nuclear AB

Order No  
EE-13-7023

### Abstract

This report describes different dismantling techniques. In general, the techniques have been selected on the basis of previous experience on international decommissioning and segmentation projects. Most of the reactor decommissioning projects have been completed or are in progress in the USA.

The segmentation of the reactor internals are discussed and given the complex nature of the reactor internal components and their expected levels of radioactivity, it is proposed that more than one cutting process is used during their segmentation. One-piece removal and segmentation of the RPV is discussed. Global experience for the RPV disposal has largely been dependent upon the size and weight of the vessel to be disposed of as radioactive waste and the access to a radioactive waste disposal facility that will accept large components. Besides the dismantling of the reactor internals and vessel other components are also discussed e.g. pipes, ventilation, cables and concrete. The final topic of this report deals with demolition techniques which can be used for both contaminated and non-contaminated buildings.

Applicable agreement for transfer of information in this document:	Agreement No DM 13-215
The information in this report is <b>Proprietary:</b> The information contained in this document may only be used for Your own plants. The information may be shared with 3 <sup>rd</sup> parties as needed to support Your plant provided that there is a Non Disclosure Agreement in place.	

### Review and approval status (Organization, name, initials)

Rev No	Prepared	Reviewed	Approved	Date
0	WP Jan Nordin <i>JN</i>	WP Niklas Bergh <i>NB</i>	WP Gunnar Hedin <i>GH</i>	Sep 12, 2014

### Copy to:

This document is the property of and contains Proprietary information owned by Westinghouse Electric Sweden AB and/or its subcontractors and suppliers. It is transmitted to you in confidence and trust, and you agree to treat this document in strict accordance with the terms and conditions of the agreement under which it was provided to you.  
© 2013 Westinghouse Electric Sweden AB. All rights reserved.

WSE 12.1\_B12, rev 5, 2013-01-28

Rapporten kan lastes ned i sin helhet på: <https://www.regjeringen.no/nb/tema/naringsliv/forskning-og-innovasjon/kjernefysiske-forskningsreaktorer-og-avf/relevante-dokumenter/id630679/>

# VEDLEGG 3 TASK REPORT 3: MANAGEMENT OF RADIOACTIVE AND POTENTIALLY RADIOACTIVE MATERIALS

**Studsvik**

STUDSVIK/N-14/281 Rev. 1

Study on future decommissioning of  
nuclear facilities in Norway – Task 3  
Waste management

Per Lidar  
Tommi Huutoniemi

Studsvik Report

Protected



Rapporten kan lastes ned i sin helhet på: <https://www.regjeringen.no/nb/tema/naringsliv/forskning-og-innovasjon/kjernefysiske-forskningsreaktorer-og-avf/relevante-dokumenter/id630679/>

# VEDLEGG 4 TASK REPORT 4: DECOMMISSIONING PROGRAM AND COST ESTIMATE



Westinghouse Proprietary Class 2

**Report**  
SEW 13-112, rev 0  
Page 1 of 29

Westinghouse Electric Sweden AB

## Halden and Kjeller Decommissioning - Task 4 – Cost Estimation

Author, telephone  
Niklas Leveau, +46 (0)21-34 70 23  
Jan Nordin, +46 (0)21-440 18 20

Dept  
WP

Distribution  
DNV-GL, Studsvik Nuclear AB

Order No  
EE-13-7023

### Abstract

This report presents a cost estimate for the decommissioning of the Halden and Kjeller nuclear research facilities. The cost estimate has been done for the decommissioning programme and its main purpose is to serve as input for the KVVU-report made by DNV-GL. The cost is calculated for three decommissioning strategies, three different end states and three different waste management options. In total 18 for Halden and 19 for Kjeller different cost scenarios are calculated. The cost estimate will cover the whole decommissioning project from shutdown of normal operation to hand-over of the site for the chosen end state. Due to insufficient inventory data describing the sites, information from previous studies have been used to some extent, modified to the present conditions. The results are presented in a WBS structure and the internationally accepted ISDC structure.

The results show that the lowest costs are achieved for the immediate dismantling strategy, and the highest costs are for the entombment strategy. The base estimate for all the different alternatives ranges from 1 273 to 1 934 (Halden) and 1 200 to 2 373 (Kjeller) MNOK.

Applicable agreement for transfer of information in this document:	Agreement No: DM 13-215
The information in this report is <b>Proprietary:</b> The information contained in this document may only be used for Your own plants. The information may be shared with 3 <sup>rd</sup> parties as needed to support Your plant provided that there is a Non Disclosure Agreement in place.	

### Review and approval status (Organization, name, initials)

Rev No	Prepared	Reviewed	Approved	Date
0	WP Niklas Leveau WP Jan Nordin	WP Gunnar Hedin	WT Per Lundén	11-09-2014

### Copy to:

This document is the property of and contains Proprietary Information owned by Westinghouse Electric Sweden AB and/or its subcontractors and suppliers. It is transmitted to you in confidence and trust, and you agree to treat this document in strict accordance with the terms and conditions of the agreement under which it was provided to you.  
WSE 12.1\_B12, rev 5, 2013-01-28 © 2013 Westinghouse Electric Sweden AB. All rights reserved.



Westinghouse Proprietary Class 2

**Report**  
SEW 13-111, rev 0  
Page 1 of 24

Westinghouse Electric Sweden AB

## Halden and Kjeller Decommissioning - Task 4 - Decommissioning Programme

Author, telephone  
Niklas Leveau, +46 (0)21-34 70 23  
Jan Nordin, +46 (0)21-440 18 20

Dept  
WP

Distribution  
DNV GL, Studsvik Nuclear AB

Order No  
EE-13-7023

### Abstract

This report presents a general decommissioning programme for the Halden and Kjeller nuclear research facilities. The aim has been to cover all of the important phases during decommissioning, from the initial planning to site restoration. Only structures that contains radioactive parts or has a history of being part of the owner, IFE's, nuclear research programme has been studied.

Three decommissioning strategies have been studied; immediate dismantling, deferred dismantling and entombment. These strategies are in turn divided into three different end-states (unrestricted use, light industry, other nuclear activities) and three different types of waste management (direct disposal, recycling off-site, recycling on site) summing up to a total of 19 separate alternatives.

The expected total duration of the decommissioning programme is about 10 years for each site, while the actual dismantling and demolition period is about 4 years.

Applicable agreement for transfer of information in this document:	Agreement No: DM 13-215
The information in this report is <b>Proprietary:</b> The information contained in this document may only be used for Your own plants. The information may be shared with 3 <sup>rd</sup> parties as needed to support Your plant provided that there is a Non Disclosure Agreement in place.	

### Review and approval status (Organization, name, initials)

Rev No	Prepared	Reviewed	Approved	Date
0	WP Niklas Leveau WP Jan Nordin	WP Niklas Bergh	WP Gunnar Hedin	12-04-2014

### Copy to:

This document is the property of and contains Proprietary Information owned by Westinghouse Electric Sweden AB and/or its subcontractors and suppliers. It is transmitted to you in confidence and trust, and you agree to treat this document in strict accordance with the terms and conditions of the agreement under which it was provided to you.  
WSE 12.1\_B12, rev 5, 2013-01-28 © 2013 Westinghouse Electric Sweden AB. All rights reserved.

Rapporten kan lastes ned i sin helhet på: <https://www.regjeringen.no/nb/tema/naringsliv/forskning-og-innovasjon/kjernefysiske-forskningsreaktorer-og-avf/relevante-dokumenter/id630679/>



## VEDLEGG 5 OM KONSEPTVALGUTREDNINGEN

### Mandat fra NFD

Utlysningen er delt i to deler – 1. Nivå for dekommisjonering, og 2. IFEs del av finansiering av dekommisjonering.

Følgende utsnitt er hentet fra utlysning av oppdraget fra NFD:

«Oppdraget er å utarbeide en fullstendig konseptvalgutredning (KVU) om nivå og kostnader ved fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene på Kjeller og i Halden.

KVUen skal utarbeides som en totalleveranse fra tilbyder i overensstemmelse med Finansdepartementets ordning for kvalitetssikring av store statlige investeringer, og gjennomføres i tråd med forutsetninger og kapittelstruktur for KS 1 som følger av Finansdepartementets rammeavtale av 4. mars 2011 om kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ.

Konseptvalgutredningen skal omfatte alle temaer og tilfredsstillende alle krav som oppstilles i Finansdepartementets rammeavtale for kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ med følgende presiseringer:

Konseptvalgutredningen skal blant annet legge til grunn dekommisjoneringsplanene utarbeidet av IFE per juni 2012. Følgende skal omfattes av konseptvalgutredningen og være gjenstand for en mer dyptgående analyse:

#### 1. Nivå for dekommisjonering

- Utredningen skal vurdere dekommisjonering til alle kjente nivåer, og ut fra følgende parametere:
  - Konsekvensene for miljø, samfunn og næringsliv.
  - Sikkerhetsrisiko (f.eks. tyveri av radioaktive materialer).
  - Kostnader ved alle kjente nivåer for dekommisjonering skal presenteres.
  - Verdien av arealene som frigjøres ved alle kjente nivåer for dekommisjonering.
  - Avfallstyper- og volum som genereres, håndtering av dette og kostnadskonsekvenser.
- Det skal gjøres en selvstendig vurdering av tidsaspektet ved de forskjellige nivåene for dekommisjonering.

De nukleære anleggene skal vurderes separat på alle punktene ovenfor.

#### 2. IFEs del av finansiering av dekommisjonering

- I Kongelig resolusjon om IFEs konsesjon står det følgende:
  - ”IFE skal arbeide aktivt med å etablere en finansieringsplan for dekommisjoneringen. Finansieringsplanen skal beskrive hvordan de nødvendige ressurser skal allokere av IFE eller andre parter og midlene skal være til rådighet på kort varsel, slik at dekommisjoneringsarbeidet kan starte umiddelbart etter at en beslutning om nedlegging er tatt. Det vil si at planen må være omforent med alle parter som er forutsatt å bidra til gjennomføringen av den”.
  - I statsbudsjettet for 2013 står det videre:
    - ”Det forutsettes at IFE fra og med 2013 avsetter 3 mill. kroner per år i et fond som skal bidra til finansiering av framtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller, i tråd med prinsippet om at forurenser betaler. (...) Departementet vil vurdere beløpet på nytt som følge av det videre utredningsarbeidet om framtidig dekommisjonering av anleggene”.
- Utredningen skal med bakgrunn i dette vurdere størrelsen på IFEs årlige avsetning.

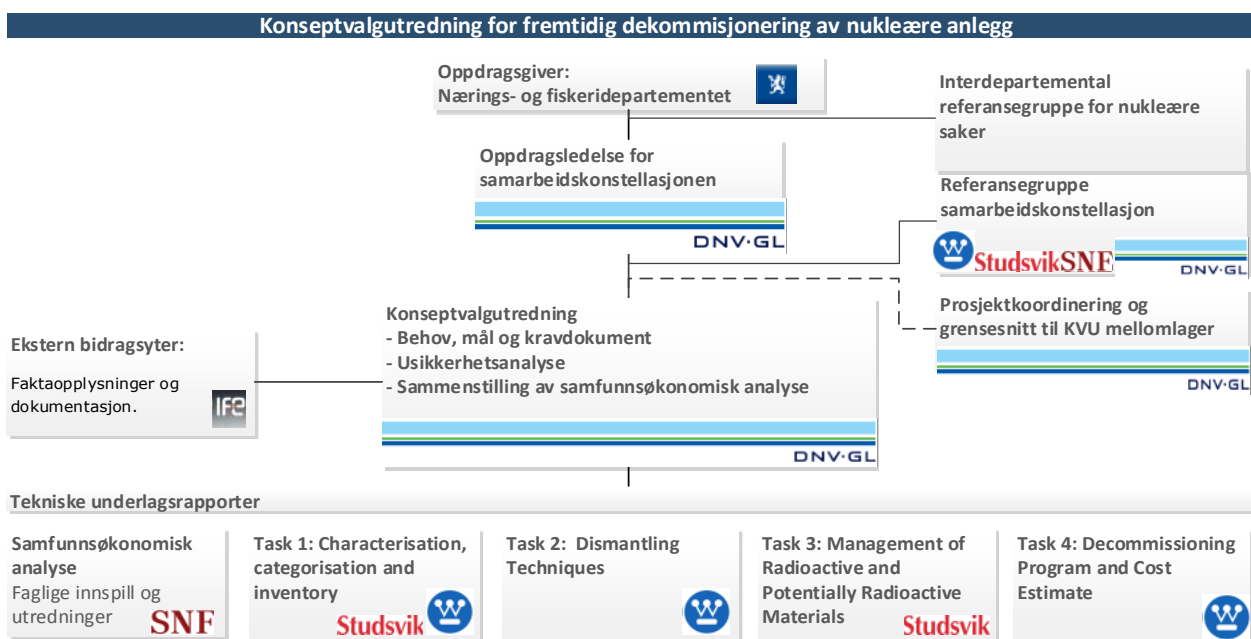
Institutt for energiteknikk (IFE) vil kunne bidra til konsulentens arbeid med oppdraget i form av faktaopplysninger, dokumentasjon, utredninger og kartlegging av relevante problemstillinger.»

## Oppdatert innspill til mandat

I løpet av gjennomføringsperioden har NFD senere bedt om at hovedfokus legges på del 1 i utlysningen og at del 2 skal omarbeides noe, enten ved at utredningen sier noe om hva IFEs årlige avsetning til dekommisjonering burde ha vært (ut ifra internasjonale anbefalinger og praksis på området) eller hva den i realiteten kan være (ut ifra IFEs nåværende økonomiske situasjon og prognoser fremover). Del to av mandatet er levert i eget notat og er ikke en del av KVVU-rapporten.

## Arbeidsprosess ved utarbeidelse av konseptvalgutredningen

DNV GL og samarbeidspartnere i konseptvalgutredningen (KVVU-gruppen) har gjennomført arbeidet som en uavhengig faglig utredningsgruppe på vegne av og på oppdrag fra Nærings- og Fiskeridepartementet (NFD). Samarbeidskonstellasjonen har vært ledet av DNV GL og organisert gjennom bidrag i form av tekniske utredninger og underlagsrapporter fra relevante ekspertmiljøer. Bidragsyterne i samarbeidskonstellasjonen står sammen solidarisk ansvarlige for totalleveransen og har vært involvert og fått kommentere på hverandres bidrag. Figur 8-1 viser organiseringen av konstellasjonen.



**Figur 8-1 Organisering av samarbeidskonstellasjon for konseptvalgutredning**

Flere parter har vært involvert gjennom prosessen. Arbeidsgruppen har jobbet tett med IFE for å få tilgang til informasjon og for å verifisere fakta som er benyttet av rapporten. Ved dissens fra ulike kilder i IFE har arbeidsgruppen valgt å inkludere dette i usikkerhetsanalysen for å modellere usikkerheten omkring faktisk tilstand ved anleggene. Under behovsanalysen har alle kartlagte interessenter blitt invitert til å gi innspill til prosessen (se beskrivelse i 0). IFE og Statens strålevern er involvert ved flere anledninger i prosessen for å kvalitetssikre realisme og faktagrunnlag i foreslåtte konseptuelle løsninger og forutsetninger og detaljer omkring estimering av disse.

Arbeidet med informasjonsinnsamling startet opp i 2013 og analyser er gjennomført i 2014.



## Hva er en konseptvalgutredning (KVU)?

Konseptvalgutredningene følger Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter (KS1) som beskrevet i rammeavtalen med ekstern kvalitetssikrer /D386/. Den overordnede beslutningsprosessen i Finansdepartementets regime er skissert i Figur 8-2.



**Figur 8-2: Overordnet beslutningsprosess i Finansdepartementets KS-regime**

En KVU skal inneholde en behovsanalyse, mål, overordnede krav, et mulighetsstudie og en alternativanalyse. Krav som stilles til disse dokumentene og utredningen er beskrevet gjennom veiledere og gjennom rammeavtale med Finansdepartementet og fagdepartementene. Figur 8-3 viser hvordan kapitlene i KVUen dekker hovedkapitlene fra Finansdepartementets regime.

Behovsanalyse	1. Innledning
Mål og strategidokument	2. Situasjonsbeskrivelse
Overordnet kravdokument	3. Behov, mål og krav
Mulighetsstudie	3.1 Behov
Alternativanalyse	3.2 Samfunns mål og effektmål
Føringer for videre planlegging	3.3 Overordnede krav
	4. Mulighetsstudie
	5. Samfunnsøkonomisk analyse
	6. Prosjektkostnad for dekommisjonering
	7. Anbefalinger for videre planlegging
	Vedlegg: Tekniske studier og utfyllende informasjon

**Figur 8-3 Kapitlene i rapporten vs. krav til KVU**

Du kan lese om regimet og metodikken på hjemmesidene til forskningsprogrammet Concept på [www.concept.ntnu.no](http://www.concept.ntnu.no).

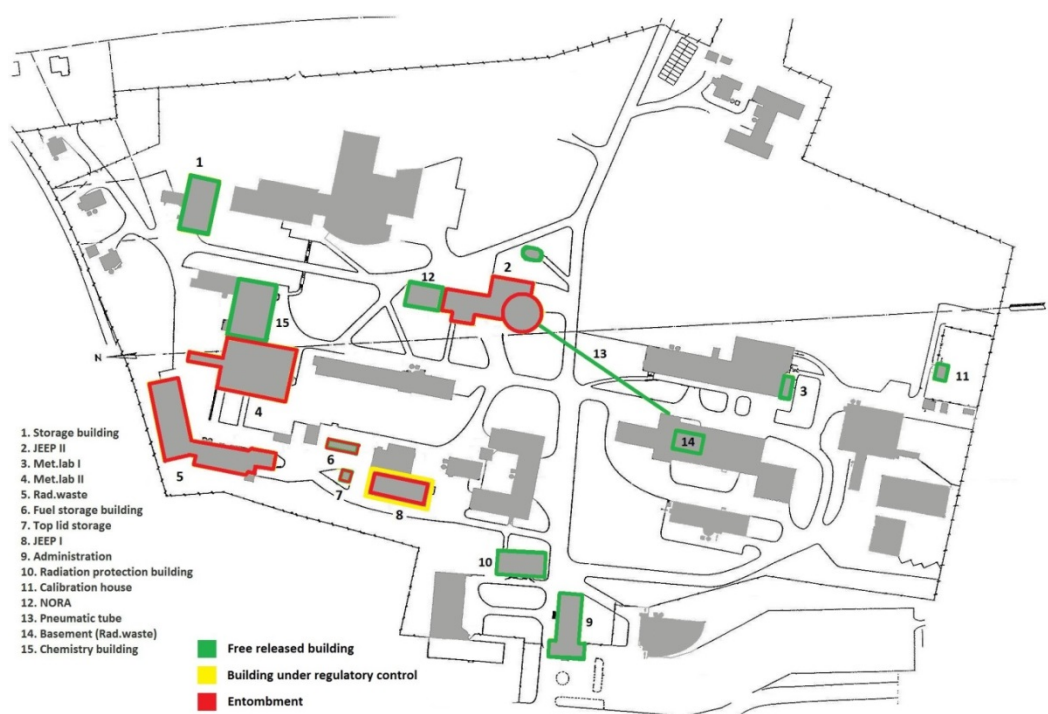
## VEDLEGG 6 KART – DEFINISJON AV ALTERNATIVENES SLUTTILSTAND

Rød farge = bygningen forsegles.

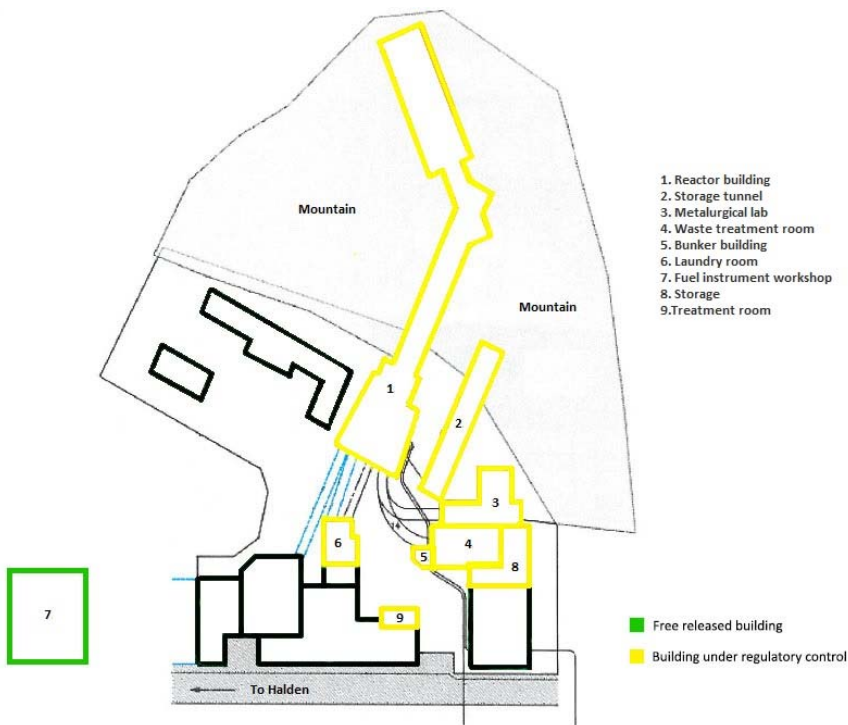
Gul farge = bygningen er under myndighetenes kontroll (ikke friklasset).

Grønn farge = det antas at bygningene kan friklasses etter en dekontaminering og kontrollmåling

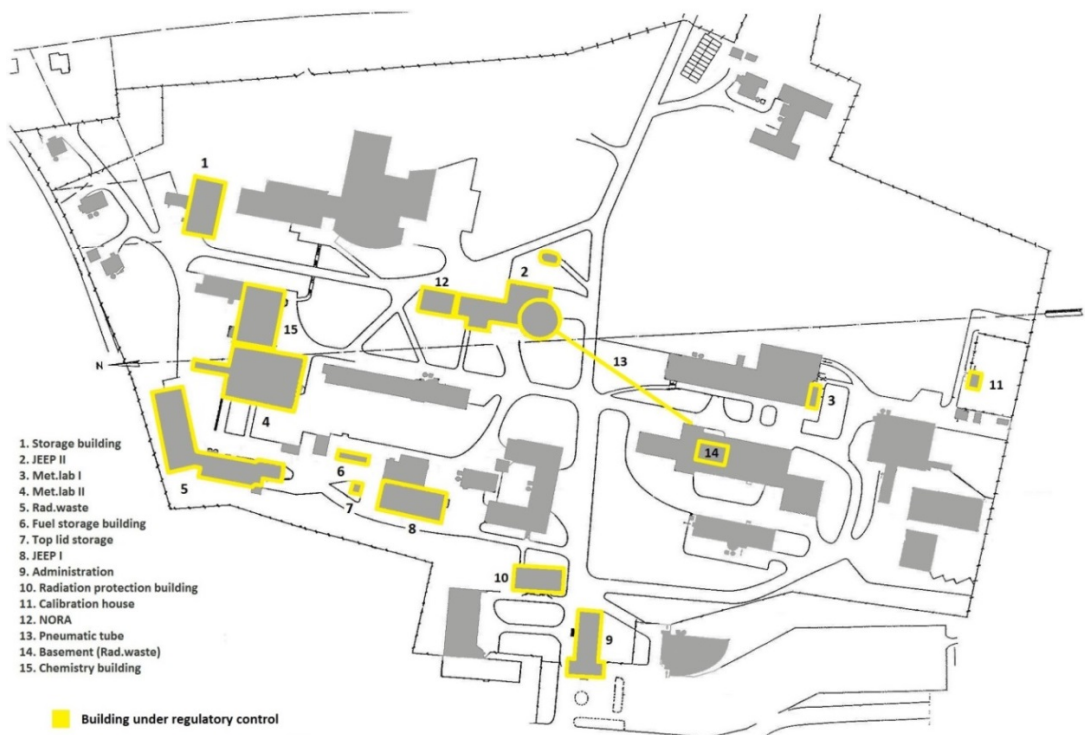
Blå bygninger = rives (i 1B:Annen næringsvirksomhet rives bygningene til en meter under grunnen og i 1A:Ubegrenset bruk vil all bygningsmasse fjernes fra området)



Figur 8-4 Kjeller - oversiktskart for 3:Forsegling



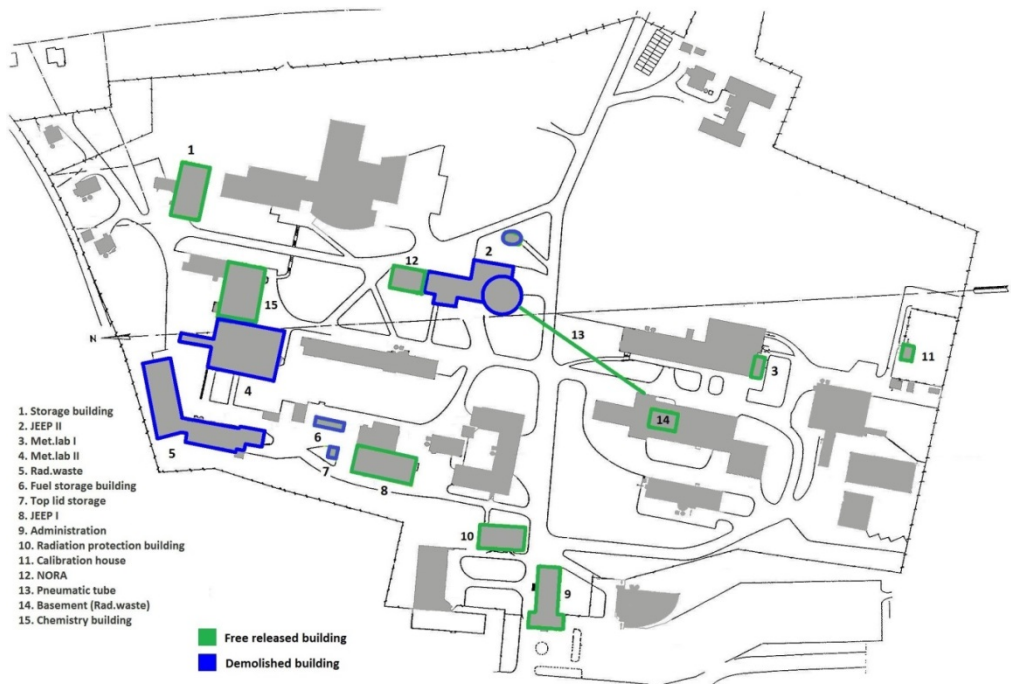
Figur 8-5 Halden – oversiktskart for 1C:Nukleær virksomhet



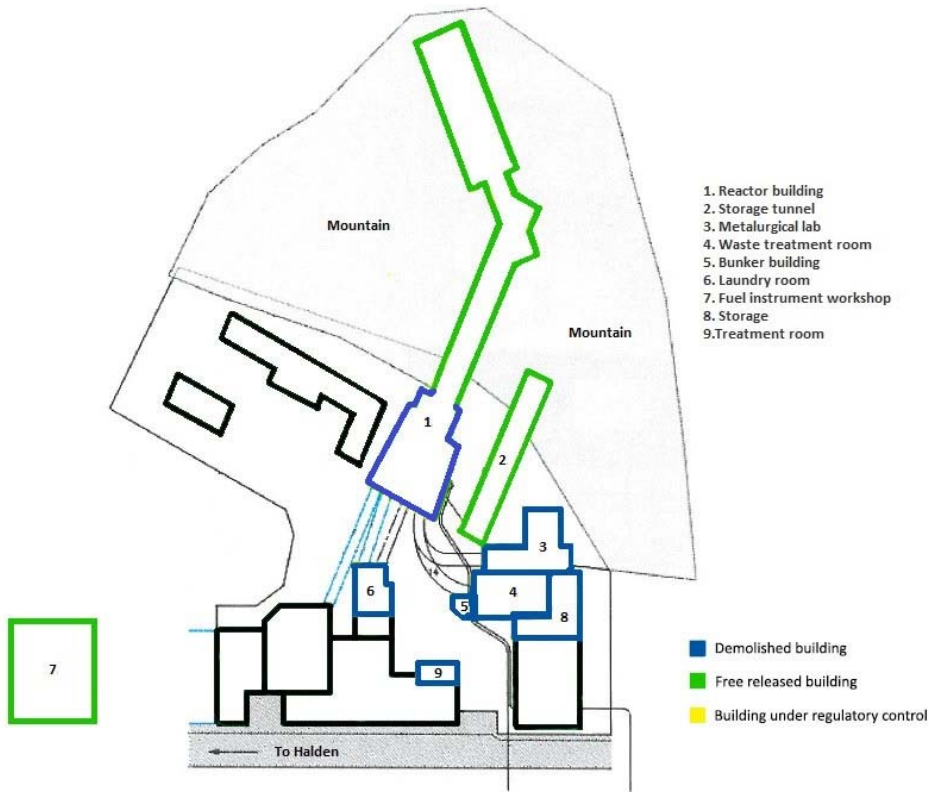
Figur 8-6 Kjeller: oversiktskart ved 1C:Nukleær virksomhet



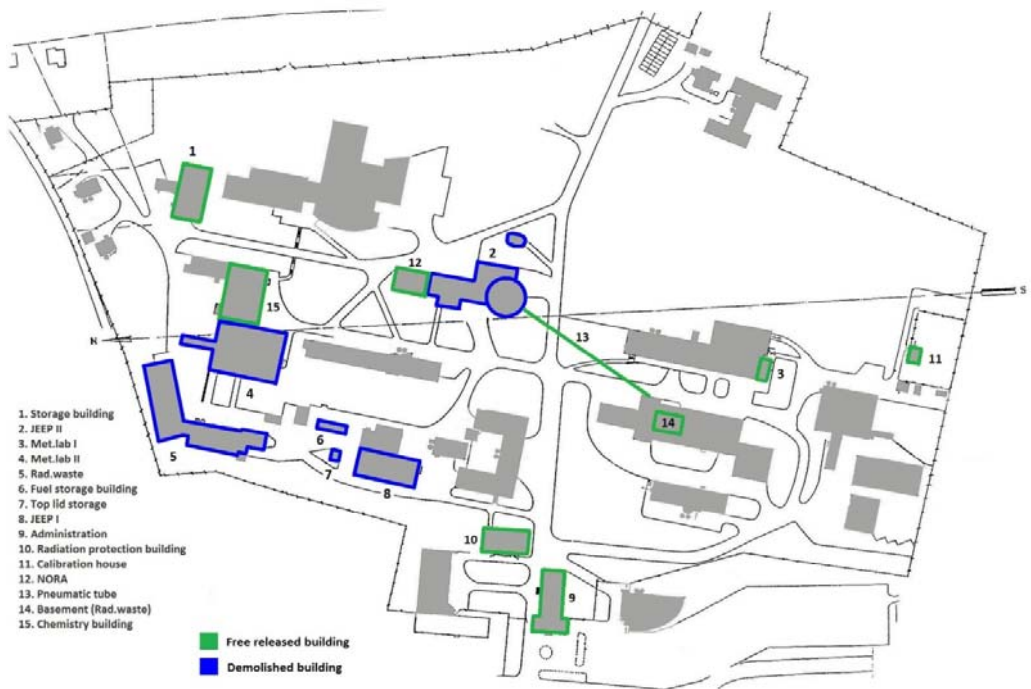
Figur 8-7 Halden – oversiktskart for 1B:Annen næringsvirksomhet



Figur 8-8 Kjeller - oversiktskart for 1B:Annen næringsvirksomhet



Figur 8-9 Halden - oversiktskart for 1C Ubegrenset bruk



Figur 8-10 Kjeller - oversiktskart for 1C Ubegrenset bruk



## VEDLEGG 7 GJENNOMFØRING AV INTERESSENTANALYSEN

### Metodegrunnlag for interessentanalysen

Interessentanalysen bygger på IAEAs kartlegging av interessenter og deres «areas of concern» knyttet til dekommisjonering /D137/ sammen med høringsrunder og direkte dialog med interessenter. Relevansen i grunnlaget fra IAEAs er sjekket mot prosjektspesifikke innspill etter høringsrunder, arbeidsmøter og dokumentgjennomgang. Dette er beskrevet i neste kapittel.

IAEAs rapport om håndtering av interessenter i dekommisjonering av nukleære anlegg /D137/ gir en generisk liste av «areas of concern». Disse er gruppert i generiske behov og relevans for ulike interessenter er vurdert. Tabell 8-1 viser kartleggingen.

IAEA lister følgende relevante interessenter:

**Tabell 8-1 Relevante interessenter i hht. IAEAs rapport om håndtering av interessenter i dekommisjonering av nukleære anlegg /D137/**

<i>Interessentgruppe</i>		<b>Generisk interessent</b>	<b>Eksempel på interessenter i Norge</b>
<i>Iverksettere av dekommisjoneringen</i>	1	Eier av anlegget	IFE
	2	Finansierende instans	Ikke avklart
	3	Operativt personell	IFE og ansatte ved IFE
	4	Ledelse	Ikke avklart
<i>Myndigheter</i>	5	Ansvarlige departementer	Ansvarlig departement: NFD, HOD, KMD.
	6	Berørte departementer	Øvrige departementer: FIN, UD mm
	7	Tilsynsmyndigheter	NRPA, Miljødirektoratet
	8	Institusjoner	Norges Forskningsråd
	9	Lokale myndigheter	Halden kommune, Skedsmo kommune
	10	Folkevalgte	Enkeltpersoner lokalt og nasjonalt
<i>Myndigheter<sup>19</sup></i>	11	Sikkerhetsorganisasjoner	PST
	12	Nødetater	NSM, (lokale nødetater)
<i>Samarbeidende eller berørte industriaktører</i>	13	Fagforeninger	LO
	14	Avfallsbehandlere	IFE radavfall, IFE Himdalen, Statsbygg.
	15	Grunneiere	IFE (Kjeller) Norske Skog (Halden)
	16	Lokalt næringsliv	Lokalt næringsliv
	17	Internasjonale partnere	Partnere i Halden-prosjektet, kunder ol.
	18	Norske og utenlandske	

<sup>19</sup> Opprinnelig listet som «samarbeidende eller berørte etater», endret her for å tilpasse norske forhold

<i>Interessentgruppe</i>	<b>Generisk interessent</b>	<b>Eksempel på interessenter i Norge</b>
	19 Nukleærindustrien	IFE
	20 Ikke-nukleærindustri	
<i>Aktører som påvirkes av dekommisjoneringen</i>	21 Lokalsamfunnet	Naboer/vel, f. eks. Kjeller vel. Naboer.
	22 Allmennheten	Samfunnet, naboer og lokalmiljø
	23 Stammesamfunn/urbefolkning	Ikke relevant i denne sammenheng.
	24 Naboland	S, SF, DK, RU
	25 Forskningsinstitusjoner mm	
	26 Nabobedrifter	Norske skog, FFI, Forsvaret, mm.
	27 Lærere, studenter og universitet	Norges Forskningsråd, UiO, NMBU m.fl.
	28 Samfunnet	
	29 Arkeologer, historikere, museer, arkiver	Riksantikvaren
	30 Media	Media
	31 NGOer, interessegrupper	WWF, Naturvernforbundet, Bellona, Natur og Ungdom, Greenpeace m. fl.
	32 Fremtidige generasjoner	Fremtidige generasjoner
	33 Partnere	
	34 Andre	

IAEA lister følgende «areas of concern»:

- Trygge anlegg og nabolag under og etter dekommisjonering. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart.
- Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på ansatte.
- Minimere eksponering til radioaktiv stråling
- Helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer.
- Benytte anerkjent og velprøvd teknologi.
- Styringssystem inkludert safety management - trygge og sikre anlegg.
- Beredskap mot uhell og hendelser under og etter dekommisjonering.
- Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging
- Sikre potensielt farlig materiale.
- Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og regler.
- Preservasjon av habitat for flora og fauna



- Bevare bio-mangfold (rødlistearter osv.)
- Miljømessig håndtering av materialer fra dekommisjonering (gjenvinning, gjenbruk, plasskomprimering mm)
- Ingen utslipp til luft
- Ingen utslipp til vann
- Ingen utslipp til jord
- Minimere visuell forurensning
- Minimere lydforurensning
- Minimere trafikkbelastning under dekommisjonering
- Opplevd trygghet omkring anleggene.
- God kommunikasjon og åpenhet.
- Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere frykt.
- Livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene.
- Bruke arealene som frigjøres til alternativ anvendelse.
- Økt verdi av tomter og arealer.
- Gjenbruk av bygninger og anlegg til andre formål.
- Ivareta historisk arv - industriell historie
- Erstatte tapte arbeidsplasser.
- Trygghet omkring egen fremtid, forutsigbarhet om arbeidsplass i fremtiden.
- Kostnadseffektiv løsning: Infrastruktur og fasiliteter.
- Fleksibilitet til å endre ved endrede behov.
- Nye inntekter og verdiskaping som følge av dekommisjonering av anleggene.
- Næringsutvikling, muligheter for selskap til å sysselsettes med prosjektgjennomføring.
- Dele kunnskap og teknikker med ikke-nukleære virksomheter
- Klar definisjon av organisering og ansvar på plass før en beslutning om nedleggelse eventuelt tas.
- Tilgjengelig finansiering ved planlagt oppstart.
- Best mulig utnyttelse av tilgjengelige midler - God dekommisjoneringsplan med effektiv gjennomføring.
- Beholde kompetanse og nøkkelpersoner før, under og etter dekommisjonering
- Rett dekommisjoneringskompetanse (ekstern ekspertise).
- Optimere nytteeffekter av dekommisjoneringen.
- Eksisterende løsning for brukt brensel.

I tabellen under er relevansen av behovene sjekket mot interessenter, og IAEAs «areas of concern» er gruppert under relevante behov.



Forts. Tabell 8-2 Oppsummerer av hvordan «areas of concern» fra IAEAs rapport er brukt til å definere behov og viktige temaer

Formulert behov	Behov/ area of concern (oversatt)	Iverksettere				Myndigheter							Samarbeidende eller berørte							Påvirket av dekommisjoneringsprosjektet																				
		Eier av anlegget	Finansierende instans	Operativt personell	Ledelse	Ansvarlige departementer	Andre departementer	Tilsysmyndigheter	Institusjoner	Lokale myndigheter	Folkevalgte	Sikkerhetsorganisasjoner	Nøttdatater	Fagforeninger	Avfallsbehandlere	Grunneiere	Lokalt næringsliv	Internasjonale partnere	Underleverandører mm	Nukleærindustrien	Ikke-nukleærindustri	Lokalsamfunnet	Almennheten	Sammensatt gruppe/andre folkning	Naboland	Forskningsinstitusjoner/forskere	Nabobedrifter	Lærere, studenter og universitet	Besøkende	Arkeologer, historikere mm	Media	NGOer	Fremtidige generasjoner	Partnere	Andre					
B8 Kostnadseffektiv løsning	Kostnadseffektiv løsning: Infrastruktur og fasiliteter.		x																																					
B9 Beslutningsfleksibilitet - en løsning som ikke låser handlingsrommet i	Fleksibilitet til å endre ved endrede behov.	x				x				x																												x		
B10 Verdiskapning gjennom økt aktivitet under	Nye inntekter og verdiskapning som følge av dekommisjonering av anleggene. Næringsutvikling, muligheter for selskap til å sysselsettes med prosjektgjennomføring.					x	x			x	x						x																							
B11 Teknologisk kompetanseheving	Dele kunnskap og teknikker med ikke-nukleære virksomheter					x	x										x	x																						
B12 Ansvarsdeling og organisering	Klar definisjon av organisering og ansvar på plass før en beslutning om nedleggelse eventuelt tas.	x				x	x			x																													x	
B13 Klarhet omkring finansiering	Tilgjengelig finansiering ved planlagt oppstart.	x				x																																		
B14 Effektiv gjennomføring	Best mulig utnyttelse av tilgjengelige midler - God dekommisjoneringsplan med effektiv gjennomføring.	x	x			x																																		
B15 Tilgang til riktig kompetanse og	Beholde kompetanse og nøkkelpersoner før, under og etter dekommisjonering					x	x																																	
B16 Optimize nytteeffekter av dekommisjoneringen - balansert kostnad og nytte	Optimere nytteeffekter av dekommisjoneringen.									x	x						x																							
B17 Eksisterende løsning for brukt brensel.	Eksisterende løsning for brukt brensel.																																							

## Prosess for innsamling av behov fra interessenter

KVU-gruppen har kartlagt interessenter som er anses relevante for valg av dekommisjoneringsnivå og for valg av metode/prinsipp for lagring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Det er gjennomført en felles prosess for innhenting av innspill til de to KVU-prosjektene og prosessen beskrives derfor samlet i det følgende.

Proessen med å kartlegge interessentenes behov innebærer høringsrunder, arbeidsmøter og gjennomgang av tilgjengelig relevant dokumentasjon. Innspill fra de ulike tekniske utredningene ved gjennomføring av KVU-prosjektet medførte at deler av denne prosessen ble repetert for å kunne understøtte eller diskvalifisere forslagene som fremkom fra dette arbeidet.

KVU-gruppen har gjennom denne prosessen invitert rundt 160 interessenter til å gi innspill om behovene de representerer. Det er lagt vekt på tett dialog med flere sentrale interessenter. Alle rapporterte behov som anses som relevante samt de behov som antas å være aktuelle, basert på IAEAs An Overview of Stakeholder Involvement in Decommissioning /D137/, er dokumentert i en bruttoliste i Vedlegg 7.

## Gjennomføring

Etablering av et anlegg for mellomlagring av brukt brensel og annet langlivet radioaktivt norsk avfall og i tillegg eller alternativt et deponi for dette er et nasjonalt anliggende og vil berøre anleggets nære omgivelser samt områder langs mulige traséer for transport av avfallet. Interessen og oppmerksomheten rundt et slikt anlegg forventes å være stor og vil øke når planene for et slikt anlegg konkretiseres gjennom reguleringsplaner.

Dekommisjonering av IFEs anlegg (reaktorer og andre kontaminerte fasiliteter) er på samme måte et nasjonalt anliggende, men det er i hovedsak de nærmeste omgivelsene som vil ha ønsker og meninger om hvilken slutttilstand som bør velges.

Interessentene ble i første omgang identifisert basert på tidligere utredninger og høringsrunder/ D01-D045 // D125-D134/ /D138 /. Listen over interessenter ble sammenlignet med IAEAs oversikt over typiske interessenter og typiske behov ved etablering og drift av nukleære anlegg /D136/ for å sikre at ingen sentrale interessenter var utelatt. Tilslutt ble listen kvalitetssikret av oppdragsgiver (NFD).

Proessen for innhenting av innspill til KVUene kan stikkordsmessig beskrives slik:

- Gjennomgang av høringsuttalelser til relevante tidligere utredninger
- Møte med inviterte interessenter
- Presentasjon av KVU-oppgavet for deltakerne på interessentmøtet
- Presentasjon og innspill til interessentmøtet fra sentrale interessenter
- Invitasjon til alle inviterte om å sende inn skriftlige innspill
- Rettede henvendelser til, og møter med, sentrale interessenter
- Invitasjon til skriftlige innspill sendt via NFD til nytt utvalg interessenter
- Begrenset høringsrunde til berørte kommuner ved IFEs anlegg i Halden og på Kjeller

Detaljene i prosessen er beskrevet i det følgende.

## Invitasjon til interessentmøtet

Det ble sendt ut totalt 160 invitasjoner til interessentmøtet 11. november 2013. Invitasjonen ble sendt per e-post og ble i første runde, 15. oktober 2013, sendt til 34 sentrale interessenter. 13 av disse interessentene ble invitert til å forberede en presentasjon til møtet for på den måten å kunne presentere sitt syn på KVUene.

Det var liten umiddelbar respons på første utsendelse av invitasjoner og det oppstod usikkerhet om denne hadde nådd frem til alle adressatene og til rette vedkommende. Det ble derfor foretatt en ny utsendelse 21. oktober. Invitasjonen med noen mindre korreksjoner ble i denne runden sendt til 109 e-postadresser. I tillegg ble det samtidig sendt en engelsk versjon av invitasjonen i en separat henvendelse til International Atomic Energy Agency (IAEA) og World Nuclear Transport Institute (WNTI). På interessentmøtet 11. november møtte det representanter fra 19 organisasjoner. Deltakerne er listet i tabellen nedenfor.

**Tabell 8-3 Deltakere i interessentmøtet 11. November 2013**

**Organisasjon**

---

Bellona  
Greenpeace  
Halden kommune  
Institutt for energiteknikk (IFE)  
Kjeller vel  
Landsorganisasjonen i Norge  
Miljødirektoratet  
Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM)  
Nasjonalt folkehelseinstitutt  
Natur og ungdom  
Nesodden kommune  
Norges forskningsråd  
Nærings- og handelsdepartementet  
Skedsmo kommune  
Statens strålevern  
Statsbygg  
Tekna  
Universitetet i Oslo  
Ås kommune

---


Nærings- og fiskeridepartementet (NHD => NFD), Statens strålevern, IFE, Skedsmo kommune, Norges forskningsråd, Bellona, Greenpeace og Natur og Ungdom ga presentasjoner på møtet. De to sistnevnte leverte sine presentasjoner i felleskap. Statsbygg var forhindret fra å holde presentasjon.

Invitasjon til å delta på interessentmøtet, presentasjoner på interessentmøtet samt skriftlige innspill er vedlagt.

## Invitasjon til skriftlige innspill

I de to utsendelsene av invitasjonen til møtet 11. november ble organisasjonene også oppfordret til å komme med skriftlige innspill til de to KUVene, strukturert rundt følgende spørsmål:

- 1) Hvilke behov har din virksomhet relatert til KUVene?
- 2) Hvilke krav bør stilles til løsningen for at den skal tilfredsstillere behovene?
- 3) Evt. utfordringer: a) Hva anser din virksomhet å være de primære utfordringer ved dagens situasjon?  
b) Hva kreves for å løse disse utfordringene?



Invitasjonen til å komme med skriftlige innspill resulterte i et begrenset antall svar. En del interessenter det var forventet skulle svare ble kontaktet per telefon og/eller e-post for å undersøke om invitasjonene var mottatt og videreformidlet til rette vedkommende. Manglende respons skyldtes i hovedsak ett av følgende:

- e-post ikke videresendt fra postmottak (pga. uklarhet om hvilken funksjon/enhet som var ansvarlig for nukleære spørsmål)
- organisasjonen har svart på lignende henvendelser/høringer tidligere
- organisasjonen vurderer at KVVU-ene ikke angår dem

## Oppfølging av enkeltinteressenter

Noen interessenter ble fulgt opp individuelt for å avklare overordnede krav og behov. De viktigste kontaktene er omtalt nedenfor.

I etterkant av møtet 11. november ble det holdt et eget møte med Statens strålevern 25. november 2013 for en nærmere gjennomgang av lovgrunnlaget for de to konseptvalgutredningene.

Det har vært kontakt med IFE og Riksantikvaren vedrørende museal gjenbruksverdi av anleggene i Halden og på Kjeller:

For å få bekreftet KVVU-prosjektets oppfatning av de viktigste interessentenes behov i forbindelse med dekommisjonering av anleggene i Halden og på Kjeller og samtidig sikre en fyllestgjørende tilbakemelding fra disse ble det den 4. og 5. juni 2014 sendt en rettet forespørsel til Skedsmo kommune /D298/, Halden kommune / D360/, Norske skog /D275/ og IFE /D276/D277/. Forespørselen inneholdt draft versjon av kapittelet i KVVU-rapportene som beskriver hvordan KVVU-prosjektet ivaretar etterspørselsbaserte behov og hvordan prosjektet oppfatter kommunenes og Norske skogs forhold knyttet til IFEs virksomhet i Halden og på Kjeller. Mottakerne ble bedt om å gi sin tilbakemelding til de delene av kapittelet som omhandlet deres egen virksomhet. Prosjektet fikk tilbakemelding fra alle fire interessentene, siste avklaring kom i samtaler og bekreftende e-poster fra Halden kommune og Norsk skog.

Innspillene fra interessentene nevnt over er ivare tatt ved dokumenter listet i oversikt nedenfor, gjennom referater fra møter eller ved e-postkommunikasjon.

## Ny invitasjon til innspill med oppdatert interessentliste

Som følge av en endret tilnærming til lageralternativer og en bredere kunnskap om kompleksiteten ved en fremtidig dekommisjonering ble det sendt ut en ny henvendelse til en endret gruppe interessenter.

Flere områder i Norge ble vurdert som mulige lokasjoner for et fremtidig midlertidig lager og/eller deponi og henvendelsen rettet seg derfor til kommuner og fylkeskommuner i Sørøst-Norge, Finnmark, Sør-Trøndelag og Østfold. De aktuelle områdene ble valgt basert på en overordnet vurdering av geologiske og geotekniske forhold. På dette tidspunktet var oppfatningen i prosjektet at det kritiske kriteriet for valg av lager/deponi-løsning var av teknisk karakter og ikke knyttet til hvor i landet et slikt anlegg skulle plasseres.

For vurdering av dekommisjoneringsalternativer var det viktig å innhente mer detaljerte innspill fra interessentgruppene.

4. mars 2014 ble det derfor sendt ut en oppdatert henvendelse til 60 interessenter med invitasjonen til innspill. Denne henvendelsen ble også kunngjort i Lysningsbladet. Listen over interessenter var

oppdatert til å skulle representere de nevnte geografiske områdene og reflektere behovet enkelte interessenter kunne ha for mer spisset informasjon. NFD frontet denne utsendelsen (med eget brev) for å sikre størst mulig oppmerksomhet blant interessentene. Det var fortsatt bare et fåtall interessenter som responderte på henvendelsen.

## Tilbakemelding fra interessenter

Tabellen nedenfor viser hvilke interessenter som har gitt skriftlige innspill til en eller begge KUVene i løpet av hele interessentprosessen. De aller fleste innspillene har vært relatert til KUV for håndtering av radioaktivt avfall.

**Tabell 8 4: Høringsuttalelser**

<i>Interessent</i>	<i>Interessentgruppe</i>	<i>Høringsuttalelse ref.</i>
<i>Arbeidsdepartementet</i>	Departement	D031
<i>Barne- likestillings- og inkluderingsdep.</i>	Departement	D033
<i>Fiskeri- og kystdepartementet (tidl.)</i>	Departement	D036
<i>Fornyings-, administrasjons- og kirkedepartementet</i>	Departement	D037
<i>Helse- og omsorgsdepartementet</i>	Departement	D043
<i>Justis- og beredskapsdepartementet</i>	Departement	D001
<i>Kunnskapsdepartementet</i>	Departement	D002
<i>Miljøverndepartementet</i>	Departement	D007
<i>Nærings- og fiskeridepartementet</i>	Departement	D036
<i>Olje- og energidepartementet</i>	Departement	D017
<i>Samferdselsdepartementet</i>	Departement	D019
<i>Morten Johan Olsen</i>	Enkeltpersoner	D008
<i>Arbeidstilsynet</i>	Etater	D034 (D031)
<i>Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap (DSB)</i>	Etater	D035
<i>Kystverket</i>	Etater	D003
<i>Mattilsynet</i>	Etater	D006
<i>Politiets sikkerhetstjeneste (PST)</i>	Etater	D018;D138
<i>Rikstantikvaren</i>	Etater	D148;D295;D324
<i>Sjøfartsdirektoratet</i>	Etater	D020
<i>Statens strålevern</i>	Etater	D024
<i>Landsorganisasjonen i Norge</i>	Fagforeninger	D004
<i>Tekna</i>	Fagforeninger	D027
<i>Havforskningsinstituttet (IMR)</i>	Forskning og vitenskap	D326
<i>Institutt for energiteknikk (IFE)</i>	Forskning og vitenskap	D045;D131;D148
<i>Aremark kommune</i>	Kommuner	D032
<i>Aurskog-Høland kommune</i>	Kommuner	D241
<i>Gjerdrum kommune</i>	Kommuner	D039;D040
<i>Halden kommune</i>	Kommuner	D038;D042
<i>Hobøl kommune</i>	Kommuner	D044
<i>Kragerø kommune</i>	Kommuner	D212
<i>Marker kommune</i>	Kommuner	D005
<i>Nittedal kommune</i>	Kommuner	D009;D010;D011
<i>Nome kommune</i>	Kommuner	D209



<b>Interessent</b>	<b>Interessentgruppe</b>	<b>Høringsuttalelse ref.</b>
<i>Oslo kommune</i>	Kommuner	D214
<i>Rælingen kommune</i>	Kommuner	D229
<i>Skedsmo kommune</i>	Kommuner	D021;D228
<i>Ski kommune</i>	Kommuner	D022;D023
<i>Sørums kommun</i>	Kommuner	D026
<i>Trøgstad kommune</i>	Kommuner	D028;D327;D328;D329
<i>Ullensaker kommune</i>	Kommuner	D029;D030
<i>Åmli kommune</i>	Kommuner	D215
<i>Greenpeace</i>	NGO	D041, D134
<i>Natur og ungdom</i>	NGO	D127;D134
<i>Norges naturvernforbund</i>	NGO	D012;D013;D014;D015;D016 D125;D126 / D133;D134
<i>Norske Skog</i>	Virksomheter	D275
<i>Statsbygg</i>	Virksomheter	D025
<i>Teknisk museum</i>	Virksomheter	D294

## VEDLEGG 8 BAKGRUNN FOR BEHOVSANALYSE

Behovsanalysen er gjennomført basert på tre ulike metoder – interessegruppebasert, etterspørselsbasert og normativ metode. Den etterspørselsbaserte vurderingen er oppsummert i kapittel 2.5. Dette vedlegget gir en utdypende beskrivelse av vurderinger etter normativ metode og interessentgruppebasert metode.

Sammen med situasjonsbeskrivelsen i kapittel 2.5 er dette vedlegget grunnlaget for syntesen som er gjort i behovsanalysen i kapittel 3.1 i rapporten.

### Utfyllende om oppsummerte behov

Behovene er beskrevet i kapittel 3.1 i rapporten, og beskrives i nærmere detalj i dette kapitlet.

#### B1 – Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse

I forbindelse med en dekommisjonering vil det være behov for å hindre skadelige virkninger på menneskers helse både under dekommisjoneringen og for fremtidige generasjoner.

Trygghet er flagget som viktig både under dekommisjoneringsprosjektet så vel som for slutttilstanden. Behovet gjelder for et bredt spekter av grupper - for de som jobber på anleggene og har ansvaret for dem, for naboer og lokalsamfunnet, besøkende og for samfunnet generelt – både i nå og for fremtidens generasjoner. Å minimere risiko innebærer både tiltak som skal redusere sannsynlighet og som skal redusere konsekvens. Trygghet kan oppnås ved å fjerne strålekilder eller ved å regulere adkomst. En trygg og sikker dekommisjonering kan understøttes for eksempel ved en effektiv sikkerhetsledelse og styringssystem inkludert «safety management», beredskapsplaner for å håndtere eventuelle uønskede hendelser, benytte utprøvd og velkjent teknologi, minimere eksponering på enkeltpersoner, helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer.

Mange av temaene som er fremhevet gjennom analysen bygger opp under dette behovet: Ved vurdering av en forseglingsløsning må man for eksempel vurdere tilkomst for å kunne gjøre målinger slik at man kan kontrollere strålingseffekter. Trygghet ved anlegg og i nabolaget er trukket frem av de aller fleste interessentenes innspill til KVUen.

Behov for sikring mot farlige virkninger av stråling på menneskers helse vil bli ivaretatt av norske lover og forskrifter.

#### B2 – Sikre områdene mot tyveri, sabotasje og ulykker


Som følge av samfunnets behov for å være og å føle seg trygg mot stråling følger det at anleggene også må være sikret mot tyveri og sabotasje. Behovet dekker beskyttelse av anleggene gjennom å sikre mot tyveri, sabotasje eller uønsket inntrenging, håndtering av avfall og sikre potensielt farlig materiale i alle deler av verdikjeden fra reaktoren til endelig deponi. Behovet er flagget som viktig både under dekommisjoneringsprosjektet så vel som for slutttilstanden.

Behov for sikring mot tyveri, sabotasje og ulykker vil bli ivaretatt av norske lover og forskrifter.

Behovet fremkommer gjennom norsk lovverk og gjennom IAEAs anbefalinger, og er relevant for mange interessentgrupper. Atomenergilovent<sup>20</sup> og Sikkerhetslovent<sup>21</sup> gir føringer på dette området og vil bidra til å ivareta dette behovet. Atomenergilovent omhandler regelverket for tilsyn og kontroll av atomanlegg samt ansvarsforhold ved en atomulykke. For å oppføre, eie eller drive atomanlegg kreves konsesjon fra Kongen og oppføring og drift av atomanlegg skal stå under offentlig tilsyn og kontroll av Statens

<sup>20</sup> Lov om atomenergivirksomhet (Atomenergilovent) av 12.mai 1972 nr. 28

<sup>21</sup> Sikkerhetslovent (LOV-1998-03-20-10 om forebyggende sikkerhetstjeneste)



strålevern. Anleggsinnehaver har et atomansvar hvilket innebærer at skader som skyldes farlige egenskaper ved et atomanlegg skal erstattes av innehaveren, selv om innehaveren er uten skyld i skaden.

Norge som nasjon har behov for at anleggene skal være sikret mot tyveri og sabotasje. Med hjemmel i sikkerhetsloven skal forskrift om fysisk beskyttelse av nukleært materiale og nukleære anlegg angi rammen for anleggsinnehaverens og myndighetenes forpliktelser med hensyn til fysisk beskyttelse. Forskrift om objektsikkerhet beskriver klassifisering og beskyttelse av skjermingsverdige objekter.

### **B3 – Forhindre skadelige virkninger på miljøet**

I Norge er normen at ren natur er allmenhetens eie. Det er derfor en generell forventning i samfunnet om at det ikke skal være forurenset natur i Norge. Behovet dekker utslipp og konsekvenser for miljø under og etter dekommisjonering, samt eventuelle konsekvenser for fremtiden. IAEA-prinsipper som ligger til grunn for analysen er: ingen utslipp til luft, vann og jord, preservasjon av habitat for flora og fauna, bevare bio-mangfold (rødlistearter osv.). Det dekker eventuelle utslipp fra områdene men også miljømessig håndtering av materialer fra dekommisjonering (gjenvinning, gjenbruk, plasskomprimering mm). Ivaretagelse av behovet reguleres av norsk lovverk gjennom forurensningsloven og fremkommer gjennom IAEAs anbefalinger. Bestemmelsene i forskrift om radioaktiv forurensning og avfall tilsier at radioaktivt avfall skal håndteres på en forsvarlig måte og at nødvendige tiltak for å unngå fare for forurensning eller skade på mennesker eller dyr skal iverksettes. Behovet er i tillegg flagget av mange interessentgrupper.

### **B4 – Oppleve anleggene og dekommisjoneringsprosessene som trygge.**

Det er en forutsetning at anleggene er reelt sikre, men i tillegg bør det ikke være ubegrunnet frykt omkring dem. Livskvalitet i områdene omkring anleggene er blant annet knyttet til opplevelse av trygghet. Vedvarende uro, usikkerhet og stress kan føre til helseskader og i verste fall arbeidsuførhet.

Opplevd trygghet fordrer god dialog mellom lokalsamfunnet, myndighetene og de som skal utføre dekommisjoneringen og det fordrer at NGOer og medier er informert om den reelle situasjonen og rapporterer denne. Økt opplevd trygghet er ofte knyttet til hva som observeres. For eksempel å minimere visuell forurensning og lydforurensning kan gi positive effekter knyttet til opplevelsen. Opplevd trygghet påvirker i tillegg etterspørsel og verdi av tomter i og omkring områdene.

Også finansierende myndigheter vil ha et behov for at avgjørelsen og prosessen er forankret hos befolkningen for å unngå nødvendige fordyrende utsettelse og omkamper.

### **B5 – Gjenbruk av arealer og anlegg**

Situasjonsbeskrivelsen i kapittel 2.5 skisserer tydelig behovet for gjenbruk av arealene både i Halden og på Kjeller. Innbyggertall forventes å øke i både Halden og på Kjeller i årene frem til 2040. Dette vil kunne skape et press på sentrumsnære arealer og dermed de aktuelle områdene. Verdien av områdene påvirkes av etterspørselen gitt ved hvor mange som bruker eller ønsker å bruke området og deres betalingsvillighet.

På kort sikt foreligger ingen planer for bruk av reaktortomten i Halden. Mulig bruk i dag vil trolig være begrenset til næringsvirksomhet. Skedsmo kommune ønsker å se på muligheten for en urbanisering av området i fremtiden dersom Norske Skog legger flytter sin virksomhet.

På Kjeller er det behov for tilgjengelig areal til næringsformål inkludert til IFEs egen virksomhet. På Kjeller forventes det vekst og økende behov for boliger og forsknings- og næringsutvikling. Enkelte bygninger og anlegg kan gjenbrukes til andre formål. Bruk og restverdi av anlegg og bygninger avhenger i stor grad av nivå for dekommisjonering.

## B6 – Ivareta arv om norsk industrihistorie

Arkeologer, historikere, museer, arkiver vil på vegne av samfunnet og kommende generasjoner ha ønsker omkring å ivareta eller dokumentere Norges tidlige industrielle historie. Riksantikvaren har opplyst i brev /D324/ at de nukleære reaktorene i Halden og Kjeller «potensielt har høy kulturhistorisk verdi» og har uttrykt ønske om å delta ved eventuelle fremtidige diskusjoner om anleggenes verneverdi og fremtidig bevaring. Det oppfordres videre til (at Norsk kulturråd kontaktes) å få en vurdering av anleggenes museale verdi. Riksantikvaren har i møter med IFE uttrykt at begge reaktorene har kulturhistorisk interesse, men at Haldenreaktoren er spesielt interessant som besøksmuseum etter en dekommisjonering sett i sammenheng med industrivirksomheten i Haldenvassdraget. Hvilke deler av anleggene som må fjernes vil ha betydning for anleggenes museale verdi.

Tabell 8-4 lister og beskriver temaer som er identifisert gjennom behovsanalysen men ikke er definert som behov knyttet til slutttilstanden. De benyttes på ulike måter i KVUen.

### Tabell 8-4: Identifisert gjennom behovsanalysen men ikke definert som behov i denne sammenheng.

#### *Identifisert gjennom behovsanalysen men ikke definert som behov i denne sammenheng.*

*Temaer som er en forutsetning for en trygg, sikker og effektiv gjennomføring*

<i>B12 - Ansvarsdeling og organisering</i>	Mange interessenter har flagget behov for en klar definisjon av organisering og ansvar på plass før en beslutning om nedleggelse eventuelt tas. Dette anses som en forutsetning for å ha en sikker og effektiv gjennomføring. Behovet støttes gjennom norske lover og IAEOs prinsipper.
<i>B13 - Klarhet omkring finansiering</i>	For at umiddelbar demontering skal være en reell strategi å velge er det behov for tilgjengelig finansiering ved planlagt oppstart. Det er i dag uklarhet og uenighet omkring finansiering av dekommisjoneringen som kan skape støy i tidlige faser av prosjektet og kan påvirke løsningen negativt. Norske lover bygger på et prinsipp om å ikke påføre fremtidige generasjoner kostnader.
<i>B14 - Effektiv gjennomføring</i>	Best mulig utnyttelse av tilgjengelige midler krever blant annet en god dekommisjoneringsplan og en god gjennomføringsorganisasjon. Sikre at dekommisjonering planlegges, organiseres og gjennomføres på en sikker måte. IAEO og erfaringer fra andre land understreker et behov for å tilpasse rammeverk og tilsyn til dekommisjonering (relevant for kapittel 9) før prosjektet starter.
<i>B15 - Tilgang til riktig kompetanse og informasjon</i>	Erfaring fra andre land har vist at tilgang til relevant kompetanse gjennom personer med kjennskap til anleggene tilgjengelig under dekommisjoneringen er viktig. Spesielt mangler dokumentasjon for deler av de historiske anleggene, og derfor har IFE et spesielt behov for å beholde kompetanse og nøkkelpersoner før, under og etter dekommisjonering. I tillegg er det behov for dekommisjoneringsekspertise.
<i>B17 - Eksisterende løsning for lagring av brukt brensel</i>	Dette er tatt opp som et behov og har natur som en forutsetning før en total dekommisjonering av områdene kan være mulig. Manglende løsning for lagerkapasitet var en årsak til valg av utsettelsesstrategi ved Barsebäck i Sverige.

---

**Identifisert gjennom behovsanalysen men ikke definert som behov i denne sammenheng.**

---

**Ringvirkninger:**

<i>B7 - Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon</i>	Ansatte har behov for trygghet omkring egen fremtid og forutsigbarhet om arbeidsplass i fremtiden. Det er behov for erstatning av tapte arbeidsplasser. Ved manglende forutsigbarhet kan man få en ustabil situasjon der viktig kompetanse forsvinner for tidlig. Samtidig kan bekymring omkring personlig situasjon gi uheldige virkninger på sikkerhetskritiske operasjoner.
<i>B10 - Verdiskapning gjennom økt aktivitet under dekommisjoneringen</i>	Lokalmiljøet kan oppleve nye inntekter og verdiskapning som følge av dekommisjonering av anleggene, da et dekommisjoneringsprosjekt trolig vil øke aktivitetsnivået i store deler av prosjektets varighet (10-20 år). Økt aktivitet kan gi mulighet for næringsutvikling, og muligheter for selskap til å sysselsettes med prosjektgjennomføring.
<i>B11 - Teknologisk kompetanseheving</i>	Det å dele kunnskap og teknikker med ikke-nukleære virksomheter gi kompetanseheving og et potensiale for verdiskapning /D137./

**Ordinære beslutningskriterier:**

<i>B8 - Kostnadseffektiv løsning</i>	Med tanke på alternativ bruk av midlene har samfunnet behov for en kostnadseffektiv løsning. Dette behovet må balanseres med andre behov for å finne et forsvarlig nivå med best mulig utnyttelse av tilgjengelige midler. Kostnadseffektiv løsning dekker både infrastruktur, fasiliteter og driftsopplegg.
<i>B9 – Beslutningsfleksibilitet</i>	Enkelte interessentgrupper vil kunne ha nytte av at en løsning som velges i dag ikke binder handlingsrommet urimelig mye i fremtiden dersom behov og forutsetninger skulle endre seg.
<i>B16 - Optimere nytteeffekter av dekommisjoneringen</i>	Dekommisjonering er et kostbart prosjekt. Ved å se etter positive ringvirkninger og andre nytteeffekter kan man optimere nytteeffekter av dekommisjoneringen. Erfaringer fra andre land bekrefter et behov for at kostnad bør balanseres mot nytteeffekter.

---

## Interessentanalyse

Dette kapitlet beskriver de viktigste interessentene og deres behov. I henhold til Concepts veileder nr. 3 for behovsanalyser defineres interessenter som «organisasjoner, institusjoner eller personer, offentlig eller privat, som har en interesse av og kan forsøke å påvirke utfallet av prosjektet». I denne kartleggingen av interessenters behov er det tatt utgangspunkt i IAEAs kategorisering av interessenter som er relevant for dekommisjonering og «areas of concern» for disse. Dette bygger også på IEAS sikkerhetsprinsipper, som er skissert i avsnittet om normative behov. Dette sammen med direkte innspill fra interessenter gjennom høringsuttalelser og arbeidsmøter har gitt innspill til definering av behov.

IAEA /D137/ deler interessenter inn i fire hovedgrupper;

- Iverksettere av dekommisjoneringen - «Implementers of the decommissioning»
- Myndigheter - «Regulators»
- Samarbeidende eller berørte industriaktører - «Cooperating or co-interested Trade unions»
- Påvirket av dekommisjoneringsprosjektet - «Affected by the decommissioning project»

I det følgende beskrives interesser og deres behov i de fire gruppene. Det er flere aktører i det norske nukleære miljøet som innehar flere roller samtidig, og kan dermed dukke opp under flere av hovedgruppene. IFE har for eksempel rolle som eier av fasilitetene, tomteeier, ledelse av dekommisjoneringsprosjektet, avfallshåndtering og delvis finansierende.

## Iverksettere av dekommisjoneringen

Iverksettere av dekommisjoneringen inkluderer eiere av anlegget (IFE), finansierende instans (NFD/Forskningsrådet og Finansdepartementet), Operativt personell (ansatte hos dekommisjoneringsorganisasjonen og IFE), ledelsen (ledelsen hos dekommisjoneringsorganisasjonen og IFE).

Felles for alle interessentene er at det er viktig at det foreligger klare rammebetingelser for finansiering, ansvar og organisering av dekommisjoneringen. Det er i dag ingen klar enighet om Statens rolle og ansvar for enkelte deler av prosessen. IFE oppgir at deres viktigste behov er avklaring av økonomiske rammebetingelser. De legger til grunn at Staten er medansvarlig for finansiering. De oppgir behov for en avklaring av Statens rolle for organisering av håndtering av avfall inkludert brukt brensel. /D132/

IFE peker også på behov for klargjøring av organiseringen spesielt ved at de som hovedleverandør av avfall til Himdalen ikke også bør være aktøren som drifter dette, slik det også er påpekt av Strandenutvalget. /D045/D048/

*Eier og finansierende part* har økonomiske interesser i prosjektet gjennom behov for en klar finansieringsmekanisme og ansvarsdeling. Samtidig er hovedfokus å få en kostnadseffektiv løsning gjennom hele levetiden, med best mulig utnyttelse av tilgjengelige midler. De ønsker en optimal dekommisjonering gjennom en god plan og effektiv gjennomføring.

*De ansatte* hos IFE har behov for trygghet rundt sin arbeidsplass. Dette kan bety en videreføring i dekommisjoneringsprosjektet eller behov for en alternativ arbeidsplass. Forutsigbarhet omkring egen fremtid er viktig. I tillegg har de ansatte behov for trygge arbeidsforhold. Disse to punktene henger sammen spesielt ved arbeid som innebærer utførelse av sikkerhetskritiske operasjoner. Distraksjoner hos de ansatte som skyldes usikkerhet omkring egen fremtid kan skape farlige situasjoner i prosessene frem mot nedleggelsen. Det innebærer at før en eventuell beslutning om nedstengning offentliggjøres bør det foreligge en plan for hvordan de ansatte skal ivaretas og hvordan organisering løses gjennom dekommisjoneringsprosjektet. Dette er et behov også ledelsen vil ha. Dette er ikke relevant for valg av dekommisjoneringsnivå men inngår i kapittel 7.

*Ledelsen hos dekommisjoneringsorganisasjonen* har både sosiale, økonomiske og tekniske interesser som må balanseres. Hvem som skal ha denne rollen er ikke klart i dag. IFE har ytret ønske om opprettelsen av et nytt statlig selskap med ansvar for dekommisjonering etter modell av Dansk dekommisjonering. Dette er også anbefalt av både Stranden- og Berganutvalgene /D047/D048/.

Generelt har ledelsen behov knyttet til klare dekommisjoneringsplaner og tydelighet omkring organisering, finansiering og ansvarsdeling. Finansieringen må være avklart og tilgjengelig ved planlagt oppstart. De har behov for tilgang til rett kompetanse, deriblant dekommisjoneringskompetanse (ekstern) og spesifikk kjennskap til anleggene (intern). Den nukleære virksomheten i Halden og Kjeller startet allerede på 1950-tallet. Den lange historien innebærer at ikke all informasjon om anleggene finnes nedtegnet. Det blir dermed spesielt viktig å få tilgang til nøkkelpersoner ved IFE med god kjennskap til anleggenes historie.

Disse bør bidra i planlegging av dekommisjoneringen og sikres et arbeidsforhold i en ny fremtidig organisasjon. IFE har et sosialt ansvar overfor sine ansatte og vil kunne ønske å erstatte eventuelt tapte arbeidsplasser.

Ledelsen har et ansvar for trygghet og sikkerhet rundt anleggene, både når det gjelder arbeidsmiljø (HMS), ytre miljø og sikkerhet (sikre anleggene mot tyveri eller uønsket adgang). IAEA /D137/ konstaterer at et godt styringssystem som inkluderer safety management bør etableres. Det er behov for å etablere beredskap mot uhell og hendelser under og etter dekommisjonering. Potensielt farlig

materiale må sikres og avfall fra dekommisjoningene må behandles på en miljømessig måte. Det er ansett som internasjonal god praksis å benytte kjent teknologi for å redusere risiko.

En teknisk forutsetning som er varslet gjennom interessenthøringen og også reflekteres i IAEAs liste er at før brukt brensel eventuelt skal kunne fjernes fra områdene må en løsning for brukt brensel etableres. (dette utredes i *KVU for Oppbevaring*).

*Eiere av fasilitetene* vil kunne ha behov for gjenbruk av enkelte fasiliteter eller anlegg til andre formål. Dette vil kunne påvirke valg av tidspunkt for dekommisjoning. IFE er eier av tomten på Kjeller og har oppgitt at de ønsker tomten for næringsutvikling, og å benytte områdene til å videreføre andre deler av IFEs virksomhet. Det vil være behov for et radavfallsanlegg i Norge uavhengig av reaktorene, og denne funksjonen må videreføres i alle alternativene uten at den behøver å være bundet til dagens anlegg. IFE som skal fortsette sin virksomhet i området Kjeller vil ha behov for å bevare tilliten i befolkningen og lokalsamfunn.

IFE har ikke planlagt etterbruk av området der Haldenreaktoren befinner seg. Norske Skog eier tomten i Halden og har ingen konkrete planer for bruk av tomten i dag. Noe av bygningsmassen som ikke er kontaminert kan muligens gjenbrukes til andre nytteformål.


**Tabell 8-5: Behov fra interessentanalysen - Iverksettere av dekommisjoningene**

<b>Behov</b>	<b>«Areas of concern» og innspill fra interessenter</b>
<i>Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse, nå og i fremtiden.</i>	Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på arbeidere. Benytte kjent teknologi. Styringssystem inkludert safety management - trygge og sikre anlegg. Beredskap mot uhell og hendelser under og etter dekommisjoning.
<i>Ansvarsdeling og organisering</i>	Klar definisjon av organisering og ansvar på plass før en beslutning om nedleggelse eventuelt tas.
<i>Sikre anlegg mot tyveri eller uønsket inntrenging</i>	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging Sikre potensielt farlig materiale.
<i>Eksisterende løsning for brukt brensel.</i>	Eksisterende løsning for brukt brensel.
<i>Anleggene oppleves som trygge og sikre.</i>	Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere frykt.
<i>Gjenbruk av arealer og anlegg</i>	Bruke arealene som frigjøres til alternativ anvendelse. Gjenbruk av bygninger og anlegg til andre formål.
<i>Klarhet omkring finansiering</i>	Tilgjengelig finansiering ved planlagt oppstart.
<i>Kostnadseffektiv løsning og effektiv gjennomføring</i>	Kostnadseffektiv løsning: Infrastruktur og fasiliteter. Best mulig utnyttelse av tilgjengelige midler - God dekommisjoneringsplan med effektiv gjennomføring.
<i>Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon</i>	Erstatte tapte arbeidsplasser. Trygghet omkring egen fremtid, forutsigbarhet om arbeidsplass i fremtiden.
<i>Tilgang til riktig kompetanse og informasjon</i>	Beholde kompetanse og nøkkelpersoner før, under og etter dekommisjoning Rett dekommisjoneringskompetanse (ekstern ekspertise).

## Myndighetskontroll av nukleære anlegg i Norge

I Norge styres nukleær virksomhet av flere instanser. HOD har ansvar for konsesjonsbehandlingen til IFE for Haldenreaktoren og Kjellerreaktoren med tilhørende atomanlegg samt KLDR Himdalen. NFD har





ansvar for statens bevilgninger til IFE for drift av Haldenprosjektet og drift av KLDRA Himdalen. Til og med 2013 bevilget også NFD midler til Nukleær virksomhet ved IFE Kjeller. Fra og med 2014 blir denne bevilgningen gitt som ordinær basisbevilgning for å tydeliggjøre IFEs ansvar for prioriteringer innenfor egen virksomhet og for å stille IFE friere med hensyn til valg av fremtidige utviklingsstrategier. KLD har ansvar for forurensingsloven som fra og med 2011 omfatter radioaktiv forurensning og avfall. OED har sine egne bevilgninger til IFE innenfor forskning på petroleum. FIN har ansvar for statens bevilgninger på alle områder samt for forvaltning av KS-regime. UD har ansvar for eksportkontrollloven, herunder behandling av IFEs søknader om eksportlisens i forbindelse med eksport av forskningsresultater, teknologi osv. UD har videre et eget rådgivende atomutvalg som behandler IFEs (og andre organisasjoners) søknader om midler til atomsikkerhetsprosjekter i Russland.

De ansvarlige og berørte departementene møtes for diskusjoner og samarbeid i «den interdepartementale gruppen for nukleære saker. I den interdepartementale gruppen for nukleære saker møter fast Helse- og omsorgsdepartementet (HOD), Klima- og miljødepartementet (KLD), Nærings- og fiskeridepartementet (NFD), Finansdepartementet (FIN) og Olje- og energidepartementet (OED). I tillegg inviteres Utenriksdepartementet (UD) og Statsministerens kontor (SMK) til å delta ved behov. Samlingen av ansvarlige departementer dekker et bredt spekter av behov gjennom de ulike perspektivene de ivaretar. Samlet har de et behov for en balansert samfunnsøkonomisk løsning gjennom å optimere nytteeffekter av dekommisjoneringen med en balansert bruk av midler. Andre nytteeffekter kan for eksempel være verdiskapning og næringsutvikling gjennom dekommisjoneringsinitiativet og alternativ anvendelse av arealene. Dekommisjoneringsprosjektet kan gi mulighet til å dele kunnskap og teknikker med ikke-nukleære virksomheter. For myndighetene er beslutningsfleksibilitet et viktig tema, slik at man kan ta høyde for eventuelle endringer i behov eller forutsetninger i fremtiden. Myndighetene bør legge til grunn en helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer. De skal også ivareta og beskytte samfunnet mot eventuelle uønskede effekter og dette gjøres i stor grad gjennom tilsynsmyndighetene.

Statens strålevern under Helse- og omsorgsdepartementet ivaretar norsk lovverk knyttet til miljø- og strålevern. Miljødirektoratet under Klima- og miljødepartementet ivaretar norsk lovverk knyttet til miljø generelt. Tilsynsmyndighetene skal påse at anleggene og aktivitetene ikke gir uakseptabelt høy risiko for miljø eller helse i dag og i fremtiden (se delkapittel 2.2 om Lover som regulerer nukleære anlegg og dekommisjonering). Bak dette ligger behov for å minimere risikoen for uhell, tyveri og sabotasje, hindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og miljøet og hindre forurensning til omgivelser. Å minimere risikoen innebærer å minimere sannsynlighet for og/eller å redusere konsekvenser ved eventuelle uønskede hendelser, for eksempel gjennom beredskap.

Sikkerhetsmyndighetene har tilsyn med objektsikring og beredskap ved eventuelle hendelser. PST er ansvarlig for å holde trusselbildet oppdatert og kommuniserer dette med anleggseiere og tilsynsmyndighetene. Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) er ansvarlig tilsynsmyndighet når det gjelder objektsikring generelt men for nukleærindustri (sikring av anleggene på Kjeller og i Halden) er Strålevernet tilsynsmyndighet /D330/. Det er behov for sikring av anleggene, transport og endelig destinasjon for avfall eller materiale.

Lokale myndigheter ivaretar lokale hensyn og er representert gjennom Halden og Skedsmo kommune, samt Akershus og Østfold fylkeskommune.

Fokus for disse aktørene er livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene. Dette innebærer å minimere risiko for negative miljøeffekter og negative helseeffekter, men samtidig at beboerne opplever trygghet og at det ikke skapes usikkerhet omkring situasjonen når dette er grunnløst. Det er behov for å redusere frykt og bevare tillit. Dette fordrer god kommunikasjon og transparens i prosessen. Visuell forurensning, lydforurensning og trafikkbelastning i dekommisjoneringsfasen virker inn på livskvalitet i

lokalsamfunnene. Mange lokale behov dekkes gjennom overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og regler.

Lokale myndigheter skal se på utvikling av arealer og områder i fremtiden og hvordan områdene bør reguleres for å nå de visjoner de har for fremtiden.

Et dekommisjoneringsprosjekt vil gi en temporær påvirkning på lokal verdiskapning og næringsutvikling og lokale myndigheter vil søke å maksimere

I tillegg til å representere samfunnets behov på lokalt og nasjonalt nivå vil politikere kunne ha behov for fleksible løsninger som ikke låser mulighetsrommet i fremtiden i urimelig grad dersom det skulle skje en endring av behov eller forutsetninger. Politikere har behov for å bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn, samt å redusere eventuell frykt gjennom god kommunikasjon.

**Tabell 8-6: Behov fra interessentanalysen - Myndigheter**

<b>Overordnet behov</b>	<b>«Areas of concern» og innspill fra interessenter</b>
<i>Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse, nå og i fremtiden.</i>	Styringssystem inkludert safety management - trygge og sikre anlegg. Beredskap mot uhell og hendelser under og etter dekommisjonering. Trygge anlegg og nabolag under og etter dekommisjonering. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart. Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på arbeidere. Minimere eksponering til radioaktiv stråling Helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer.
<i>Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse, nå og i fremtiden.</i>	Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og regler.
<i>Forhindre skadelige virkninger på miljøet nå og i fremtiden.</i>	Preservasjon av habitat for flora og fauna Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og regler. Bevare bio-mangfold (rødlisterarter osv.) Miljømessig håndtering av materialer fra dekommisjonering (gjenvinning, gjenbruk, plasskomprimering mm) Ingen utslipp til luft Ingen utslipp til vann Ingen utslipp til jord
<i>Sikre anlegg mot tyveri eller uønsket inntrenging</i>	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og regler. Sikre potensielt farlig materiale.
<i>Anleggene oppleves som trygge og sikre.</i>	Opplevd trygghet omkring anleggene. Livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene. God kommunikasjon og åpenhet. Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere frykt.
<i>Livskvalitet i lokalsamfunnet omkring anleggene</i>	Livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene. Minimere visuell forurensning Minimere lydforurensning Minimere trafikkbelastning under dekommisjonering Ingen utslipp til luft Ingen utslipp til vann Ingen utslipp til jord
<i>Beslutningsfleksibilitet - en løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden.</i>	Fleksibilitet til å endre ved endrede behov.
<i>Gjenbruk av arealer og anlegg</i>	Bruke arealene som frigjøres til alternativ anvendelse.

## Overordnet behov

## «Areas of concern» og innspill fra interessenter

Optimere nytteeffekter av dekommisjoneringen - balansert kostnad og nytte

Optimere nytteeffekter av dekommisjoneringen.

Teknologisk kompetanseheving

Dele kunnskap og teknikker med ikke-nukleære virksomheter

Verdiskaping gjennom økt aktivitet under dekommisjoneringen

Nye inntekter og verdiskaping som følge av dekommisjonering av anleggene.

## Samarbeidende eller berørte industriaktører

Samarbeidende eller berørte industriaktører omfatter fagforeninger, radavfallsbehandlingsorganisasjonen (i dag driftet av IFE), andre mottakere av avfall (deriblant Himdalen som i dag driftes av IFE og eies av Statsbygg), tomteeiere (IFE og Norske Skog), lokale bedrifter og næringsliv, internasjonale partnere, underleverandører, nukleærindustri (i Norge kun representert ved IFE selv) og ikke-nukleær industri.

Fagforeninger fremmer arbeidstakernes behov som er beskrevet under avsnittet *Iverksettere av dekommisjoneringen*. LO har ikke ønsket å uttale seg i saken.

Avfallsbehandling inkluderer radavfallsbehandlingsorganisasjonen (driftes i dag av IFE) og lageret på Himdalen (eies av Statsbygg, driftes av IFE). Disse må se til en miljømessig håndtering av materialer fra dekommisjonering (gjenvinning, gjenbruk, plasskomprimering mm), med en minimering av risiko for miljø og helse.

Tomteeierne har behov for bruk av disse som vil kunne påvirke valg av strategi for dekommisjonering (forsegling, utsettelse eller umiddelbar demontering). En dekommisjonering vil kunne øke tomteverdien. Miljøparametere som utslipp til luft, vann og jord men også visuell forurensning og radioaktiv stråling vil både påvirke bruksmuligheter for arealene og også attraktiviteten og dermed prisen.

IFE er eier av tomten på Kjeller og har oppgitt at de ønsker tomten til å videreføre andre deler av IFEs virksomhet og for næringsutvikling. Det er en sikkerhetssone på 300 meter rundt Jeep II /D053/. Statens strålevern presiserte i brev pr 20.09.2000 at restriksjon knyttet til sikkerhetssonen på 300 meter er av beredskapsmessig art, og at det ikke vil være knyttet restriksjoner til utnyttelse av eiendommene med unntak av opprettelse av nye boenheter, skoler eller barnehager innenfor sonen. IFE anslår selv en periode på 10-15 år før tomten kan bli klassifisert som "grønt"-område etter en dekommisjonering av Jeep II reaktoren. På bakgrunn av dette forutsetter vi at det på kort sikt ikke vil være aktuelt å få solgt eiendommen og tomten for boligformål. Strålevernets uttalelse legger imidlertid ingen begrensning på å utnytte tomten til næringsformål. IFE festet bort 10 mål av tomten til NILU i 1993.

Norske Skog eier tomten i Halden. De har ingen eksisterende planer eller ambisjoner for tomten men peker på markedspris ved et eventuelt salg eller utleie. IFE har ikke planlagt etterbruk av området der Haldenreaktoren befinner seg.

Lokale bedrifter og lokalt næringsliv, underleverandører og entreprenører har flere sammenfallende behov. De kan påvirkes positivt med nye inntekter og verdiskaping gjennom økt aktivitet knyttet til gjennomføringen av et dekommisjoneringsprosjekt, og det kan oppstå muligheter for selskap til å sysselsettes med prosjektgjennomføringen.

Ny kunnskap og teknikker kan videreføres til *ikke-nukleærindustrien* gjennom deltakelse i prosjektet og samarbeid.

Nukleærindustrien i Norge representeres av IFE selv. Internasjonalt er behovene i stor grad behov knyttet til driften av reaktorene og er derfor utenfor KVUens omfang.

**Tabell 8-7: Behov fra interessentanalysen – Samarbeidende eller berørte industriaktører**

<b>Overordnet behov</b>	<b>«Areas of concern» og innspill fra interessenter</b>
<i>Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse, nå og i fremtiden.</i>	Trygge anlegg og nabolag under og etter dekommisjonering. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart. Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på arbeidere. Minimere eksponering til radioaktiv stråling
<i>Forhindre skadelige virkninger på miljøet nå og i fremtiden.</i>	Ingen utslipp til luft Ingen utslipp til vann Ingen utslipp til jord Miljømessig håndtering av materialer fra dekommisjonering (gjenvinning, gjenbruk, plasskomprimering mm)
<i>Sikre anlegg mot tyveri eller uønsket inntrenging</i>	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging Sikre potensielt farlig materiale.
<i>Anleggene oppleves som trygge og sikre.</i>	God kommunikasjon og åpenhet.
<i>Livskvalitet i lokalsamfunnet omkring anleggene</i>	Minimere visuell forurensning Ingen utslipp til luft Ingen utslipp til vann Ingen utslipp til jord
<i>Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon</i>	Erstatte tapte arbeidsplasser. Trygghet omkring egen fremtid, forutsigbarhet om arbeidsplass i fremtiden.
<i>Eksisterende løsning for brukt brensel.</i>	Eksisterende løsning for brukt brensel.
<i>Gjenbruk av arealer og anlegg</i>	Bruke arealene som frigjøres til alternativ anvendelse.
<i>Teknologisk kompetanseheving</i>	Dele kunnskap og teknikker med ikke-nukleære virksomheter
<i>Verdiskapning gjennom økt aktivitet under dekommisjoneringen</i>	Nye inntekter og verdiskapning som følge av dekommisjonering av anleggene. Næringsutvikling, muligheter for selskap til å sysselsettes med prosjektgjennomføring. Økt verdi av tomter og arealer.

## Aktører som påvirkes av dekommisjoneringen

Aktører som påvirkes av dekommisjoneringen er en sammensatt gruppe men flere av disse har behov som er rimelig sammenfallende. Felles for tredjeparter som kan påvirkes av dekommisjoneringen er behov knyttet til trygghet og sikkerhet omkring anleggene og i nabolaget inkludert minimering av strålingseffekter og ulemper for miljø. Forurensning til omgivelser innebærer luft, vann og jord, samt lydforurensning og visuell forurensning. Opplevd trygghet er viktig for livskvaliteten i lokalmiljøet. Dette vil gjelde lokalsamfunnet (representer ved velforeninger), allmennheten generelt, naboland, nabobedrifter, besøkende (skole, elever, grupper, enkeltpersoner) og fremtidige generasjoner. Nabobedrifter og tomteeiere i området kan igjen påvirkes økonomisk gjennom bedre eller dårligere opplevd trygghet i nærområdet. Fremtidige generasjoner har behov som er like de vi har i dag. I tillegg representerer kommende generasjoner behov knyttet til biomangfold og ivaretagelse av flora og fauna.

Skulle man velge å utsette dekommisjoningene vil en løsning som båndlegger arealene i all overskuelig fremtid låse utfallsrommet for fremtidige generasjoner. En fleksibel løsning vil i så fall være å foretrekke for denne gruppen. Ved en dekommisjoning er det dessuten behov for kjennskap til anleggene og denne kompetansen vil ikke lenger være tilgjengelig i senere generasjoner dersom anleggene legges ned.

Interessegrupper som miljøvernorganisasjoner taler på vegne av sine medlemmer og fremmer deres synspunkter, og sees ofte som en slags samfunnets talsperson som tar et bredere perspektiv /D137/. Elleve ulike miljøorganisasjoner er invitert til å gi innspill i prosessen, men har lagt hovedvekt på KVVU for Oppbevaring i sine innspill.

Forskningsinstitusjoner og universiteter har varslet et behov for tilgang til nukleær infrastruktur frem til ESS er etablert dersom nukleær forskning skal fortsette i Norge. Det er et behov for avklaring omkring hvorvidt kompetanse innen nukleær sikkerhet og pålitelighet skal videreføres. I så fall må det etableres relevante forskningsmiljøer for dette. Disse innspillene anses som viktige men utenfor omfanget av de ulike løsningene denne KVVUen vurderer, altså om hvilket nivå det skal dekommisjoneres til.

Arkeologer, historikere, museer, arkiver vil ha ønsker omkring å ivareta eller dokumentere Norges tidlige industrielle historie. Riksantikvaren har opplyst i brev /D324/ at de nukleære reaktorene i Halden og Kjeller «potensielt har høy kulturhistorisk verdi» og har uttrykt ønske om å delta ved eventuelle fremtidige diskusjoner om anleggenes verneverdi og fremtidig bevaring. Det oppfordres videre til (at Norsk kulturråd kontaktes) å få en vurdering av anleggenes museale verdi. Riksantikvaren har i møter med IFE uttrykt at begge reaktorene har kulturhistorisk interesse, men at Haldenreaktoren er spesielt interessant som besøksmuseum etter en dekommisjoning sett i sammenheng med industrivirksomheten i Haldenvassdraget. Hvilke deler av anleggene som må fjernes vil ha betydning for anleggenes museale verdi. Det vil sannsynligvis ikke være mulig å redusere strålenivået til naturlig bakgrunnsnivå, og fortsatt beholde anleggets museale verdi.

**Tabell 8-8: Behov fra interessentanalysen – Aktører som påvirkes av dekommisjoningene**

<i>Overordnet behov</i>	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
<i>Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse, nå og i fremtiden.</i>	Trygge anlegg og nabolag under og etter dekommisjoning. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart.  Minimere eksponering til radioaktiv stråling
<i>Forhindre skadelige virkninger på miljøet nå og i fremtiden.</i>	Ingen utslipp til luft  Ingen utslipp til vann  Ingen utslipp til jord  Preservasjon av habitat for flora og fauna  Bevare bio-mangfold (rødlistearter osv.)
<i>Anleggene oppleves som trygge og sikre.</i>	Livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene.  Opplevd trygghet omkring anleggene.
<i>Livskvalitet i lokalsamfunnet omkring anleggene</i>	Ingen utslipp til luft

## Overordnet behov

## «Areas of concern» og innspill fra interessenter

---

	Ingen utslipp til vann
	Ingen utslipp til jord
	Minimere visuell forurensning
	Minimere lydforurensning
	Minimere trafikkbelastning under dekommisjonering
	Livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene.
<i>Ivareta arv om norsk industrihistorie</i>	Ivareta historisk arv - industriell historie
<i>Verdiskaping gjennom økt aktivitet under dekommisjoneringen</i>	Nye inntekter og verdiskaping som følge av dekommisjonering av anleggene.

## Etterspørsel etter områdene i Halden og på Kjeller

Mulig bruk av og etterspørsel etter de gjeldene områdene i Halden og på Kjeller og forhold som kan påvirke etterspørselen etter en forsvarlig forvaltning av disse områdene er beskrevet i kapittel 2.5 i Situasjonsbeskrivelsen.

Bruk av de aktuelle arealene til andre formål fordrer at de er i en tilstand som er forsvarlig for den type bruk, med tanke på strålingsnivå og miljø. Visuell tilstand og opplevd trygghet og tillit i nærområdene vil også påvirke verdien av arealene. Dette bekrefter og støtter flere behov som er fremkommet via interessentanalyse og normativ metode.

Området for reaktoren i Halden er relativt lite og ligger midt i Norske Skogs anlegg. Boligområder grenser direkte til næringsområdet og det ligger flere boliger på fjellet som reaktoren er plassert inne i. Norske skog oppgir ingen planer for bruk av området dersom IFE skulle legge ned sin virksomhet. Området er i dag regulert til næringsvirksomhet og så lenge området er omsluttet av Norske Skogs anlegg er det vanskelig å forestille seg annen bruk enn næringsvirksomhet. Halden kommune oppgir allikevel at de ønsker å tenke på en mulighet for å omregulere industriområdene langs elven i fremtiden på samme måte som det i dag gjøres med sanering og urbanisering av gamle industriområder i Moss.

En dekommisjonering vil kun påvirke cirka halvparten av IFEs virksomhet på Kjeller. Store deler av området vil ikke bli berørt og virksomheten kan fortsette i de samme bygningene som i dag. Deler av området leies ut og driftes av andre aktører i dag. Dette gjelder for eksempel IFEs virksomhet knyttet til isotoplaboratoriene. I et scenario hvor IFEs virksomhet flyttes til en annen lokasjon ville det fortsatt være aktuelt å benytte frigjorte arealer for næringsformål, særlig siden Skedsmo ønsker en fortsatt utvikling av området som kunnskapssentrum. Tabell 8-9 oppsummerer behov knyttet til etterspørselsbasert metode.

**Tabell 8-9 Behov ved dekommisjonering knyttet til etterspørselsbasert metode**

<b>Område</b>	<b>Referanse</b>	<b>Behov ved dekommisjonering</b>
<i>Halden</i>	Kommuneplaner, områderegulering samt eksisterende avtaler og situasjon.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tilgjengelig areal til bolig- eller næringsformål i Halden</li><li>• En løsning som åpner for annen bruk i fremtiden dersom behov skulle endres</li></ul>
<i>Kjeller</i>	Kommuneplaner, områderegulering samt eksisterende avtaler og situasjon.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tilgjengelig areal til næringsformål i Kjeller samt til IFEs egen virksomhet</li></ul>



## Normativ metode / Nasjonale og internasjonale normer og regler

I dette avsnittet gjennomgås først normer i det norske samfunn som er relevante ved en dekommisjonering. Deretter omtales internasjonale normer (norden) ut fra IAEAs standarder og anbefalinger, samt situasjonen i europeiske land som det er aktuelt å sammenligne Norge med. Avsnittet avsluttes med en oversikt over relevante nasjonale lover og forskrifter på området.

### Nasjonale normer

To viktige hovedprinsipper eller normer som kan sies å være relevante for området nukleær virksomhet er at «forurensere betaler» og prinsippet om «beskyttelse av kommende generasjoner».

Prinsippet «forurensere betaler» innebærer at den som slipper ut eller har sluppet ut miljøskadelige stoffer til jord, luft eller vann er pålagt å betale kostnadene ved rensing eller tilbakeføring til opprinnelig tilstand. Dette innebærer at alle kostnader, både private og eksterne, bæres av beslutningstakeren. Det sikrer samsvar mellom privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Prinsippet har i senere år fått vid utbredelse blant annet i OECD og EU, og i regionale og internasjonale konvensjoner og traktater. Prinsippet er integrert i norsk lovverk gjennom Forurensingsloven<sup>22</sup> som er gjort gjeldende for radioaktivt avfall, inkludert brukt brensel, fra 1.1.2011.

Ved en dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge innebærer prinsippet forurensere betaler at de som anses ansvarlige for oppretting og drift av virksomheten skal sørge for at det radioaktive avfall som er resultatet av den nukleære virksomheten ved anleggene håndteres på en måte som fører til minimal fare på ubestemt tid. Prinsippet forurensere betaler er ikke relevant for valg av løsning for dekommisjoneringsnivå.

Prinsippet om beskyttelse av kommende generasjoner er et etisk aspekt som tilsier at «*nåtidens generasjon skal ta ansvar for sine egne aktiviteter i forhold til fremtidige generasjoner*» (NOU 2001:30). Ved en dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge er det et behov for å ivareta fremtidige generasjoners interesser. Det kan for eksempel innebære at dekommisjonering bør gjennomføres til et nivå som minimerer risikoen for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og miljøet, nå og i fremtiden. Dette er også i henhold til Strålevernlovens<sup>23</sup> formål om å forebygge skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og å bidra til vern av miljøet. I følge Strålevernloven skal all håndtering av strålekilder være forsvarlig. Med forsvarlig menes at det ikke skal oppstå risiko for ansatte, andre personer eller miljøet.

**Tabell 8-10 Behov ved dekommisjonering knyttet til nasjonale normer**

Prinsipp	Referanse	Behov ved dekommisjonering
«Forurensere betaler»	Prinsippet er integrert i norsk lovverk gjennom Forurensingsloven som er gjort gjeldende for radioaktivt avfall, inkludert brukt brensel, fra 1.1.2011.	<ul style="list-style-type: none"><li>Ikke relevant for valg av løsning.</li></ul>
«Beskyttelse av kommende generasjoner»	«Nåtidens generasjon skal ta ansvar for sine egne aktiviteter i forhold til fremtidige generasjoner» (NOU 2001:30).  Dette er også i henhold til Strålevernlovens formål om å forebygge skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og å bidra til vern av miljøet.	<ul style="list-style-type: none"><li>Dekommisjonering bør gjennomføres til et nivå som minimerer risikoen for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og miljøet, nå og i fremtiden.</li></ul>

<sup>22</sup> Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven) av 13. mars 1981 nr. 6

<sup>23</sup> Lov om strålevern og bruk av stråling (Strålevernloven) av 12.mai 2000 nr. 36

## Nasjonale lover og forskrifter

Erfaring fra andre land viser at det er viktig at et tydelig regelverk er på plass for en effektiv dekommisjoneringsprosess. Lovgrunnlaget for dekommisjonering av nukleære anlegg i Norge utgjøres i dag blant annet av:

- Lov om atomenergivirksomhet (Atomenergiloven),
- Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven)
- Lov om strålevern og bruk av stråling (Strålevernloven)
- Lov om forebyggende sikkerhetstjeneste (Sikkerhetsloven)
- Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven)

Relevante forskrifter er for eksempel:

- Forskrift om fysisk beskyttelse av nukleært materiale og nukleære anlegg av 2. nov. 1984 (Forskrift om fysisk beskyttelse)
- Forskrift om objektsikkerhet av 01. jan. 2011
- Forskrift om forurensningslovenes anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall av 01. jan. 2011 (Forskrift om radioaktiv forurensning og avfall)
- Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall, kapittel 16 av 01. jan. 2011 (Avfallsforskriften)
- Forskrift om begrensning av forurensning av 01. jul. 2004 (Forurensningsforskriften)
- Forskrift om strålevern og bruk av stråling av 01. jan. 2011 (Strålevernforskriften)

Lovene er vedtatt med hensikt om å sikre eller tilfredsstille ulike behov i samfunnet. I det neste beskrives kort de overordnede behov som er blitt identifisert og hvilke lover og forskrifter som støtter opp under disse.

### Sikre områdene mot tyveri av radioaktivt materiale eller uønsket inntrenging

Ved, og eventuelt i etterkant av, en dekommisjonering vil det være behov for å sikre anleggene og anleggsområdet mot uhell og sabotasje. Atomenergiloven<sup>24</sup> og Sikkerhetsloven<sup>25</sup> gir føringer på dette området.

Da **Atomenergiloven** ble vedtatt var formålet med loven å fastsette et regelverk for å kunne ta atomenergi i bruk og samtidig sikre omgivelsene mot de skadevirkninger som et atomanlegg kan medføre (Ot.prp. nr. 88 (1998-99)). Atomenergiloven omhandler regelverket for tilsyn og kontroll av atomanlegg samt ansvarsforhold ved en atomulykke. For å oppføre, eie eller drive atomanlegg kreves konsesjon fra Kongen, og oppføring og drift av atomanlegg skal stå under offentlig tilsyn og kontroll av Statens strålevern. Anleggsinnehaver har et atomansvar hvilket innebærer at skader som skyldes farlige egenskaper ved et atomanlegg skal erstattes av innehaveren, selv om innehaveren er uten skyld i skaden.

En viktig forskrift som har hjemmel i Atomenergiloven er forskrift av 2.nov 1984 nr. 1809 om Fysisk beskyttelse av nukleært materiale og nukleære anlegg (Forskrift om fysisk sikring). Hensikten med forskriften er å minimalisere risikoen for tyveri av nukleært materiale og sabotasje mot atomanlegg.

<sup>24</sup> Lov om atomenergivirksomhet (Atomenergiloven) av 12.mai 1972 nr. 28

<sup>25</sup> Sikkerhetsloven (LOV-1998-03-20-10 om forebyggende sikkerhetstjeneste)

**Tabell 8-11 Behov ved dekommisjonering knyttet til forskrifter med hjemmel i Atomenergiloven**

<i>Forskrift</i>	<i>Hensikt</i>	<i>Behov ved dekommisjonering</i>
<i>Forskrift om fysisk sikring</i>	Minimere risikoen for tyveri og sabotasje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Å redusere sannsynlighet og konsekvens ved ulykker</li> <li>• Sikre anlegg og radioaktivt avfall mot tyveri og sabotasje</li> </ul>

**Sikkerhetsloven** (LOV-1998-03-20-10 om forebyggende sikkerhetstjeneste) skal ivareta nasjonale sikkerhetsinteresser og den enkeltes rettsikkerhet. Formålet med loven er å legge forholdene til rette for effektivt å kunne motvirke trusler mot rikets selvstendighet og sikkerhet og andre vitale nasjonale sikkerhetsinteresser, ivareta den enkeltes rettssikkerhet, og trygge tilliten til og forenkle grunnlaget for kontroll med forebyggende sikkerhetstjeneste.

Med hjemmel i Sikkerhetsloven finnes Forskrift om fysisk beskyttelse av nukleært materiale og nukleære anlegg (1984.11.02 nr. 1809) og Forskrift om objektsikkerhet (2010.10.22 nr. 1362). Forskrift om fysisk beskyttelse av nukleært materiale og nukleære anlegg angir rammen for anleggsinnehaverens og myndighetenes forpliktelser med hensyn til fysisk beskyttelse. Forskrift om objektsikkerhet beskriver klassifisering og beskyttelse av skjermingsverdige objekter. For anlegg under dekommisjonering kan tiltak trolig nedtrappes ettersom beskyttelsesbehovet avtar.

**Tabell 8-12 Behov ved dekommisjonering knyttet til forskrifter med hjemmel i Sikkerhetsloven**

<i>Forskrift</i>	<i>Hensikt</i>	<i>Behov ved dekommisjonering</i>
<i>Forskrift om nukleære materialer og anlegg</i>	«Hensikten med fysisk beskyttelse av nukleært materiale og nukleære anlegg er å legge forholdene til rette for å minimalisere mulighetene for tyveri av nukleært materiale og sabotasje mot nukleære anlegg.»	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sikre anlegg og radioaktivt avfall mot tyveri og sabotasje</li> </ul>
<i>Forskrift om objektsikkerhet</i>	Samme formål og virkeområde som sikkerhetsloven	-

## Hindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og miljøet

I forbindelse med en dekommisjonering vil det være behov for å hindre skadelige virkninger på menneskers helse og miljøet både under dekommisjoneringen og for fremtidige generasjoner. Formålet med **Strålevernloven** (Lov om strålevern og bruk av stråling av 12.mai 2000 nr. 36) er å forebygge skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og å bidra til vern av miljøet. I henhold til Strålevernloven skal all håndtering av strålekilder være forsvarlig. Med forsvarlig menes at det ikke skal oppstå risiko for ansatte, andre personer eller miljøet. Loven omhandler også atomberedskap, tilsyn og straffebestemmelser.

Viktige forskrifter som har hjemmel i Strålevernloven er forskrift av 29.okt 2010 nr. 1380 om Strålevern og bruk av stråling (Strålevernforskriften) og forskrift av 6.des 1996 nr. 1127 om Systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften).

Strålevernforskriften setter krav til blant annet kompetanse, instruksjoner og prosedyrer, strålevernansvarlig, risikovurdering, fysisk sikring, beredskapsplikt, oversikt over strålekilder etc. Den sier også noe om dosegrenser, persondosimetri. Formålet er å sikre forsvarlig strålebruk, forebygge skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og bidra til vern av miljøet.

Internkontrollforskriften setter krav til 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).

I tillegg vil Plan og bygningsloven og Arbeidsmiljøloven stille relevante krav om konsekvensutredninger og om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø.

**Tabell 8-13 Behov ved dekommisjonering knyttet til forskrifter med hjemmel i Strålevernloven**

<i>Lov / Forskrift</i>	<b>Hensikt</b>	<b>Behov ved dekommisjonering</b>
<i>Strålevernforskriften</i>	Sikre forsvarlig strålebruk, forebygge skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og bidra til vern av miljøet	• Hindre skader på dekommisjoneringspersonell, naboer og miljøet
<i>Internkontrollforskriften</i>	Sikre at virksomhetens aktiviteter planlegges, organiseres, utføres og vedlikeholdes i samsvar med krav fastsatt i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen (HMS)	• Sikre at dekommisjonering planlegges, organiseres og gjennomføres på en sikker måte

## Vern av ytre miljø og hindre forurensning til omgivelser

**Forurensningsloven** (Lov av 13.3.1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og om avfall) har som formål å verne det ytre miljø mot forurensning, redusere eksisterende forurensning, redusere mengden av avfall, fremme bedre behandling av avfall og sikre forsvarlig miljøkvalitet.

Viktige forskrifter knyttet til radioaktiv forurensning med hjemmel i forurensningsloven er forskrift av 1.nov 2010 nr. 1394 om radioaktiv forurensning og avfall, forskrift av 1.jun 2004 nr. 930 om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) og forskrift av 1.jun 2004 nr. 931 om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). Forskrift om radioaktiv forurensning og avfall gir definisjoner og grenseverdier for radioaktivt avfall og deponeringspliktig radioaktivt avfall. Avfallsforskriftens kapittel 16 gir krav til håndtering, mottak, behandling og disponering av radioaktivt avfall. Bestemmelsene i forskriften tilsier at radioaktivt avfall skal håndteres på en forsvarlig måte og at nødvendige tiltak for å unngå fare for forurensning eller skade på mennesker eller dyr skal iverksettes. Forurensningsforskriften kapittel 36 gir saksbehandlingsregler og kapittel 41 bestemmelser omkring tilsyn, klage og straff.

Forurensningsforskriftens kapittel 2 beskriver bestemmelser omkring opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider. Dette kapittel er ikke gjeldende for radioaktivt avfall men er gjeldende ved terrenginngrep i områder hvor det har vært virksomhet som kan ha forurenset grunnen.

**Tabell 8-14 Behov ved dekommisjonering knyttet til forskrifter med hjemmel i Forurensningsloven**

<b>Forskrift</b>	<b>Hensikt</b>	<b>Behov ved dekommisjonering</b>
<i>Forskrift om radioaktiv forurensning og avfall</i>	Å definere hva som er å anse som radioaktivt avfall samt å beskrive hvordan forurensningsloven, avfallsforskriften og forurensningsforskriften skal appliseres på radioaktivt avfall.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verne det ytre miljø ved å hindre radioaktiv forurensning, redusere eksisterende forurensning og minimere mengden avfall</li> </ul>
<i>Forurensningsforskriften</i>	<p>Å tydeliggjøre/beskrive sakbehandlingsregler og ansvarsforhold</p> <p>Å sikre at områder med forurenset grunn ikke skal medføre uakseptabel helse- og miljørisiko i omgivelsene.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behov for tydelige sakbehandlingsregler og ansvarsforhold</li> <li>• Behov for god kontroll av forurenset grunn</li> </ul>
<i>Avfallsforskriften</i>	«Sikre at radioaktivt avfall tas hånd om på en slik måte at det ikke skaper forurensning eller skade på mennesker eller dyr, eller fare for dette, og å bidra til et hensiktsmessig og forsvarlig system for håndtering av radioaktivt avfall»	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behov for sikker håndtering av avfall</li> </ul>

## Internasjonale anbefalinger

Dette kapittelet gjengir elementer fra IAEAs veiledere og standarder samt oppsummerer behov som kan avledes fra erfaringer fra andre land som er beskrevet i kapittel 4.1 i hovedrapporten.

## Oppsummering av behov fra Danmark og Sverige

**Tabell 8-15 Behov fra Sverige og Danmark**

<b>Referanse</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Behov som har vært relevante for andre land ved valg av dekommisjoneringsnivå</b>
<i>Sverige: Barsebäck 1 og 2 samt de tre forskningsreaktorene R1, R2-0 og R2</i>	<p>Reaktorene i Barsebäck ble tatt ut av drift i 1999 og 2005. Den første etappen av rivningen, med riving av selve reaktortankene, er planlagt tidligst 2023. Grunnet manglende lagerkapasitet ved Sluttförvaret for kortlivat radioaktivt avfall (SFR) vil øvrig rivningsarbeid starte tidligst 2023.</p> <p>R2/R2-0-avviklingen pågår og antas å være avklart 2019. Ågesta kommer til å avvikles under SVAFOs ledelse etter att tilsvarende faser for R2/R2-0-avviklingen er gjennomført. Prinsipper, metoder, personell og rutiner kommer til å være det samme for begge prosjektene.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tilgjengelig "Slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall"</li> <li>• Tilgjengelig finansiering</li> </ul>

Referanse	Beskrivelse	Behov som har vært relevante for andre land ved valg av dekommisjoneringsnivå
Danmark: av Danmarks forskningsreaktorer DR3 (Risø)	<p>Det er ikke valgt utsettelse av dekommisjonering som strategi mot slutttilstand fordi halveringstiden på avfallet er så lang at kvalifisert personale er pensjonert eller forlatt Risø.</p> <p>Strategien med utsettelse av dekommisjonering i påvente av henfall er ikke forenlig med prinsippet om man ikke skal påføre fremtidige generasjoner kostnader.</p> <p>Innkapsling av de nukleære anleggene er ikke valgt fordi tillatelse fra de Danske myndigheter krever detaljerte analyser av stråledosene til befolkningen.</p> <p>Museum er ikke valgt som en slutttilstand fordi kostnaden ved å innrette og drifte et museum er høy.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tilgang til relevant kompetanse gjennom personer med kjennskap til anleggene tilgjengelig under dekommisjoneringen.</li> <li>Ikke påføre fremtidige generasjoner kostnader</li> <li>Tilkomst til området/anlegget for å kunne gjøre detaljerte målinger av stråledoser.</li> <li>Kostnad bør balanseres mot nytteeffekter.</li> </ul>

## Standarder og veiledere fra IAEA

Norge har flere forpliktelser internasjonalt i forhold til hvordan radioaktivt materiale og/eller radioaktivt avfall skal behandles. Enkelte er juridisk forpliktende, eksempelvis i form av en konvensjon, mens andre er politiske avtaler eller politiske forpliktelser mot en adferdskodeks.

IAEA gir ut standarder og veiledere vedrørende dekommisjonering av nukleære anlegg. Disse er delt inn i sikkerhetsprinsipper (Safety fundamentals), anbefalte sikkerhetskrav (Safety requirements) og sikkerhetsveiledere (Safety guides).

IAEAs sikkerhetsprinsipper «Fundamental Safety Principles SF-1» 2006 /D250/ angir ti sikkerhetsprinsipper knyttet til kjernefysiske installasjoner, strålingssikkerhet, håndtering radioaktivt avfall og transport av radioaktivt materiale. Sikkerhetsprinsippene er relevante gjennom hele levetiden til alle anlegg som omfatter menneskelig aktivitet som kan føre til at folk blir utsatt for stråling, fra naturlig forekommende eller kunstige kilder. Tabell 8-16 oppsummerer prinsippene og hvilke behov de peker på.

**Tabell 8-16 Behov ved dekommisjonering knyttet til internasjonale anbefalinger.**

Prinsipp	Beskrivelse	Relevante behov ved dekommisjonering
Prinsipp 1 «Ansvar for sikkerhet»	Prinsippet innebærer at hovedansvaret for sikkerhet må ligge hos den personen eller organisasjonen som er ansvarlig for fasiliteter og aktiviteter som gir opphav til strålerisiko.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tydlig avklaring av sikkerhetsansvar under og etter dekommisjoneringen.</li> </ul>
Prinsipp 2 «Rolle til regjeringen»	Prinsippet innebærer at et effektivt juridisk og statlig rammeverk for sikkerhet, herunder et uavhengig tilsynsorgan, må etableres og opprettholdes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tilpasse rammeverk og tilsyn til dekommisjonering (relevant for kapittel 5)</li> </ul>

<b>Prinsipp</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Relevante behov ved dekommisjonering</b>
<i>Prinsipp 3</i> «Ledelse og administrasjon for sikkerhet»	Prinsippet innebærer at en effektiv ledelse og styring for sikkerhet må etableres og opprettholdes i organisasjoner som arbeider med aktiviteter som gir opphav til strålerisiko.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effektiv sikkerhetsledelse og styringssystem inkludert safety management.</li> </ul>
<i>Prinsipp 4</i> «Rettferdiggjørelse av anlegg og aktiviteter»	Prinsippet innebærer at anlegg og aktiviteter som gir opphav til strålerisiko må føre til en samlet netto nytte	<i>Ikke relevant for dekommisjoneringsnivå</i>
<i>Prinsipp 5</i> «Optimalisering av beskyttelse»	Prinsippet innebærer at vern skal være optimalisert for å gi den høyeste grad av sikkerhet som med rimelighet kan oppnås.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beskyttelse av anlegget for å gi høyeste grad av sikkerhet.</li> </ul>
<i>Prinsipp 6</i> «Begrensning av risiko for enkeltpersoner»	Prinsippet innebærer at tiltak for å kontrollere strålingsrisiko må sikre at ingen enkeltperson bærer en uakseptabel risiko for skade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrensning av strålingsrisiko for enkeltpersoner</li> </ul>
<i>Prinsipp 7</i> «Beskyttelse av nåværende og fremtidige generasjoner»	Prinsippet innebærer at mennesker og miljø må beskyttes mot strålerisikoen både nå og i fremtiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beskyttelse mot strålerisikoen for mennesker og miljø nå og i fremtiden.</li> </ul>
<i>Prinsipp 8</i> «Forebygging av ulykker»	Prinsippet innebærer at alle praktiske tiltak må gjøres for å forebygge og redusere atom- eller strålingsulykker.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forebygge og redusere atom- eller strålingsulykker</li> </ul>
<i>Prinsipp 9</i> «Beredskap og innsats»	Prinsippet innebærer at beredskapsplaner må foreligge.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beredskapsplaner for å håndtere eventuelle uønskede hendelser.</li> </ul>
<i>Prinsipp 10</i> «Beskyttelsestiltak for å redusere eksisterende eller uregulert strålingsrisiko»	Prinsippet innebærer at tiltak for å redusere eksisterende eller ikke regulert strålingsrisiko må begrunnes og optimaliseres.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tiltak for å redusere eksisterende eller uregulert strålingsrisiko</i></li> </ul>

IAEAs sikkerhetsveileder «Decommissioning of nuclear power plants and research reactors WS-G-2.1» 1999, (D135) gir veiledning til nasjonale myndigheter, herunder tilsynsorganer, og driftsorganisasjoner i å sikre at dekommisjoneringsprosessen for nukleære anlegg og forskningsreaktorer er gjennomført på en sikker og miljømessig forsvarlig måte.

IAEAs anbefalte sikkerhetskrav WS-R-5, stiller grunnleggende sikkerhetskrav til planlegging og gjennomføring av en dekommisjonering av nukleære anlegg. I WS-R-5 beskrives også at medlemslandene kan velge mellom tre forskjellige strategier for dekommisjonering; umiddelbar demontering, utsatt demontering og forsegling (entombment). Det pågår et arbeid med å oppdatere sikkerhetskravene og et utkast av en ny utgave foreligger. I utkastet beskrives forsegling som en mulig strategi bare under spesielle omstendigheter: *“Entombment, in which all or part of the facility is encased in a structurally long lived material, is not considered a decommissioning strategy and is not an option in case of planned permanent shutdown. It may be considered a solution only under exceptional circumstances, (e.g. following a severe accident).”* /D291/



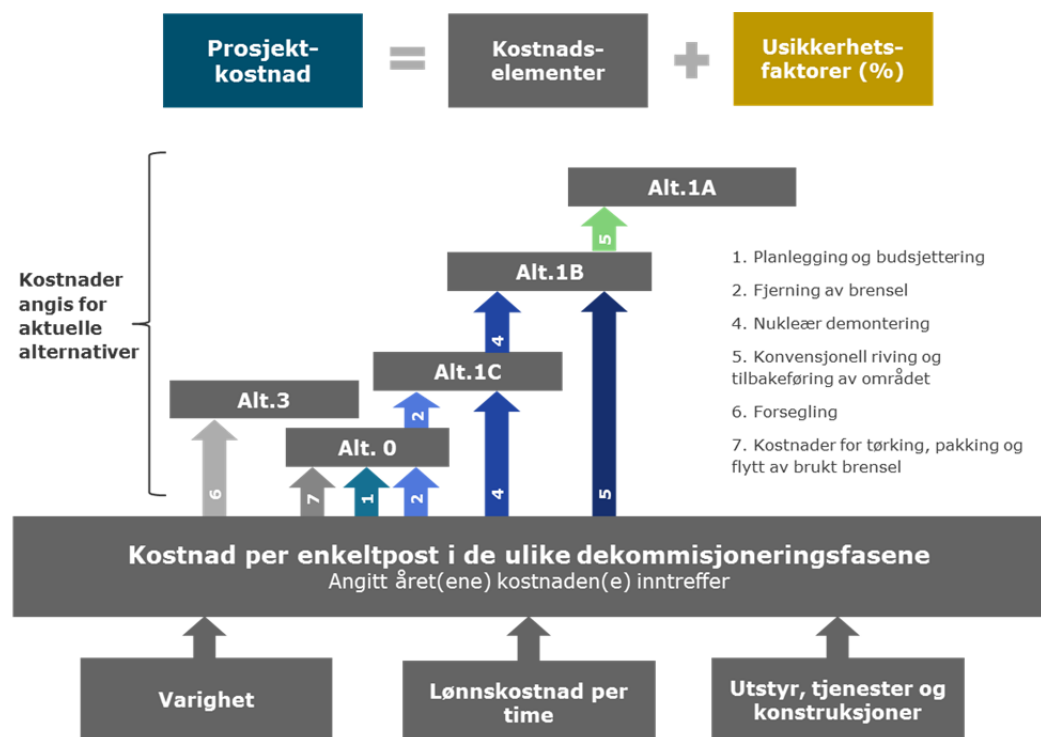
## VEDLEGG 9 USIKKERHETSANALYSE

I dette vedlegget beskrives benyttet metodikk for usikkerhetsanalysen. Kapitelet inkluderer beskrivelse av metode, vurdering av estimatusikkerhet på overordnet nivå, beskrivelse av usikkerhetsfaktorer og korrelasjon. Vedlegget inkluderer også en oversikt over dekommisjoneringskostnader per anlegg.

### Metoden som ligger til grunn for estimering av kostnader

Usikkerhetsanalysen følger standard metode som benyttes i kravene til kvalitetssikring av offentlige investeringsprosjekter utarbeidet av Finansdepartementet. Dette er en anerkjent metode for beregning av usikkerhet i store, komplekse prosjekter. Sentrale elementer i metoden er beregning av estimatusikkerhet omkring estimatene i en grunnkalkyle, bruk av usikkerhetsfaktorer som virker på kostnadsposter i grunnkalkylen. Westinghouse WBS-estimat er lagt til grunn og estimatusikkert og contingency anslaget er blitt brukt som utgangspunkt for vurdering av estimatusikkerhet og uspesifisert kostnadspåslag.

Det er utarbeidet én kostnadsmodell for anleggene på Kjeller og en for Halden. Strukturen i de to modellene er helt lik og alle alternativer, se figur nedenfor:



### Skjematisk beskrivelse av kostnadsmodellen

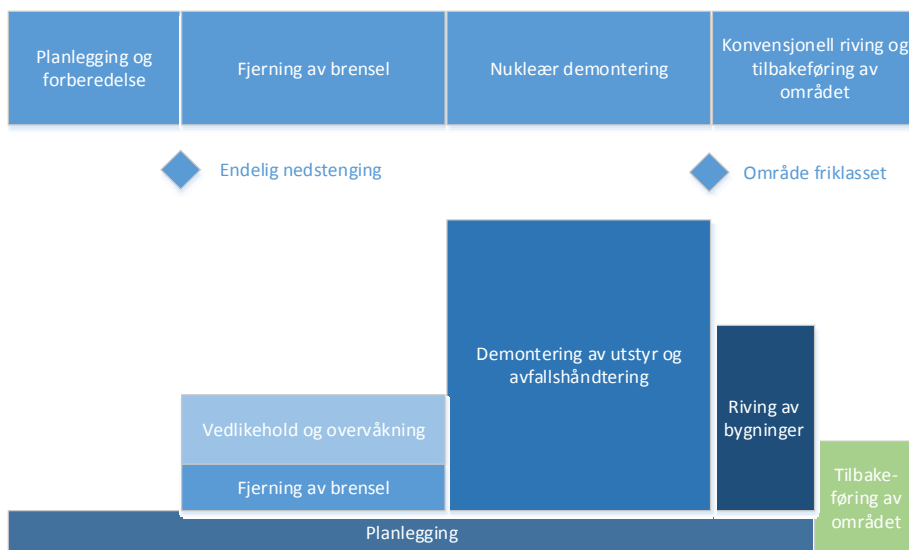
Analysen er beregnet ved hjelp av Monte Carlo-simulering med programmet @Risk (fra Palisade) i et MS Excel-basert verktøy utviklet av DNV GL AS for dette oppdraget.

For kostnadsanalysen er det valgt en analyseperiode på 100 år. Investerings- og driftskostnader er lagt inn på de tidspunkter (mellom 2015 og 2014) for når disse er forventet å inntreffe. Det beregnes nåverdi av kostandene, der diskonteringsrenten er som følger (jf. NOU 2012:16)

- 0-40 år: 4 %
- 40-75 år: 3 %
- 75 -> år: 2 %

## Estimatusikkerhet i analysen

Kostnadspostene følger WBS-strukturen presentert i Vedlegg 8 Task report 4: Decommissioning program and cost estimate. Ofte vil den totale dekommisjoneringen organiseres som et program, med et prosjekt for hvert anlegg. Et dekommisjoneringsprogram består vanligvis av fire faser; en forberedelsesfase, en fase hvor brensel tas ut av reaktoren, en nukleær demonteringsfase og en konvensjonell rivingsfase. Nedenfor vises en oversikt over fasene i et typisk dekommisjoneringsprosjekt.



### Skjematisk bilde over et typisk dekommisjoneringsprogram (se vedlegg 8).

Estimatusikkerhet er vurdert per kostnadspost i prosjektnedbrytningsstrukturen som presentert i vedlegg til Vedlegg 4. I det følgende beskrives kostnadsposter og estimatusikkerhet på overordnet nivå, avrundet til nærmeste MNOK 10, for de ulike dekommisjoneringsfasene samt kostnader knyttet til utsatt demontering og forsegling.

### Planlegging og budsjettering

Dekommisjoneringen vil starte med en planleggingsfase, hvor relevant informasjon innhentes og EIA rapportering gjennomføres. Planleggingsfasen er antatt å starte 2 år før nedstengning av reaktorene. Kostnadsanslag og usikkerhetsvurderingen knyttet til denne fasen er lik for alle alternativer; kostnadsanslag og fordeling vises derfor kun på overordnet nivå.

Navn	1. Planlegging og budsjettering				
Beskrivelse	Kostnadsanslaget er basert erfaringstall fra Barsebäck. Kostnadsanslaget er basert på et estimert behov for 10 heltidsansatte per lokasjon. Det vurderes som lite sannsynlighet at kostnaden blir lavere. Det høye p90 estimatet skyldes fremst usikkerhet knyttet til lønnsnivå.				
Tripplestimat	p10	mode		p90	
Halden	14	14	14	23	
Kjeller	14	14	14	23	
Fordeling	PertAlt				
Inkludert i alternativ	0	1C	3	1B	1A
	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

## Fjerning av brensel

Etter at reaktorene er stengt ned starter neste dekommisjoneringsfase, defueling. I denne tre år lange fasen fortsetter planleggingen og brensel fjernes fra reaktoren. Fasen omfatter også rapportering til myndigheter, radiologisk kartlegging, dekontaminering av primærkretsen og tilpasningstiltak innfør den nukleære demonteringsfasen.

Navn	2. Fjerning av brensel				
Beskrivelse	Kostnadsanslaget er til stor del basert på erfaringstall fra Barsebäck som har gjennomført denne dekommisjoneringsfasen. Kostnadsanslaget for dekontaminering av primærkretsen (~MNOK 20) er basert på tall fra USA og det er liten usikkerhet knyttet til denne siden tiltaket ikke er avhengig anleggets størrelse. Inkluderer også kostnader for tørking, pakking og transport av brukt brensel legges til (ca. MSEK 17).  Det er stor usikkerhet knyttet til den radiologiske kartleggingen. Kostnadsanslaget for dette er basert på erfaringer fra Barsebäck hvor det gjennomføres malinger kontinuerlig i forskjellige deler av anleggene. Det er usikkert hvor mange malinger som vil trenge og en god radiologisk kartlegging er viktig for gjennomføringen av senere faser.  Kostnader for tilpasninger innfør den nukleære demonteringen er ikke basert på erfaringstall og kan være undervurdert.  Usikkerheten er i tillegg mindre i denne fasen enn i senere siden det å ta ut brensel fra reaktorene er noe IFE selv er kjent med og har gjennomført tidligere. En stor del av usikkerheten er knyttet til usikkerhet i lønnsnivå, denne usikkerheten fører til en høyreskjev fordeling.				
<b>Tripplestimat</b>	<b>p10</b>	<b>mode</b>		<b>p90</b>	
Halden	70	70		90	
Kjeller	70	80		100	
Fordeling	PertAlt				
Inkludert i alternativ	0	1C	3	1B	1A
	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

## Nukleær demontering

Fasen inkluderer kostnader for segmentering og dekontaminering av reaktoren, demontering og dekontaminering av prosessutstyr, håndtering og lagring av annet radioaktivt avfall, riving av radioaktiv forurenset betong, friklassing av bygninger, prosjektledning, innkjøp av utstyr, dokumentasjon, strålevernsvirksomhet for å minimere og redegjøre for persondoser, håndtering av sekundæravfall fra riving av prosessutstyr og bygninger samt myndighetsrapportering og andre mindre aktiviteter. Det er lagt til grunn i kostnadsestimatet at reaktorene vil segmenteres. I Halden er det også mulig å ta ut reaktoren i sin helhet uten at dele den opp først.

Kostnadsestimatet presenteres separat for håndtering og lagring av annet radioaktivt avfall og øvrige kostnadselementer i dekommisjoneringsfasen.

Navn	4. Nukleær demontering				
Beskrivelse	<p>Kostnadsanslaget er basert på estimerte kostnader for Barsebäck og er derfor forbundet med større usikkerhet enn estimatene i tidligere faser.</p> <p>Kostnader for segmentering av reaktoren er basert på tegninger som det er vanskelig å lese, dette fører til stor usikkerhet omkring denne kostnadsposten. Segmentering av reaktoren og reaktorens interndeler er betydelig dyrere i Halden (~MNOK 50) enn på Kjeller (~MNOK 20).</p> <p>For å kunne demontere og rive må det gjennomføres forberedelsestiltak i alle rom i bygningene. Kostnadsestimatet for dette er basert på antall rom ikke rommenes størrelse, noe som fører til stor estimatusikkerhet omkring disse kostnadene (~MNOK 15)</p> <p>Kostnaden for friklassing er basert på hvor stor overflate som skal skannes. Det er stor usikkerhet i knyttet til dette grunnet manglende eller vanskelig tegningsgrunnlag. (~MNOK 5)</p> <p>En stor del av kostnaden er knyttet til annet enn direkte til selve demonterings- og rivningsaktivitetene (~MNOK 190). Disse kostnadene er basert på estimerte kostnader for Barsebäck og skalerte for å tilpasses anleggene i Norge. Usikkerheten i disse estimatene er sterkt knyttet til lønnsnivå.</p> <p>Lavt estimat: Det er tatt en konservativ antagelse om at utstyret ikke har noe restverdi noe som kan føre til laver kostnader</p> <p>Høyt estimat: Det er stor usikkerhet knyttet til kartlegging av mengder og tilstand kontaminert materiale på områdene. Det er i basisestimatet lagt opp for en optimal gjennomføring, det er derfor større sannsynlighet for økte kostnader.</p>				
<b>Tripplestimat</b>	<b>p10</b>	<b>mode</b>		<b>p90</b>	
Halden	230	250		300	
Kjeller	230	240		310	
Fordeling	PertAlt				
Inkludert i alternativ	0	1C	3	1B	1A
	Nei	Delvis	Nei	Ja	Ja

Navn	4.4 Håndtering og lagring av radioaktivt avfall				
Beskrivelse	<p>Kostnadsestimatet for håndtering og lagring av radioaktivt avfall fra dekommisjoneringsen er basert på alternativ b) i Vedlegg 7: Task Report 3: Management of radioactive and potentially radioactive materials.</p> <p>En estimatusikkerhet på -10 % /+30 % er vurdert for avfall fra dekommisjoneringsen. Det er vurdert en usikkerhet på -20 % +30 % på øvrige kostnader knyttet til avfallshåndteringen.</p>				

Tripplestimat	p10	mode	p90		
Halden					
1A	90	110	150		
1B	90	110	150		
1C	50	60	80		
Kjeller					
1A	70	90	110		
1B	70	90	110		
1C	50	50	100		
Fordeling	PertAlt				
Inkludert i alternativ	0	1C	3	1B	1A
	Nei	Delvis	Nei	Ja	Ja

### Konvensjonell riving og tilbakeføring av området

Fasen inkluderer kostnader for konvensjonell riving av bygninger, tilfeldig aktivitetssjekk, fjerning av forurenset grunn og tilrettelegging av området til grøntareal. Kostnaden er kun inkludert i alternativ A: Ubegrenset bruk (i Halden og på Kjeller) og omtrent 70 % av kostnadene er inkludert i alternativet 1B: Annen Næringsvirksomhet på Kjeller.

Navn	5. Konvensjonell riving og tilbakeføring av området				
Beskrivelse	Kostnadsanslaget er basert på estimerte kostnader for Barsebäck. Estimatusikkerheten i estimatet er knyttet til usikkerheter i lønnsnivå, mengder, f.eks. hvor mye forurenset grunn som vil måtte fjernes, og hvor vanskelig rivningsarbeidet vil være.				
Tripplestimat	p10	mode	p90		
Halden	20	20	30		
Kjeller	50	60	80		
Fordeling	PertAlt				
Inkludert i alternativ	0	1C	3	1B	1A
	Nei	Nei	Nei	Delvis på Kjeller	Ja

### Utsatt demontering

Ved utsatt demontering utsettes demonteringsprosessen. Anlegget holdes i en sikker tilstand over noen år i påvente av radioaktivt henfall slik at dekommisjoneringen kan forenkles og mengden av radioaktivt avfall kan reduseres. Strategien kan innebære at en gjør noe dekontaminering eller demontering, men at store deler av anlegget vil bli stående under oppsyn i en lenger tidsperiode.

Radioaktivt henfall fører til enklere demontering av kontaminert utstyr og materiell grunnet redusert risiko for eksponering, i tillegg vil det føre til mindre radioaktivt avfall. Enkelte kostnadsposter vil dermed reduseres i forhold til deres størrelse ved umiddelbar demontering. På samme måte vil flere kostnadsposter øke, f.eks. grunnet manglende vedlikehold av bygningene (noe som gjør at det vil være behov for restaurering av bygningene før den nukleære demonteringen kan påbegynnes).

Navn	3. Utsatt demontering				
Beskrivelse	<p>Ved utsatt demontering inkluderes de samme kostnadene som ved umiddelbar demontering, forskjellen ligger i når kostnadene kommer i tid. Fasene Normal Operation og Defueling gjennomføres direkte mens øvrige faser utsettes. Kostnader knyttet til radiologisk kartlegging og tilpasning av anleggene før dekontaminering og demontering kan forskyves frem i tid, det er disse kostnadene som er inkludert i denne kostnadsposten.</p> <p>Det er stor usikkerhet knyttet til den radiologiske kartleggingen, men kostnaden for dette vil være lavere ved utsatt demontering enn ved umiddelbar demontering. Kostnader for tilpasninger innfør den nukleære demonteringen er ikke basert på erfaringstall og kan være undervurdert, kostnaden for dette vil i tillegg sannsynligvis være betydelig høyere ved en utsatt demontering enn ved umiddelbar demontering.</p> <p>Det er i analysen antatt at kostnadsreduksjoner grunnet radioaktiv henfall og kostnadsøkninger grunnet behov for restaurering av bygninger tar ut hverandre og at forventet total kostnaden for disse kostnadene er lik den ved umiddelbar demontering men med et større spenn i estimatusikkerhet.</p>				
<b>Tripplestimat</b>	<b>p10</b>	<b>mode</b>		<b>p90</b>	
Halden	110	110		130	
Kjeller	100	110		130	
Fordeling	PertAlt				
Inkludert i alternativ	0	1C	3	1B	1A
	Nei	Nei	Nei	Delvis på Kjeller	Ja

### Forsegling

Forsegling innebærer at hele eller deler av et anlegg (det radioaktive materialet) omslutes av et strukturelt langlivet material. En forsegling vil kunne sammenlignes med et irreversibelt overflatedeponi for lav- og mellomaktivt avfall. Området forblir dermed under myndighetenes kontroll. Det gjennomføres omfattende sikkerhetsanalyser på samme måte som for et hvilket som helst annet deponi. Analysene skal beskrive alle sikkerhetsmessige forhold ved plasseringen som for eksempel hydrologiske og geologiske forhold /D281/.

Navn	6. Forsegling
Beskrivelse	<p>Inkluderer forsegling av Jeep II, Met.Lab. II, radavfallsanlegget, Jeep I stavbrønn og topplokksbygningen (se kart i Vedlegg 2) samt kjelleren i JEEP I vil forsegles.</p> <p>Kostnadsanslaget er basert på hvor store bygningene er, antagelser om tidsbruk ved utførelse av jobben og behov for tilpasningstiltak.</p> <p>Estimatusikkerheten tar for seg usikkerhet i betongpriser og mengde mens usikkerhet knyttet til omfang av tilpasningstak er og tiltak som gjennomføres på andre bygg enn de som forsegles ivaretas gjennom</p>

usikkerhetsfaktorer.				
Tripplestimat	p10		mode	p90
Halden	NA		NA	NA
Kjeller	60		60	80
Fordeling	PertAlt			
Inkludert i alternativ	Inkludert i alternativ 3:Forsegling			

## 7. Kostnader for tørking, pakking og flytting av brukt brensel

Estimert dekommisjoneringskostnad for alternativene i Halden og på Kjeller inkluderer kostnader til tørking, pakking og transport av brukt brensel fra lagrene for brukt brensel. Beholdere for BB samt kostnader og virkninger knyttet til håndtering av brukt brensel er dekket i KVV for Oppbevaring og varierer sterkt i de ulike strategiene som beregnes der. Investeringskostnad for løsning for brukt brensel vil være mellom 300 og 1 700 MNOK<sup>26</sup>, avhengig av hvilken løsning som velges. For detaljer omkring disse kostnadsestimatene henvises det til KVV for Oppbevaring av brukt brensel og radioaktivt avfall.

Navn	7. Kostnader for tørking, pakking og flytt av brukt brensel				
Tripplestimat	p10		mode	p90	
Halden	7,5		15	27,5	
Kjeller	7,5		15	27,5	
Fordeling	PertAlt				
Inkludert i alternativ	0	1C	3	1B	1A
	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

## Overvåking, drift og vedlikehold


Det er stor usikkerhet knyttet fremtidig behov for overvåking, drift og vedlikehold i referansealternativet 0: Ingen ny bruk samt alternativene 1C: Nukleær virksomhet og 3: Forsegling. Det er gjennomført to uavhengige vurderinger av fremtidige kostnader for overvåking, drift og vedlikehold, henholdsvis av Westinghouse og IFE.

De utarbeidede estimatene skiller seg vesentlig fra hverandre. Kostnadene benyttet i KVVUen er ment å speile denne usikkerheten. Tabellen nedenfor viser tripplestimat for overvåking, drift og vedlikeholdskostnader i de ulike alternativene (overvåking, drift og vedlikeholdskostnadene er null i friklassingsalternativene 1A og 1B).

Alternativ	p10	mode	p90	Forventnings verdi
0: Ingen ny bruk	4	10	16	11
1C: Nukleær virksomhet	4	10	16	11
3: Forsegling	4	13	29	17

<sup>26</sup> I tillegg til kostnadene som ligger i dekommisjoneringsestimateret tilkommer investeringskostnad i beholdere for BB. Hvis ingen repressering gjennomføres er det i tillegg sannsynlig at brenselet i JEEP I stavbrønn også må tørkes. Tørking av brenselet i JEEP I stavbrønn er inkludert i alternativene uten repressering i KVVU for oppbevaring.





I 3: Forsegling-alternativet vil det være kontinuerlig behov for kontroll, målinger og rapportering til myndigheter for å sikre at det ikke har skjedd noen lekkasjer. Erfaringer tilsier at det kreves mer kontrollvirksomhet ved en forsegling enn ved normal nukleær virksomhet hvor det er mulig å gå inn i anleggene og kontrollere. Dette er grunnen til at kostnadene er høyere og ikke symmetrisk fordelt. i alternativ 3: Forsegling.

## Sammenheng med samfunnsøkonomiske beregninger

I samfunnsøkonomien deles netto tallfestet samfunnsøkonomisk kostnad (NPV) inn i følgende underposter:

- Dekommisjonering og prosjektgjennomføring
- Håndtering av RAD
- Utsatt investering RAD
- Overvåkning, drift og vedlikehold
- Skattefinansieringskostnader

Dekommisjonering og prosjektgjennomføring inkluderer kostnadspostene: 1. Planlegging og budsjettering, 2. Fjerning av brensel, 4. Nukleær demontering (ekskludert kostnadspostene under 4.4 Håndtering og lagring av radioaktivt avfall), 5. Konvensjonell riving og tilbakeføring av området. Når relevant, inkluderes også kostnader knyttet til forsegling av anlegg her.

Håndtering av RAD inkluderer kostnadene for håndtering i kostnadsposten 4.4 Håndtering og lagring av radioaktivt avfall.

Utsatt investering RAD motsvarer kostnadene for lagring av radioaktivt avfall i kostnadspost 4.4 Håndtering og lagring av radioaktivt avfall. Den samfunnsøkonomiske kostnaden for lagring av radioaktivt avfall ved en dekkommisjonering vil være kostnaden ved at investeringen kommer tidligere i tid mens den prosjektøkonomiske kostnaden er kostnaden per tønne RAD som må lagres.

Skattefinansieringskostnader og kostnader for overvåkning, drift og vedlikehold er inkludert i den prosjektøkonomiske beregningen.

## Beskrivelse av usikkerhetsfaktorer i analysen

U1 - Lover og regler				
ID	Beskrivelse	p10	mode	p90
U1	<p>En forutsetning for en effektiv gjennomføring er at det foreligger tydelige lover og forskrifter før dekommisjoneringen starter. Faktoren omhandler usikkerhet knyttet til hvilke krav som vil stilles ved en dekommisjonering samt usikkerhet knyttet til endringer i byggestandarder, HSE-krav etc. Usikkerhetsfaktoren dekker de kostandskonsekvenser som for eksempel konklusjoner på enkeltvedtak kan ha.</p> <p><i>Tidskrevende godkjenningssprosess</i> Erfaringer fra andre land tilsier at godkjenningssprosessen for friklassing av området kan være ressurskrevende og kan ta flere år å fullføre /Connecticut Yankee Decommissioning Experience Report/</p> <p><i>Erfaring fra Sverige:</i> Rivingen av ACL (Aktiva kemilaboratoriet) ble startet før de svenska kravene var tilpasset for riving. Dette førte til at man måtte føre en dialog med myndigheter under rivningsprosessen, noe som ble kostnadsdrivende.</p> <p><i>Endringer i WAC</i> Hvis waste acceptance criteria endres så kan det påvirke håndtering- og lagringskostnadene for ARA.</p> <p><i>Conditional clearance av betong</i> Det er i KVUen lagt til grunn at en andel av betongavfallet fra dekommisjoneringen vil være subjekt for betinget friklassing, dette er noe som er vanlig praksis i Sverige men som per i dag ikke er lov i Norge.</p> <p><i>Forbrenning av avfall</i> Per i dag er det i Norge ikke lov å brenne aktivt avfall som kommer fra nukleære anlegg. Det finnes ett anlegg som kan brenne H-3 (3 MBq) og C-14 (2MBq), men ikke avfall fra IFE. I IFEs gamle anlegg ble det kun brent dødt avfall som tidligere hadde inneholdt kortlivede jod isotoper. Det er i KVUen lagt til grunn at avfall sendes off-site for behandling og at en andel av dette avfallet forbrennes. Det er usikkerhet knyttet til om det vil være lov eller ikke.</p> <p><i>Artikel 37 (Euroatom)</i> Dette er en EU-godkjenning som må foreligge for dekommisjoneringsarbeidet kan starte. I Sverige er forskningsreaktorer unntatt. Det er usikkert om dette vil være et krav for forskningsreaktorene i Norge.</p> <p><i>Kvoter og grenseverdier</i> Kvoter og grenseverdier kan avhenge av hvilket konsept for avfallshåndtering som velges, gjennom at avfall som sendes for behandling og dermed friklasseres hos annen lisenshaver trolig ikke regnes inn i IFEs friklassingskvote.</p>			

U1-1Cb	Det finnes allerede et lovverk rundt nukleær virksomhet, det er ingen bygninger som skal friklasseres og dermed lavere usikkerhet.	-5 %	0 %	5 %
U1-1Bb	Hvis friklassingsgrensene er uklare/utdelige så kan man måtte rive mer enn planlagt, det fører til en uryddig prosess og større avfallsmengder. Siden man i dette alternativet ikke planlegger å rive like mange bygninger som i alternativ A så vil faktor U1 påvirke dette alternativet mer, samtidig vil faktoren for dette alternativet være mer korrelert med usikkerhetsfaktoren U2 Tilstand.  På Kjeller rives flere bygninger i alternativ B, forskjellen mellom faktoren ved A og B er dermed liten her. Omfanget er likevel større siden man ikke tar med kjelleren. Faktoren settes til [-10 %;0 %;25 %] for Kjeller og [-10 %;0 %;30 %] for Halden	-10 % /-10 %	0 % /0 %	25 % /30 %
U1-1Ab	I alternativ A gjennomføres allerede mange tiltak så sannsynligheten for at nye regler og krav vil føre til ytterligere tiltak er liten. Derimot kan et uklart regelverk føre til forsinkelser i prosjektet og dermed økte kostnader	-10 %	0 %	20 %
U1-2	Love og regler knyttet til dekommisjonering tenderer å øke med tid, samtidig kan regelverket omkring dekommisjonering av nukleære anlegg være mer modent lenger frem i tid. Det er imidlertid i analysen forutsatt et modent regelverk, sannsynligheten for besparelser er derfor liten.	-10 %	0 %	30 %
U1-3	Forsegling er ikke en anbefalt strategi av IAEA. Det pågår et arbeid med å oppdatere sikkerhetskravene til planlegging og gjennomføring av dekommisjonering av nukleære anlegg og et utkast av en ny utgave foreligger. I utkastet beskrives forsegling som en mulig strategi bare under spesielle omstendigheter: "Entombment, in which all or part of the facility is encased in a structurally long lived material, is not considered a decommissioning strategy and is not an option in case of planned permanent shutdown. It may be considered a solution only under exceptional circumstances, (e.g. following a severe accident)." /D291/  Det er derfor sannsynlig at kravene ved forsegling kommer at bli enda strengere fremover.	10 %	20 %	50 %
Virker på:	Alle kostnadsposter, ekskludert D&V			

U2 - Tilstand ved dekommisjonering				
ID	Beskrivelse	p10	mode	p90
U2 - 1Cb, 3	<p>Faktoren skal både ivareta usikkerhet grunnet manglende dokumentasjon og usikkerhet knyttet til at det ikke er mulig å vite faktisk tilstand før dekommisjoneringsprosessen allerede er påbegynt. Inventory er usikker, KVV-gruppen har ikke klart å få en tydelig oversikt over hva som finnes av radioaktivt forurenset materiale på områdene. Grunnet manglende datagrunnlag er det gjennomført ingeniørmessige bedømminger. Dette kan føre til at kostnadene blir lavere eller høyere enn antatt. Det har også underveis i prosessen dukket opp ny informasjon om kontaminerte områder etc. etc. Omfang blir større enn ventet, det dukker opp nye bygninger som må dekommisjoneres og demonteres. Mengden prosessutstyr kan være opp til 15 % mer enn antatt men det er mengden bygningsmateriale og mark som er forbundet med mest usikkerhet.</p> <p><i>Forurensete masser</i></p> <p>Erfaringsmessig har det vist seg at det ikke er mulig å forutsi mønster og omfang av grunnforurensning før sent i dekommisjoneringsprosessen. Grensen mellom grunnfjellet og jordavleiringer samt strømningsveier i jord vil påvirke retning og frekvens av transport av radioaktivt materiale. Test av jord under bygningene kan ikke gjennomføres før tilgangen er gjort trygt. Avhengig av resultatene av disse testene, kan varierende mengder av jord måtte tas ut, hvilket ikke kan bestemmes før fjerningsprosessen er godt i gang. Som eksempel så var ar den forurensete jordvolumen ved dekommisjonering av Connecticut Yankee NPP i USA betydelig høyere enn ventet og 33 000 m3 jord måtte fjernes. /D395/</p> <p><i>Forurenset betong</i></p> <p>Ved dekommisjonering av Connecticut Yankee NPP i USA ble det oppdaget bygningsbetongen var mer forurenset enn antatt, noe som resulterte i at flere bygninger som ikke var planlagt å rives måtte rives. Dette førte til økte kostnader i form av rivingsarbeider og økt volum av radioaktivt materiale som måtte behandles og deponeres. /Connecticut Yankee Decommissioning Experience Report/</p> <p><i>Annen kontaminasjonsklasse enn antatt</i></p> <p>Hvis for eksempel det radioaktive avfallet fra dekommisjoneringen er i en annen kontaminasjonsklasse enn antatt så vil det påvirke kostnadene for avfallsbeholdere, håndtering, lagring og transport</p> <p>The ratio of alpha radionuclides to the beta and gamma radionuclides in the contamination at a plant can greatly affect increase the complexity and cost of controlling exposures during a decommissioning. /D396/</p> <p>På Kjeller er det risiko for at det er mer forurensete masser rundt NALFA ledningen men også på området.</p>			
U2-1Cb		-30 %	0 %	30 %
U2-1Bb	Risikoen for at en oppdager mer kontaminert betong enn antatt har størst konsekvens i de alternativer hvor det ikke er planlagt å rive bygningene.	-30 %	0 %	30 %

U2 - Tilstand ved dekommisjonering				
	På Kjeller rives flere bygninger i alternativ B, forskjellen mellom faktoren ved A og B er dermed liten her. Omfanget er likevel større siden man ikke tar med kjelleren. Faktoren settes til [-30 %;0 %;30 %] for Kjeller og [-30 %;0 %;40 %] for Halden	/-30 %	/0 %	/ 40 %
U2-1Ab	Risikoen/muligheten for at man under dekommisjoneringen finner større mengder forurensede masser enn antatt er høyere i de alternativer hvor bygninger på områdene i Halden og på Kjeller rives.	-30 %	0 %	30 %
U2-2	Radioaktivt henfall fører til enklere demontering av kontaminert utstyr og materiell grunnet redusert risiko for eksponering, i tillegg vil det føre til mindre radioaktivt avfall. Enkelte kostnadsposter vil dermed reduseres i forhold til deres størrelse ved umiddelbar demontering. På samme måte vil flere kostnadsposter øke, f.eks. grunnet manglende vedlikehold av bygningene (noe som gjør at det vil være behov for restaurering av bygningene før den nukleære demonteringen påbegynnes).	-30 %	0 %	40 %
U2-3	Forsegling er ikke en velprøvd strategi for dekommisjonering. Det kan oppstå behov for flere nye tiltak underveis i prosessen, f.eks. kan en måtte forsterke bygningene mer enn antatt	-30 %	0 %	50 %
Virker på:	Kostnadspostene under 4. Nukleær demontering			

### U3 - Interessenter

ID	Beskrivelse	p10	mode	p90
U3	<p>Denne faktoren omhandler usikkerhet knyttet til interessenters påvirkning i dekommisjoneringsprosessen. Det er mye mer interaksjon mellom regulatorer og interessenter/allmenheten under en dekommisjonering enn ved drift av en reaktor. Dette skyldes et regime for offentlige høringer, diskusjoner omkring hva området skal benyttes til i fremtiden og uroen for stråleskader. /D396/</p> <p>Klagesaker kan føre til forsinkelser og behov for å vedta avbøtende tiltak. Det vil være viktig med god kommunikasjon og åpenhet imot alle interessentgrupper</p> <p>Allmenhetens akseptens for løsningen og dekommisjoneringsarbeidet vil være høyere hvis områdene frigjøres for annet bruk.</p> <p>Begrunnelsen for mulig reduksjon i kostnader er at det kan ligge inne noen kostnader for avbøtende tiltak i erfaringstallene og estimatene fra Barsebäck</p>			
U3-1Cb		-5 %	0 %	10 %
U3-1Bb		-7 %	-5 %	8 %
U3-1Ab		-7 %	-5 %	5 %
U3-2	Allmenhetens akseptens er sannsynligvis lavere for utsettelse enn for umiddelbar dekommisjonering	-5 %	0 %	15 %
U3-3	Allmenhetens akseptens er sannsynligvis lavere for forsegling enn for øvrige alternativer	-5 %	0 %	15 %
Virker på:	Alle kostnadsposter (ekskl. D&V)			

U4 - Organisering og prosjektstyring				
ID	Beskrivelse	p10	mode	p90
U4	Denne faktoren tar innover seg usikkerhet knyttet til hvordan organisasjonen rundt dekommisjoneringsarbeidet legges opp. Kostnadene påvirkes av hva for slags kontraktstrategi det legges opp til, om det er uklare eller klare grensesnitt mot entreprenør/entreprenører. Hvis en velger å benytte egen organisasjon til at dekommisjonere så kan det kreve opplæring innen dekommisjoneringsarbeid og en kan få problemer med at de ansatte har en emosjonell tilknytning til anleggene.			
U4-1Cb		-25 %	0 %	40 %
U4-1Bb		-25 %	0 %	40 %
U4-1Ab		-25 %	0 %	40 %
U4-2		-25 %	0 %	40 %
U4-3		-25 %	0 %	40 %
Virker på: Alle kostnadsposter				

U5 - Gjennomføring				
ID	Beskrivelse	p10	mode	p90
U5	Denne faktoren omhandler det faktum at måten en velger å gjennomføre prosjektet på vil ha noe å si for hvor mye det koster. Kostnadene vil påvirkes av vem som vil gjennomføre dekommisjeringen og hvilke ressurser som finnes tilgjengelige ved tidspunktet for start av dekommisjoneringsarbeidet. Det er i analysen antatt at en erfaren leverandør vil gjennomføre dekommisjoneringsarbeidet. Kostnadene er basert på nøkkeltall fra organisasjoner som har gjennomført dekommisjonering eller riving i andre sammenheng tidligere og på en optimert gjennomføringsprosess. Det er dermed lite sannsynlig at prosjektet grunnet en god gjennomføring blir billigere enn antatt, det er større sannsynlighet for økte enn lavere kostnader.			
U5-1Cb		-10 %	0 %	20 %
U5-1Bb		-10 %	0 %	30 %
U5-1Ab		-10 %	0 %	30 %
U5-2	Ved en utsettelse kan det bli vanskelig å gjennomføre prosjektet grunnet manglende kjennskap til og kunnskap om anleggene, noe som kan være kostnadsdrivende.	-10 %	5 %	40 %
U5-3	Forsøgling er ikke en vanlig slutttilstand. Det finnes derfor lite erfaring rundt hvordan dette best gjennomføres, noe som kan være kostnadsdrivende.	-10 %	5 %	30 %
Virker på:	Defueling, Nukleær demontering, Konvensjonell demontering			



U6 - Dekommisjoneringsteknikker				
ID	Beskrivelse	p10	mode	p90
U6	Liten usikkerhet, det er lagt til grunn bruk av velprøvde metoder og verktøy. Det er imidlertid viktig at det gjennomføres en ordentlig analyse av hvilke metoder som går å benytte på området før en starter dekommisjoneringsarbeidet. Hvis det ikke gjøres så er det ikke sikkert at de verktøyene du trenger er tilgjengelige eller at det grunnet områdets/anleggets tilstand ikke er mulig å bruke dem. Dette kan føre til et behov for å benytte andre teknikker enn dem som var tiltenkt. Hvis en bruker mer «spesial» utstyr så gir det ofte større og vanskeligere prosesser rundt, mye støv og sekundæravfall med mere.			
U6-1Cb		-5 %	0 %	5 %
U6-1Bb		-5 %	0 %	5 %
U6-1Ab		-5 %	0 %	5 %
U6-2		-5 %	0 %	5 %
U6-3		-5 %	0 %	5 %
Virker på:	Nukleær demontering			

U7 - Værforhold og klimaendringer				
ID	Beskrivelse	p10	mode	p90
U7	Denne faktoren omhandler usikkerhet omkring værforhold under dekommisjoneringen og hvordan det påvirker arbeidseffektiviteten eller gir opphav til at flere tiltak må iverksettes. F.eks. kan det være behov for hyppigere kontroll av vannkvaliteten ved flom.			
U7-1Cb	Vanngjennomstrømning	-5 %	0 %	10 %
U7-1Bb		-5 %	0 %	10 %
U7-1Ab		-5 %	0 %	10 %
U7-2	Behov for fler/andre sikringstiltak grunnet klimaendringer, mer ekstremvær Storm, jordskjelv, flom og frost, dette gir forsinkelser. Inkluderer også vannfylling ved riving.	-5 %	0 %	20 %
U7-3	Ved utsatt demontering er det større usikkerhet knyttet til værforhold under dekommisjoneringen. Påvirker dimensjonering	-5 %	0 %	20 %
Virker på:	Nukleær demontering og Konvensjonell demontering			

U8 - Markedsforhold				
ID	Beskrivelse	p10	mode	p90
U8	Denne faktoren dekker konjunktursvingninger og at markedet er presset. Det at det er et annet kostnadsnivå i Norge enn Sverige er tatt hensyn til i estimatusikkerheten. Usikkerheten er knyttet til timing av prosjektet sammenlignet med andre dekommisjoneringsprosjekt, tilgjengeligheten på kompetent personell etc.,			
U8-1Cb		-10 %	0 %	10 %
U8-1Bb		-10 %	0 %	20 %
U8-1Ab		-10 %	0 %	20 %
U8-2		-10 %	0 %	20 %
U8-3		-10 %	0 %	20 %
Virker på:	Alle kostnadsposter			

U9 - Kapasitet for oppbevaring av ARA				
ID	Beskrivelse	p10	mode	p90
U9	Denne faktoren omhandler usikkerhet knyttet til om det er tilstrekkelig kapasitet i Norge for å ta imot ARA under dekommisjoneringsprosessen.  Avhengig av når i tid dekommisjoneringsprosessen starter og til hvilken slutttilstand en velger å dekommisjonere vil det være behov for mer lagerplass enn hva som er tilgjengelig i dag. I Sverige er det ikke akseptert at starte dekommisjoneringsprosessen før lagringsproblematikken er løst og det er klargjort hvor avfallet skal sendes hen.  Det kan skje at lageret er ferdig bygget men at lisensieringen ikke er klar. Hvis det skjer når dekommisjoneringsarbeidet allerede er startet så vil føre til kostnadskonsekvenser for prosjektet i form av at man har personell på plass som ikke får gjort det de skal.			
U9-1Cb		0 %	0 %	10 %
U9-1Bb		0 %	0 %	10 %
U9-1Ab		0 %	0 %	10 %
U9-2		0 %	0 %	10 %
U9-3		0 %	0 %	0 %
Virker på:	Alle kostnadsposter			

## Korrelasjon i analysen

I tillegg til estimatusikkerhet og usikkerhetsfaktorer har KVVU-gruppen tatt hensyn til at usikkerhetsfaktorene til en vis grad er korrelert. Tabellen nedenfor viser antatt korrelasjon mellom usikkerhetsfaktorene.

Korrelasjon	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
U1 - Lover og regler	1								
U2 - Tilstand ved dekommisjonering	0	1							
U3 - Interessenter	0,5	0	1						
U4 - Organisering og prosjektstyring	0	0	0,3	1					
U5 - Gjennomføring	0,8	0,5	0,5	0,5	1				
U6 - Dekommisjoneringsteknikker	0,3	0,7	0	0,3	0,9	1			
U7 - Værforhold og klimaendringer	0	0	0	0	0	0	1		
U8 - Markedsforhold	0	0	0	0,7	0,5	0,5	0	1	
U9 - Kapasitet for oppbevaring av ARA	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	1

KVVU-gruppen skiller mellom svakt korrelerte faktorer (faktor 0,3), middelskorrelerte faktorer (faktor 0,5) samt høyt korrelerte faktorer (korrelasjonsfaktor mellom 0,7-0,8). For eksempel vurderes Usikkerhetsfaktoren U5 - Gjennomføring som høyt korrelert med U1 - Lover og regler ved at tydelige lover og regler vil føre til en ryddig gjennomføringsprosess.

## Dekommisjoneringskostnader per anlegg

For å forenkle sammenligning mellom IFEs kostnadsestimat og estimatene i KVUen vises her estimert dekommisjoneringskostnad per anlegg. Oppdelingen i kostnad per anlegg i tabellen nedenfor er basert på en prosentvis splitt estimert ved Westinghouse.

	% fordeling*	Alternativ 1A	Alternativ 1B	IFE (2014-kr)	IFE (2012-kr)	Inkluderte anlegg fra IFEs dekommisjoneringsplan fra 2012
		Basiskostnad + forventet tilleg = Forventningsverdi:	Basiskostnad + forventet tilleg = Forventningsverdi:			
Forventningsverdi Halden + Kjeller		1516	1406	1 473	1405	
<b>Forventningsverdi Halden:</b>		<b>757</b>	<b>715</b>			
Basiskostnad Halden	100 %	541	515	1 054	1006	Haldenreaktoren, inkluder brøselslagre og ny infrastruktur + Brenselinstrumentverkstedet
Forventet tillegg basert på usikkerhetsvurderinger		216	200			
<b>Forventningsverdi Kjeller:</b>		<b>759</b>	<b>691</b>			
Basiskostnad Kjeller:	SUM:	555	535	418	399	
Jeep II	40 %	222	214	92	88	Jeep II
Toppløkk	1 %	6	5	-	0	Ikke inkludert
Jeep I**	10 %	56	54	-	0	Ikke inkludert
Met.II **	25 %	139	134	289	275	Met.Iab II, inkl. ny infrastruktur, Lager for bestrålt brensel Kjeller /D352/, Jeep I stavbrønn
Met.I	0 %	-	-	0	0	Met.Iab I
Rad.waste	20 %	111	107	34	32	Radavfallsanlegget
Övriga	4 %	22	21	2	2	Lager for ubstrålt brensel
Transportkostnader til KLDRA		Inkludert i kostnaden per anlegg		2	2	Transportkostnader til KLDRA
Forventet tillegg basert på usikkerhetsvurderinger		204	156			

\*Et estimat av den prosentvise fordelingen av kostnad per anlegg (ved Westinghouse)

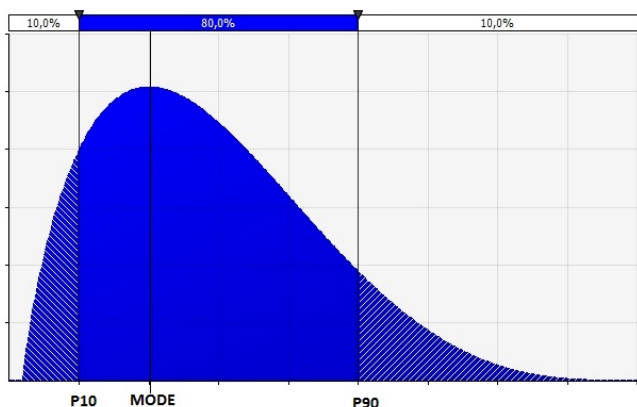
\*\* I motatt inventory fra IFE ble informasjon gitt samlet for Jeep I stavbrønn og Metlab II, derfor er de her vist sammen.

## Generelt om kvantitativ usikkerhetsanalyse

Deterministisk analyse innebærer å bruke det "mest sannsynlige verdi-estimat" av hver variabel i en modell for å regne seg frem til et totalestimat. Sensitiviteten i summen kan bestemmes ved å anslå scenarier for beste og verste utfall for alle postene. Da tas det ikke hensyn til at det er større sannsynlighet for at den mest sannsynlige verdien inntreffer enn maksimums- og minimumsverdien. Ved å tilegne en fordelingsfunksjon til kostnadspostene og beregne dette stokastisk eller ved simulering tar man hensyn til dette. Begge tilfeller vil gi en gitt fordeling for totalsummen, samt tilhørende forventningsverdi og varians. Av de mest kjente metoder og teknikker kan nevnes momentmetoden, eksakte algebraiske løsninger og Monte Carlo-simulering. Monte Carlo-simulering er den metoden som er mest utbredt på verdensbasis og er valgt til denne analysen.

### Basisestimat: Estimatusikkerhet og korrelasjon

Alle kostnadselementer er beskrevet med et tripplestimat – p10, mode og p90. For simuleringen er en Pertfordeling (se figuren under) valgt for å kunne benytte disse inngangsverdiene.



**Figur 8-11: Pertfordeling med tripplestimat.**

Budsjettmodellen er detaljert, og inngangsverdiene til beregning av flere budsjettposter kan ha en avhengighet i variasjonen (samvariasjon). Inngangsverdier som samvarierer er korrelert med en Pearsons korrelasjonsfaktor mellom -1 og 1.

### Beregning av usikkerhetsfaktorer

Beregning av en usikkerhetsfaktors påvirkning skjer ved multiplisering av de to fordelingene for kostnadsposten og for usikkerhetsfaktoren. For å isolere faktorens bidrag benyttes kun den prosentvise endringen. Det medfører at dersom faktoren F er oppgitt som en variasjon rundt 0 (for eksempel med trippelanslaget -0,1 – 0,0 – 0,15) vil regnestykket for posten se slik ut:

Bidrag fra F på posten B1 = Forventningsverdi for B1 \* F.

Bidraget fra usikkerhetsfaktorene summeres med totalen på samme måte som totaler fra andre kostnads- og inntektsposter.

### Begrepsforklaring

Dette kapitlet lister opp en rekke ord og uttrykk som er benyttet i rapporten for å forklare disse grundigere. Listen er ikke uttømmende.

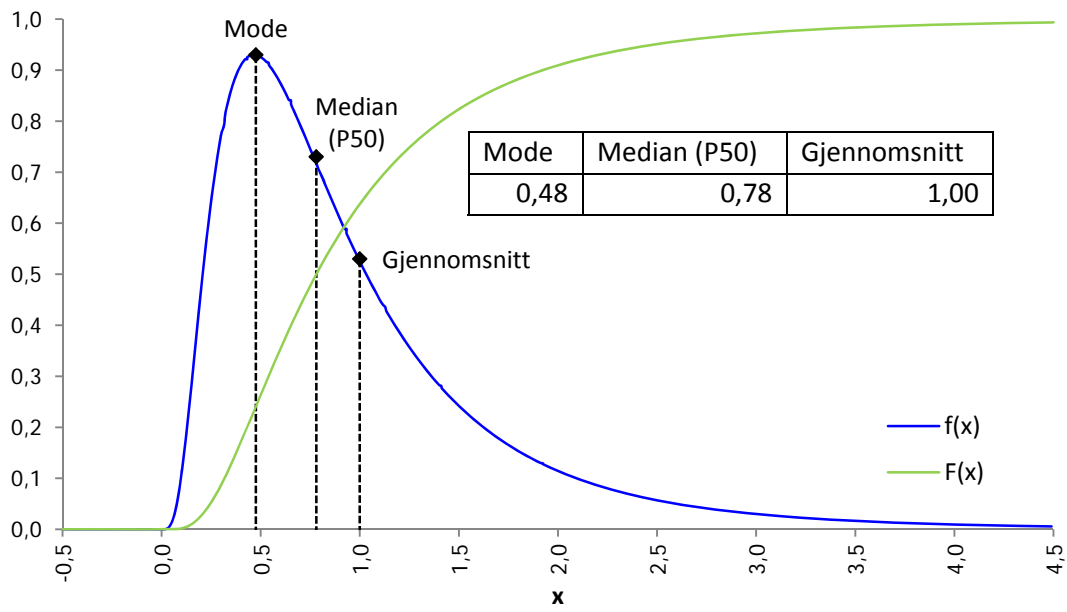
En variabel som har en spesifikk verdi kalles deterministisk. Til forskjell kan en tilfeldig stokastisk variabel anta et spekter av verdier. Fordelingen av mulige utfall for en stokastisk variabel beskrives av

en sannsynlighetsfordeling. De mest brukte statistiske begrepene i denne rapporten er beskrevet i tabellen under.

**Tabell 8-17: Statistiske begreper som brukes i rapporten. Tabellen er hentet fra rapporten DEMO 2000, Det Norske Veritas.**

Begrep	Definisjon	Beskrivelse
<b>Sannsynlighetsfordeling</b>	$f(x)$	Fordelingen for ulike utfall av x.
<b>Akkumulert sannsynlighetsfordeling</b>	$F(x) = \int_{-\infty}^x f(y)dy$	Sannsynligheten for at et utfall er mindre enn eller lik x.
<b>Forventningsverdi (eng. mean)</b>	$E(x) = \mu = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$	Gjennomsnittsverdien av en fordeling (tyngdepunkt).
<b>Median (P50)</b>	$\frac{1}{2} = \int_{-\infty}^{P50} f(x)dx = \int_{P50}^{\infty} f(x)dx$	Samme sannsynlighet over og under P50.
<b>Mode</b>	$\frac{d}{dx} f(x) = 0$	Verdien der $f(x)$ er størst; toppunktet på fordelingen.
<b>Varians</b>	$Var(x) = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x)dx$	Mål på spredningen i fordelingen.
<b>Standardavvik</b>	$\sigma = \sqrt{Var(x)}$	Roten av variansen.
<b>Percentil Pxx</b>	$F(Pxx) = xx\%$	Sannsynligheten for at utfallet er mindre enn eller lik pxx er xx%, for eksempel $F(p10) = 10\% = 0,1$ .
<b>Pearsons korrelasjonskoeffisient</b>	$\rho(x, y) = \frac{COV(x, y)}{\sqrt{VAR(X) \cdot VAR(Y)}}$  , $[-1 < \rho < 1]$	Benevningsfri koeffisient for å beskrive lineære sammenhenger mellom to avhengige variabler.
<b>”Tripplestimat”</b>	Også kalt trepunktsestimat. Det angis tre punkter for å beskrive en sannsynlighetsfordeling som i figuren. Dette kan for eksempel være p10, mode og p90.	

Noen av disse målene er illustrert i Figur 8-12.



Figur 8-12: Illustrasjon av noen statistiske parametere. Figuren viser en lognormalfordeling og den korresponderende akkumulerte sannsynlighetsfordelingen.



## VEDLEGG 10 BAKGRUNN FOR SAMFUNNSØKONOMISK ANALYSE

### Forutsetninger i analysen

For at alternativene skal kunne sammenlignes er det viktig at det er de samme forutsetningene som ligger til grunn for alle alternativene.

Beregningene er basert på følgende forutsetninger:

- Det er etablert kapasitet til å lagre det radiologiske avfallet fra en dekommisjonering
- Dekommisjoneringen startes i år 2018
- Henførringsår: 2014
- Prisenivå: 2014
- Analyseperiode: 100 år (til 2114)
- Reallønnsvekst: 1,6 %
- Diskonteringsrente: 4 % fra år 0 til 40, 3 % fra år 40 til 75 og 2 % fra år 75 til 100

Det foreligger ingen beslutning om nedstengning av noen av reaktorene i dag. 2018 er valgt som et tilfeldig årstall for å skissere tidslinjen.

De viktigste forutsetningene for analysen er testet i sensitivitetsanalysen for å se hvor robust den anbefalte løsningen er mot endringer i forutsetninger.

### Kalkulasjonsrente og neddiskontering

For at kostnader som kommer lenger frem i tid skal være sammenlignbare med kostnader som kommer på et tidligere tidspunkt må alle kostnader neddiskonteres til samme år. For at kostnadene i prosjektet skal kunne sammenlignes med andre prosjekter er det for denne analysen valgt 2013 som sammenligningsår. Det vil si at alle kostnader som er oppgitt i analysen er i 2013 kr.


NOU 1997: 27 påpeker at kalkulasjonsrenta er to delt, hvor den ene delen skal ta høyde for avveiningen mellom ulike perioder og den andre delen skal ta høyde for konsekvensene av en usikker framtid. Det kan benyttes en risikofri rente, men da må det korrigeres for den systematiske usikkerheten slik at kalkulasjonsrenten kun fanger opp avveiningen mellom ulike perioder.

Det anbefales i NOU 2012: 16 at man ikke skal gjøre justeringer på systematisk usikkerhet i usikkerhetsanalysen men heller bruke den risikojusterte kalkulasjonsrenten anbefalt av NOUen ved 4% de første 40 årene, deretter 3% fra 40-75 år og 2% i årene deretter. Dette er fordi man skal få et så likt sammenligningsgrunnlag mellom de ulike offentlige prosjektene som mulig. Nivået på kalkulasjonsrenta etterprøves i sensitivitetsanalysen.

### Analyseperiode og restkostnad

I NOU 2012:16 refereres det til at analyseperioden skal ta høyde for at også relevante virkninger som inntreffer frem i tid skal hensynas i analysen. Analyseperioden skal i utgangspunktet sammenfalle med levetiden av prosjektet.

Ved en dekommisjonering er levetiden til alternativene være annerledes enn i mange andre investeringsprosjekter. Ved friklassing av områdene vil det ikke være behov for fremtidig overvåking av områdene, de frigjøres til annen bruk og eventuell restverdi vurderes ikke. I referansealternativet 0: Ingen ny bruk, 1C: Nukleær virksomhet og 3: Forsegling vil det være behov for et kontrollregime i uoverskuelig fremtid, disse alternativene vurderes derfor å ha en restkostnad. Restkostnaden skal fange opp netto nåverdi for perioden som gjenstår av prosjektets levetid. Restkostnaden er beregnet som nåverdi av annuitet med uendelig levetid basert siste års driftskostnader og med en diskonteringsrente



på 2 %. Restkostnaden for 3:Forsegling er justert ned med 30 %, til et nivå tilsvarende det for referansealternativet og 1C:Nukleær virksomhet, grunnet en antagelse om at den høye driftskostnaden forbundet med slutttilstanden vil kunne reduseres lenger frem i tid.

## Lønns- og valutajustering

Siden store deler av utgiftene i et dekommisjoneringsprosjekt er til lønn, og arbeidet pågår over lang tid er det naturlig at man tar høyde for den reallønnsveksten som man har opplevd i Norge de siste årene. I analysen har vi justert reallønnsveksten med 1,6 % hvert år i hele analyseperioden. Usikkerheten på denne er i KVUen satt til  $\pm 100$  %.

Siden Norge har erfaring kun fra enkelte mindre dekommisjoneringsprosjekter så er mange av kostnadene i de tekniske rapportene oppgitt i svenske kr. KVUen har brukt kursen gitt fra Norges Bank til 0,91 NOK pr SEK som er gjennomsnittlig kurs fra januar til august måned i 2014. Valutakursen har stor usikkerhet knyttet til seg. I KVUen behandles det ved at det er lagt til en usikkerhet rundt mode estimatet på 0,91 NOK pr SEK. Usikkerheten rundt mode er satt til laveste respektive høyeste månedlige kurs i 2014.

## VEDLEGG 11 REFERANSER

	Dokumentnavn	Forfatter /Kilde	År
D001	Høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Justis- og politi- departementet	2011
D002	Kunnskapsdepartementets svar på høring om mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall OU 2011:2	Kunnskaps- departementet	2011
D003	Høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall - NOU 2011:2, epost datert 19.07.2011	Kystverket	2011
D004	Høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall LO	LO	2011
D005	Svar - Høring mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall	Marker Kommune	2011
D006	Svar på høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall	Mattilsynet	2011
D007	Høringsuttalelse - utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Miljøvern- departementet	2011
D008	Innspill til Fase 2 utvalgets utredning, brev fra privatperson	Morten Johan Olsen	2011
D009	Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall - høring, saksdokument	Nittedal kommune	2011
D010	Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall - høring, saksprotokoll	Nittedal kommune	2011
D011	Utredning av mellomlagerløsning - oversendelse av høringsuttalelse fra Nittedal kommune - høring, følgebrev	Nittedal kommune	2011
D012	Dry storage of spent research reactor fuel in castor br3® casks at Belgoprocess in Belgium	NIRAS/ONDRAF	2011
D013	Research Reactor Aluminum Spent Fuel Treatment Options for Disposal	National Academy of Sciences	1998
D014	Omhandertagande av R1-bränsle, förstudie	SKB	2005
D015	Norsk atomavfall, norsk ansvar	Norges Naturvernforbund mfl.	2011
D016	Høring på NOU 2011:2: mellomlagringsløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall	Norges Naturvernforbund	2011
D017	Vedrørende utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall - NOU 2011:2 - høring	Olje- og energi- departementet	2011
D018	Høring - NOU 2011:2 Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall	Politiets sikkerhetstjeneste	2011
D019	Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2) - Høring	Samferdsels- departementet	2011

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D020	Høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Sjøfartsdirektoratet	2011
D021	Høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Skedsmo kommune	2011
D022	Høring av utredning om mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2) – saksframlegg	Ski kommune	2011
D023	Svar på høring av utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall	Ski kommune	2011
D024	Høring – NOU 2011:2 – Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall	NRPA (Statens Strålevern)	2011
D025	Høring – Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Statsbygg	2011
D026	Høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall	Sørum kommune	2011
D027	Høring: Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Tekna	2011
D028	Høring – Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall	Trøgstad kommune	2011
D029	Høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2) – særutskrift	Ullensaker kommune	2011
D030	Høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2) - følgebrev	Ullensaker kommune	2011
D031	Høring – Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall NOU 2011:2	Arbeidsdepartementet	2011
D032	Melding om politisk vedtak: Høringsuttalelse – utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Aremark kommune	2011
D033	Høring - utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall - NOU 2011:2	Barne-, likestillings- og inkluderingsdepartementet	2011
D034	Høringssvar - NOU 2011:2 - mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall	Arbeidstilsynet	2011
D035	Tilbakemelding på høring av NOU 2011:2 – Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap	2011
D036	Høring - utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Fiskeri- og kystdepartementet	2011
D037	Høring – utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorburnsel og langlivet mellomaktivt avfall - NOU 2011:2	Fornyings-, administrasjons- og kirkedepartementet	2011

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D038	Oversendelse av protokoll fra Halden formannskap av 16.02.2012 – Høringsuttalelse til Stranden-utvalgets utredning - følgebrev	Halden kommune	2011
D039	Saksframlegg – Høring NOU 2011:2 - Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall	Gjerdrum kommune	2011
D040	Høringsssvar NOU 2011:2 - Reaktorbrensel og langlivet radioaktivt avfall	Gjerdrum kommune	2011
D041	Stranden-utvalget: Høringsuttalelse fra Greenpeace	Greenpeace	2011
D042	Saksprotokoll i Formannskapet – 16-02-2012	Halden kommune	2012
D043	NOU 2011:2 Utredning av mellomlagerløsning for bruk reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall - høring	Helse og omsorgs- departementet	2011
D044	Melding om vedtak: Høring - Utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall	Hobøl kommune	2011
D045	Høringsuttalelse – Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	IFE	2011
D046	Etablering av nytt mellomlager for høyaktivt avfall - Lagringsbehov, alternative tekniske løsninger og momenter for valg av teknisk løsning og lokalisering	Fase 1 - utvalget	2004
D047	NOU 2001:30 – Vurdering av strategier for sluttlagring av høyaktivt reaktorbrensel	Bergan-utvalget	2001
D048	NOU 2011:2 – Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall	Stranden-utvalget	2011
D049	Recommendations for the conditioning of spent metallic uranium fuel and aluminium clad fuel for interim storage and disposal	Technical Committee on Storage and Disposal of Metallic Uranium Fuel and Al- clad Fuels	2010
D050	Geologisk beskrivelse av mulige lokaliteter for nytt mellomlager i Norge (NGU rapport 2010.035)	NGU	2010
D051	Feltbefaring av seks mulige lokaliteter for nytt mellomlager i området Lillestrøm-Askim-Halden (NGU rapport 2010.059)	NGU	2010
D052	Prop. 1 S (2012–2013) Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak), for budsjettåret 2013	NHD	2012
D053	Verdivurdering av Institutt for energiteknikk, Strengt konfidensiell	PWC	2010
D054	Vedlegg til verdivurdering av IFE – Verdivurdering av IFEs investeringsportefølje, Strengt konfidensiell	PWC	2010
D055	Committees for spent fuel management in Norway, PowerPoint presentation	IFE	2013

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
<i>D056</i>	Decommission of IFE facilities, Powerpoint presentation	IFE	2013
<i>D058</i>	Dekommisjonering av Brenselinstrumentverksted i Os Allé 5	IFE	2012
<i>D059</i>	Dekommisjoneringsplan for Brenselslaboratoriene på Kjeller	IFE	2012
<i>D060</i>	Oversendelse av revidert planverk for dekommisjonering av IFEs atomanlegg - oversendelsesbrev	IFE	2012
<i>D061</i>	Dekommisjoneringsplan for JEEP II	IFE	2012
<i>D062</i>	Dekommisjoneringsplan for Metallurgisk Laboratorium I	IFE	2012
<i>D063</i>	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg – Overordnet plan	IFE	2012
<i>D064</i>	Dekommisjoneringsplan for Radavfallsanlegget 2012	IFE	2012
<i>D065</i>	SAR 19 – Dekomisjonering for HBWR	IFE	2012
<i>D066</i>	Strålevernets kommentarer til IFEs dekommisjoneringsplan 2012 - brev	NRPA	2012
<i>D067</i>	Vurdering av Dekomisjoneringsplan for IFEs nukleære anlegg, Brev av 23-11-2005	IFE	2005
<i>D068</i>	Vurdering av dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk (IFE) nukleære anlegg, Brev av 27-10-2005	NRPA	2005
<i>D069</i>	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg - Overordnet plan	IFE	2004
<i>D070</i>	Nedrivningsrapport Radavfallsanlegget	IFE	2004
<i>D071</i>	Nedleggelsesplan – Brenselslaboratoriene på Kjeller, inkludert lager for ubestrålt brensel og bestrålt fissilt materiale	IFE	2004
<i>D072</i>	Plan for nedlegging av Haldenreaktoren	IFE	2004
<i>D073</i>	Nedleggingsplan - JEEP II	IFE	2004
<i>D074</i>	Nuclear Materials Technology – NMAT, Informasjonsmateriale Met.lab Kjeller	IFE	2007
<i>D075</i>	Dekommisjoneringsplan for JEEP II	IFE	2007
<i>D076</i>	Dekommisjoneringsplan for Metallurgisk Laboratorium I	IFE	2007
<i>D077</i>	Dekommisjoneringsplan for Radavfallsanlegget	IFE	2007
<i>D078</i>	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg - Overordnet plan	IFE	2007
<i>D079</i>	Strategi for dekommisjonering av atomanlegg og laboratorier med radioaktivt materiale ved Institutt for energiteknikk	IFE	2007

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
<i>D080</i>	Dekommisjoneringsplan for Brenselslaboratoriene på Kjeller inkludert Metallurgisk Laboratorium II, Lager for brukt brensel, Jeep I stavbrønn og Lager for ubestrålt nukleært materiale	IFE	2008
<i>D081</i>	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 1-6	IFE	2007
<i>D082</i>	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 7-12	IFE	2007
<i>D083</i>	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 13-18	IFE	2007
<i>D084</i>	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 19-24	IFE	2007
<i>D085</i>	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 25-27	IFE	2007
<i>D086</i>	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 28-32	IFE	2007
<i>D087</i>	Dekommisjoneringsplan for JEEP II, Åpen unntatt figurer	IFE	2010
<i>D088</i>	Dekommisjoneringsplan for Metallurgisk laboratorium I, Åpen unntatt figurer	IFE	2010
<i>D089</i>	Dekommisjoneringsplan for Radavfallsanlegget, Åpen unntatt figurer	IFE	2010
<i>D090</i>	Dekommisjoneringsplan for Brenselslaboratoriene på Kjeller, Åpen unntatt figurer	IFE	2010
<i>D091</i>	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg - Overordnet plan	IFE	2010
<i>D092</i>	Dekommisjonering av Brenselinstrumentverksted i Os Allé 5	IFE	2010
<i>D093</i>	From atom to energy institute (Powerpoint)	IFE	2013
<i>D094</i>	Decommissioning and spent fuel management – Start-up of "KVU"-process (Powerpoint)	IFE	2013
<i>D095</i>	Ang. dekommisjoneringsplan for IFEs anlegg – rammer for oppdatert plan, Brev til IFE av 22-08-2006	NRPA	2006
<i>D096</i>	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg, Brev til IFE av 15-02-2008	NRPA	2008
<i>D097</i>	Dekommisjoneringsplan for IFEs anlegg, Brev til IFE av 12-01-2006	NRPA	2006
<i>D098</i>	Institutt for energiteknikk – fremtidig dekommisjonering av anlegg, Brev til NHD av 30-04-2007	IFE	2007
<i>D099</i>	Forslag interessenter til KVUene	NHD	2013

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D100	Sv-rapport-823 Estimert for aktivitet ved HWBR ved Dekommisjonering, Ikke offentlig informasjon	IFE	
D101	ROE-HBWR-122 Liste over kontaminerte rør, Ikke offentlig informasjon	IFE	
D102	HBWR SAR4 Bygninger, Ikke offentlig informasjon	IFE	
D103	HBWR SAR 9 krafttilførsel, Ikke offentlig informasjon	IFE	
D104	HBWR SAR 7 sikkerhetssystemer, Ikke offentlig informasjon	IFE	
D105	HBWR SAR6 Kjølssystem, Ikke offentlig informasjon	IFE	
D106	HBWR SAR 10 støttesystemer, Ikke offentlig informasjon	IFE	
D107	Fysisk sikring ved nytt mellomlager og ved dekommisjonering, Brev til NHD av 2013-10-10	NRPA	2013
D108	Høring – miljøregelverk for radioaktive stoffer og radioaktivt avfall, Brev til Miljøverndepartementet av 13-08-2009	IFE	2009
D109	Høringuttalelse – Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2), Brev til NHD av 26-09-2011	IFE	2011
D110	Utredning av den nærings- og forskningsmessige betydningen av IFEs nukleære virksomhet relater til Haldenreaktoren	Møreforskning	2013
D111	Utredning av omstilling i Halden med og uten videreføring av IFEs øvrige forskningsaktiviteter etter dekommisjonering av Haldenreaktoren	Møreforskning	2013
D112	Halden Boiling Water Reactor, informasjonsmateriale	IFE	2003
D113	Integrated safety assessment of research reactors (INSARR) Mission to the Halden Boiling Water Reactor (HBWR)	IAEA	2007
D114	SNF: Spent Fuel Analysis Based on CASMO/SIMULATE In-Core Fuel Management	A. Becker et al.,	2009
D115	Cost Calculations for Decommissioning and Dismantling of Nuclear Research Facilities Phase 1	NKS (Nordisk Kernesikkerhetsforskning)	2006
D116	Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, National report from Norway - First review meeting	NRPA	2003
D117	Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, National report from Norway - Second review meeting	NRPA	2006



	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
<i>D118</i>	Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, National Report from Norway, fourth review meeting, 14–23 May 2012, StrålevernRapport 2011:8	NRPA	2011
<i>D119</i>	Nuclear legislation in OECD countries - Regulatory and Institutional Framework for Nuclear Activities - Norway	OECD	2001
<i>D120</i>	Experiences of Storage of Radioactive Waste Packages in the Nordic countries	NKS (Nordisk Kernesikkerhedsforskning)	2001
<i>D121</i>	The Combined Disposal and Storage Facility in Himdalen, Norway	NRPA	2006
<i>D122</i>	Safety in the Final Disposal of Radioactive Waste - Final Report of the Nordic Nuclear Safety Research Project AFA-1	NKS (Nordisk Kernesikkerhedsforskning)	1997
<i>D123</i>	The Combined Disposal and Storage Facility for LLW And ILW in Himdalen, Norway: now in operation	NRPA	2001
<i>D124</i>	Reporting Formats for the Collection of Data on Liquid Discharges from Nuclear Installations (OSPAR Agreement 2013-10)	OSPAR	2013
<i>D125</i>	GNS-lager i Ahaus, Greenpeace stakeholder meeting	Greenpeace, Natur Og Ungdom, NNV	2014
<i>D126</i>	Norsk atomavfall, Norsk ansvar Mottatt i møte 2013-11-11	NNV, Greenpeace, WWF, FIVH, m. fl.	2011
<i>D127</i>	Norsk atomavfall på norsk jord! Mottatt i møte 2013-11-11	Natur Og Ungdom	2011
<i>D128</i>	IAEA decommissioning strategies, PowerPoint presentation	IAEA	2013
<i>D129</i>	Prosjektplan for opprettelse av statlig organ for nukleær virksomhet - Utkast	NHD	2013
<i>D130</i>	Prosjektplan Driftsorgan, nedbygging og håndtering av avfall, Excel-fil	NHD	2013
<i>D131</i>	Invitasjon til interessentmøte 11112013 for KVU. Dekommisjonering av nukleære anlegg og KVU. Mellomlagring av radioaktivt avfall, Brev til DNV GL av 2013-11-21	Ministry of Fisheries and Coastal Affairs	2013
<i>D132</i>	Høringsuttalelse Konseptvalgutredning (KVU) – Dekommisjonering og Mellomlager, Brev til DNV GL av 2013-11-25	IFE	2013
<i>D134</i>	Høringsuttalelse Mellomlager, Brev til DNV GL av 2013-11-25	Greenpeace, Natur og Ungdom, NNF	2013
<i>D135</i>	IAEA Safety Standards Series No. WS-G-2.1 - Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors	IAEA	1999

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
<i>D136</i>	IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-1.4 - Stakeholder Involvement Throughout the Life Cycle of Nuclear Facilities	IAEA	2011
<i>D137</i>	IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.5 – An Overview of Stakeholder Involvement in Decommissioning	IAEA	2009
<i>D138</i>	Innspill til konseptvalgutredninger av fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge samt etablering av mellomlager for brukt reaktorbrensel og annet langlivet radioaktivt avfall, Brev til DNV GL av 2013-11-26	PST	2013
<i>D139</i>	3.10 Beredskapsvakt utenfor arbeidstid (BUA), utdrag ur IFEs personalhåndbok	IFE	2013
<i>D140</i>	HBWR fuel rod overview as of March 2010, Document ID: CP-Note 10-08 Confidential grade: In Confidence	IFE	2010
<i>D141</i>	Radiological Characterisation for Decommissioning of Nuclear Installations - Final Report of the Task Group on Radiological Characterisation and Decommissioning (RCD) of the Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD)	OECD/NEA	2013
<i>D142</i>	Strategies for Radiological Characterisation in Decommissioning of Nuclear Facilities, A task group within the OECD/NEA/RWMC/WPDD, PowerPoint presentation	OECD/NEA	2012
<i>D143</i>	Dokumentasjon av kritikalitetsberegninger for kritikalitetsområdene på Kjeller og i Halden, Dokument ID: SD-649 Konfidensiell grad: Konfidensielt	IFE	2013
<i>D144</i>	Technical Reports Series No. 444 - Redevelopment of Nuclear Facilities after Decommissioning	IAEA	2006
<i>D145</i>	Sertifisering av Kjellerflaska N/0001/B(M)F-96, Brev til IFE av 2012-03-12	NRPA	2012
<i>D146</i>	Oppfølging av sikkerhet og videre håndtering av brukt aluminiumkapslet, historisk metallisk brensel i JEEP I stavbrønn og HBWR-bunker, IFE/KR/F-2013/009	IFE	2013
<i>D147</i>	Vurdering av tiltak for håndtering av historisk brensel ved IFE	IFE	2013
<i>D148</i>	Vurdering av den museale verdien av IFEs atomanlegg, Brev til Riksantikvaren av 2007-02-26	IFE	2007
<i>D150</i>	Technical Reports Series No. 464 - Managing the Socioeconomic Impact of the Decommissioning of Nuclear Facilities	IAEA	2008
<i>D151</i>	Prefeasibility Report of Dry Interim Storage for IFE	AREVA	2010
<i>D152</i>	2013-12-20 Waste specification S-33-PBe, Comments from IFE	IFE	2014
<i>D153</i>	Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management	IAEA	1997

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
<i>D154</i>	Farlig avfall Bygg og anlegg, Faktaark M-29	Miljødirektoratet	2013
<i>D155</i>	Inventory filer fra IFE- D155a-u	IFE	-
<i>D155a</i>	Inventering Metlab I Ventilation	IFE	-
<i>D155b</i>	Inventering MetlabI Metal	IFE	-
<i>D155c</i>	Inventering Metlab I Miscellaneous	IFE	-
<i>D155d</i>	Objektliste	IFE	-
<i>D155e</i>	NMAT Actuators and valves HJK 01-2014 D155f NMAT Building material HJK 01-2014	IFE	-
<i>D155f</i>	NMAT Building material HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155g</i>	NMAT Cable, ladders and chute HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155h</i>	NMAT Electric cabinets HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155i</i>	NMAT Electric components HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155j</i>	NMAT Handling equipment HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155k</i>	NMAT Heating and sanitation-components HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155l</i>	NMAT Heating and sanitation-pipes HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D15m</i>	NMAT Metal HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155n</i>	NMAT Miscellaneous components HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155o</i>	NMAT Overhead cranes HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155p</i>	NMAT Pipe details HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155q</i>	NMAT Process pipes HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155r</i>	NMAT Pumps HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155s</i>	NMAT Tanks and cisterns HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155t</i>	NMAT Ventilation HJK 01-2014	IFE	2014
<i>D155u</i>	Jeepii mottatt 260314	IFE	2014
<i>D156</i>	KVU – Spørsmål om håndtering og kostnader for lagring av brukt kjernebrensel og radioaktivt avfall, Notat	IFE	2014
<i>D158</i>	Sikkerhetsrapport for lager for bestrålt brensel på Kjeller, Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-08	IFE	2006
<i>D159</i>	Sikkerhetsrapport for IFE's lager for bestrålt brensel i Halden, Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-09	IFE	2006
<i>D160</i>	Sikkerhetsrapport for JEEP II - Del I Teknisk beskrivelse, Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-11	IFE	2006
<i>D161</i>	Sikkerhetsrapport for IFEs anlegg for behandling og lagring av radioaktivt avfall (Radavfallsanlegget), Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-14	IFE	2006

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
<i>D162</i>	Sikkerhetsrapport for Metallurgisk Laboratorium II, Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-17	IFE	2006
<i>D163</i>	Safety Analysis Report – Halden Boiling Water Reactor, Part I Description, Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-18	IFE	2006
<i>D164</i>	Document to Question 55 – Tegning lagringsbeholder type SJ I og SJ II, mottatt 2014	IFE	
<i>D166</i>	Status and Plans for Decommissioning of Nuclear Facilities in Norway	NRPA	2010
<i>D167</i>	Lokalisering av deponi – Fremgangsmåte ved utvelgelse av lokaliteter	IFE	2014
<i>D168</i>	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-4 Bygninger, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
<i>D169</i>	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-6 Reaktorens kjølesystemer, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
<i>D170</i>	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-6 Vedlegg 1 Anleggsdata, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
<i>D171</i>	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-7 Sikkerhetssystemer, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
<i>D172</i>	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-9 Elektrisk Krafttilførsel, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
<i>D173</i>	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-10 Støttesystemer, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
<i>D174</i>	Flytskjema A-7-1	IFE	2013
<i>D175</i>	Flytskjema B-5-1 HWBR	IFE	2013
<i>D176</i>	Flytskjema C-13-1 HWBR	IFE	2013
<i>D177</i>	Flytskjema D-43-1 HWBR	IFE	2013
<i>D178</i>	Flytskjema E-6-1 HWBR	IFE	2013
<i>D179</i>	Flytskjema F-13-1 HWBR	IFE	2013
<i>D180</i>	Flytskjema G-6-1 HWBR	IFE	2013
<i>D181</i>	Flytskjema FS1-8-3-1 HWBR	IFE	2013
<i>D182</i>	Flytskjema K-6-1 HWBR	IFE	2013
<i>D183</i>	ROE-HBWR-122 Liste over kontaminerte rør og komponenter i primærkrets og RH	IFE	2013
<i>D184</i>	Estimat for aktivitet ved HWBR ved dekommisjonering, Sv-rapport-823	IFE	2010

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
<i>D185</i>	Notat om lokalitet for nytt mellomlager, epost med vedlegg fra IFE til NGU, motatt i møte med NGU 2014-01-16	IFE	2010
<i>D186</i>	Forstudie – dokumentasjonsprosjekt for Halden reaktoren og Jeep II reaktoren (musealverdi)	IFE	2007
<i>D187</i>	Tillatelse TU13-37 etter forurensningsloven for håndtering av radioaktivt avfall og utslipp av radioaktive stoffer, Institutt for energiteknikk, Halden	NRPA	2013
<i>D188</i>	Tillatelse TU13-36 etter forurensningsloven for håndtering av radioaktivt avfall og utslipp av radioaktive stoffer, Institutt for energiteknikk, Kjeller	NRPA	2013
<i>D189</i>	Tillatelse TU13-38 etter forurensningsloven for deponering og lagring av radioaktivt avfall i kombinert lager og deponi for lav- og middelsaktivt radioaktivt avfall (KLDRA), Institutt for energiteknikk	NRPA	2013
<i>D190</i>	NOU 1991:9 Deponi for norsk lav- og middelaktivt atomavfall	OED	1991
<i>D191</i>	IAEA Safety Standards No. WS-G-6.1 – Storage of Radioactive Waste	IAEA	2006
<i>D192</i>	Revidert metode for kontroll av funksjonskrav til KLDRA-Himdalen	IFE	2011
<i>D193</i>	IAEA Safety Report Series No. 50 - Decommissioning Strategies for Facilities Using Radioactive Material	IAEA	2007
<i>D194</i>	Fuel bunker building drawing	IFE	-
<i>D195</i>	Metallurgisk laboratorie drawing	IFE	-
<i>D196</i>	JEEP II drawing (1) 0470	IFE	-
<i>D197</i>	JEEP II drawing (2) 10201	IFE	-
<i>D198</i>	JEEP II drawing (3) 10200	IFE	-
<i>D199</i>	JEEP II drawing (4) 10202	IFE	-
<i>D200</i>	JEEP II drawing (5) 12140	IFE	-
<i>D201</i>	IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.4 – Cost Estimation for Research Reactor Decommissioning	IAEA	2013
<i>D202</i>	Svar på KVVU-gruppens spørsmål gjeldende organisering og drift, epost datert 2014-02-20	IFE	2014
<i>D203</i>	Svar på KVVU-gruppens spørsmål gjeldende organisering av IFE, epost datert 2014-02-20	IFE	2014
<i>D204</i>	Staff Organisation as of September 2013 at the OECD Halden Reactor Project, attachment to D203	IFE	2013
<i>D205</i>	Notat med svar på spørsmål til IFE gjeldende kostnader for lagring, ompakking, rekondisjonering av brukt brensel osv.	IFE	2014

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D206	Recommendations for the Conditioning of Spent Metallic Uranium Fuel and Aluminium Clad Fuel for Interim Storage and Disposal	Bennett et. al.	2010
D207	Årsrapport for Radavfall og kombinert lager for lav- og middels radioaktivt avfall (KLDRA), Brev til NRPA av 2014-01-06	IFE	2014
D208	Radioaktivt avfall i Norge, PowerPoint presentasjon	NRPA	2014
D209	Høring konseptutvalgutredninger vedrørende de nukleære anleggene i Norge - Uttale fra Nome kommune, Brev til DNV GL av 2014-03-07	Nome kommune	2014
D210	Avd. Nukleær materialteknologi (NMAT) - Organisasjonskart for sikkerhet, vedlegg til D211	IFE	2014
D211	Svar på KVVU-gruppens spørsmål gjeldende organisering, lagringskapasitet, driftskostnader osv. epost datert 2014-03-10	IFE	2014
D212	Invitasjon til høringsuttalelse – konseptvalgutredninger (KVVU) vedrørende de nukleære anleggene i Norge, Brev til NFD av 2014-03-13	Kragerø kommune	2014
D213	Transport av radioaktivt materiale, PowerPoint presentasjon	NRPA	2014
D214	Høringsuttalelse – Konseptvalgutredning vedr. nukleære anlegg, Brev til DNV GL av 2014-03-19	Oslo kommune	2014
D215	Mellomlager for nukleært avfall – uttale fra Åmli kommune, Brev til DNV GL av 2014-03-22	Åmli kommune	2014
D216	Oversikt over transporter av radioaktive materialer ved IFE-Halden 2013, TK-17 vedlegg til D217	IFE	2014
D217	Svar på KVVU-gruppens spørsmål gjeldende transport av radioaktive materialer etter Logistikk møte 13.03.14, epost datert 2014-03-17	IFE	2014
D218	Svar på KVVU-gruppens spørsmål gjeldende Task 2 - Options for treatment of spent metallic uranium fuel, epost datert 2014-03-21	IFE	2014
D219	JEEP II Sikkerhetsrapport kap. I-VI 2010	IFE	2010
D220	JEEP II Sikkerhetsrapport kap. VII-X_2010	IFE	2010
D221	JEEP II Sikkerhetsrapport kap. XI-XVI_2010	IFE	2010
D222	JEEP II Sikkerhetsrapport kap. XVII-XVIII_2010	IFE	2010
D223	Plantegning JEEP II – NORA, 37538-kjeller	IFE	-
D224	Plantegning JEEP II – NORA, 37539-1.etg	IFE	-
D225	Plantegning JEEP II – NORA, 37540-2.etg	IFE	-
D226	Kommentarer på KVVU-gruppens flytskjema for brukt brensel og radioaktivt avfall, datert 2014-03-25	IFE	2014

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D227	Tegning OS Alle 5	IFE	-
D228	Høringsuttalelse – konseptvalgutredninger vedrørende de nukleære anleggene i Norge, Brev til NFD av 2014-03-27	Skedsmo kommune	2014
D229	Høring - konseptvalgutredninger KVVU - nukleære anlegg i Norge, Brev til DNV GL av 2014-03-27	Rælingen kommune	2014
D230	Beregning av kobbervekt i elektriske kabler og utstyr i bygg 12 og 20	IFE	2014
D231	Kabelregnskap (kobbervekt) for bygg 12 og 20	IFE	-
D232	Tabeller kobbervekt for diverse kabler	IFE	-
D233	Bilder fra reaktorhall	HRP	-
D234	Bilder Olavshall	HRP	-
D235	Inndelingen av kontaminasjonsklasser	HRP	-
D237	Deep Borehole Disposal of Nuclear Waste: Final Report	Sandia National Laboratories	2012
D238	Bygg 18 Met.Lab. II	IFE	-
D239	Bilder av Met.Lab. II	IFE	-
D240	Bilder av Met.Lab. II	IFE	-
D241	Uttalelse til utredning om mellomlager for radioaktivt avfall, Samlet saksfremstilling av vedtak i Formannskapet, datert 2014-04-08	Aurskog-Høland kommune	2014
D242	Svar på KVVU-gruppens spørsmål gjeldende Spm 102, epost, vedlagt tallene for NMAT.	IFE	2014
D243	Avfall Halden - Volum av ionebyttermasse transportert til Kjeller f.o.m 13.12.1993, mottatt 9. april	IFE	2014
D244	NMAT - Lav og medium aktiv avfall - antall beholdere levert til avfallsanlegget 2010-2013, mottatt 9. april	IFE	2014
D245	Svar på KVVU-gruppens spørsmål gjeldende Task 6 Kostnader Organisasjon og drift – kostnadstall fro JEEP II, epost	IFE	2014
D246	Kostnader drift av Haldenreaktoren – Excel	IFE	-
D247	Kommuneplanens arealdel 2011-2022 - Planbestemmelser	Skedsmo kommune	2011
D248	Decommission of IFE facilities, Powerpoint presentation	IFE	2014
D249	The Economics of Reprocessing vs. Direct Disposal of Spent Nuclear Fuel	Bunn et. al	2003
D250	IAEA Safety Standards Series No. SF-1 – Fundamental Safety Principles	IAEA	2006
D251	Omhandertagande av intakt R1-bränsle - Sluttrapport	Studsvik	2007

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D252	IAEA Safety Standards Series No. GSG-3 – The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste	IAEA	2013
D253	Recommendations for the Conditioning of Spent Metallic Uranium Fuel and Aluminum Clad Fuel for Interim Storage and Disposal	IFE	2011
D254	IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-4.3 – Cost Aspects of the Research Reactor Fuel Cycle	IAEA	2010
D255	Storage of Spent Nuclear Fuel in Norway: Status and Prospects	IFE	2013
D256	The Roles of Storage in the Management of Long-lived Radioactive Waste – Practices and Potentialities in OECD Countries	OECD	2006
D257	Moving Forward with Geological Disposal of Radioactive Waste – A Collective Statement by the NEA Radioactive Waste Management Committee (RWMC)	OECD	2008
D258	The Economics of the Back End of the Nuclear Fuel Cycle	OECD/NEA	2013
D259	IAEA Safety Standards Series No. SSG-15 – Storage of Spent Nuclear Fuel	IAEA	2012
D260	IAEA Proceedings Series – Management and Storage of Research Reactor Spent Nuclear Fuel – Proceedings of a Technical Meeting held in Thurso, United Kingdom 19-22 October 2009	IAEA	2009
D261	Kostnadsberäkning 2006 (for dekommisjonering av kjernekraftanleggene i Studsvik, Ågesta og Ranstad)	Studsvik/SVAFO	2006
D262	IAEA-TECDOC-1587: Spent Fuel Reprocessing Options	IAEA	2008
D263	Kostnadsberäkning 2007 (for dekommisjonering av kjernekraftanleggene i Studsvik, Ågesta og Ranstad)	Studsvik/SVAFO	2007
D264	U.S. Spent Nuclear Fuel Storage	Congressional Research Service	2012
D265	Prosjekt korroderat R1-bränsle - Sluttrapport	SVAFO	2009
D266	IAEA-TECDOC-1508: Spent fuel management options for research reactors in Latin America	IAEA	2006
D267	The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-lived Radioactive Wastes – A Collective Opinion of the Radioactive Waste Management Committee of the OECD Nuclear Energy Agency	AEN NEA	1995
D268	Drift av OSA-anleggningen – særskild redovising till SSM	SVAFO	2012
D269	IAEA-TECDOC-1658: Viability of Sharing Facilities for the Disposal of Spent Fuel and Nuclear Waste – an assessment of recent proposals	IAEA	2011



	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D271	Study of microstructure, physical and mechanical properties of fresh and irradiated concrete, Powerpoint presentation	IFE	2014
D272	Vurdering av deponikapasiteten i KLDRA-Himdalen, notat	IFE	2012
D273	Håndbok i NBC medisin – versjon 3, NBC-senteret, Akuttmedisinsk avdeling, OUS, Ullevål	Oslo Universitetssykehus	2012
D274	Konseptvalgutredning for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge, utsendelse av etterspørselsbaserte behov, epost med vedlegg	DNV GL	2014
D275	RE IFE Halden, Svar fra Norske skog angående etterspørselsbaserte behov, epost	Norske Skog	2014
D276	RE Konseptvalgutredning for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge, Svar fra IFE på etterspørselsbasert metode, epost	IFE	2014
D277	RE Konseptvalgutredning for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge(2) Oppfølgings svar fra IFE på etterspørselsbasert metode, epost	IFE	2014
D278	KVU Mellomlager Oppsummering etter møte om avfall, epost	NRPA, IFE	2014
D279	StrålevernHefte 7: Stråling og røntgenundersøkelser	NRPA	2009
D280	StrålevernInfo 15.11: Dekommisjonering – nedleggelse og riving av atomanlegg	NRPA	2011
D281	Alternativer til dekommissionering af Risøs nukleare anlægg	Forskningscenter Risø	2001
D285	Tillatelse etter forurensningsloven til radioaktiv forurensning, håndtering og deponering av radioaktiv avfall ved Institutt for energiteknikk virksamhet på Kjeller, i Halden og Himdalen	NRPA	2013
D286	Strålevern i tilknytning til bruken av CT	NPRA	2006
D287	Radioactivity in the Risø District January-June 2012	DTU Nutech	2012
D288	Sikkerhed og radioaktivitet - Om stråling – Risiko for udslip	DD	2012
D289	Konsekvensutredning av videre drift av konsesjonsunderlagte anlegg ved Institutt for energiteknikk	IFE	2004
D290	Kjeller – Anlegg og virksomheter, IFE Miljørapport 2012	IFE	2012
D291	Draft IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 6 – Decommissioning of Facilities	IAEA	2013
D292	IAEA Safety Standards Series No. WS-R-5 – Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material	IAEA	2006
D293	RE: Kommunikasjon med Riksantikvaren vedr museal etterbruksverdi av Haldenreaktoren, epost med vedlegg	IFE	2014
D294	SV: Musealverdi nuklær virksomhet på Kjeller og i Halden, epost	Teknisk museum	2014

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D295	RE: Kommunikasjon med Riksantikvaren vedr museal etterbruksverdi av Kjeller og Haldenreaktoren, oppfølgings svar epost	IFE	2014
D296	Nukleære virksomheter ved Institutt for energiteknikk – IFE En samfunnsøkonomisk kost/nytte-analyse	Norges forskningsråd	2008
D297	SV KVU Dekommisjonering Ny teknologi, epost	Studsvik	2014
D298	FW Høring rapportutkast, epost	Skedsmo kommune	2014
D299	Avveckling och friklassning av R1-reaktoren	Statens Stråleskyddinstitut	1985
D300	Redegørelse af 15/1 09 om beslutningsgrundlag for et dansk slutdepot for lav- og mellemaktivt affald	Ministeren for sunhed og forebyggelse	2009
D301	FW Presentation av Decommissioning KVU på KONTEC 2015	NFD	2014
D302	Risø's Reaktorer, Registrering og dokumentering af bevaringsværdige genstande fra Forskningscenter Risø's reaktorfaciliteter med henblik på at bevare Danmarks nukleare kulturarv	Elmuseet (Knudsen, H.)	2006
D303	Decommissioning of the Nuclear Facilities at Risø National Laboratory – Descriptions and Cost Assessment	Risø National Laboratory	2001
D304	Veileder i samfunnsøkonomiske analyser	FIN	2005
D305	IAEA-TECDOC-1293: Long term storage of spent nuclear fuel - Survey and recommendations, Final report of a co-ordinated research project 1994-1997	IAEA	2002
D306	Melding fra <a href="mailto:postmottak@halden.kommune.no">postmottak@halden.kommune.no</a> , epost	Halden kommune	2014
D307	Møtereferat om tilstand og omfang på dekomisjonering, radavfallsbygget, epost 27.05.2014	IFE	2014
D308	Svar på tekniske spørsmål om datagrunnlaget, epost	IFE	2014
D309	IAEA-TECDOC-1100: Survey of wet and dry spent fuel storage	IAEA	1999
D310	IAEA-TECDOC-1532: Operation and Maintenance of Spent Fuel Storage and Transportation Casks/Containers	IAEA	2007
D311	IAEA Safety Standards Series No. GSG-1 – Classification of Radioactive Waste	IAEA	2009
D312	IAEA Safety Standards Series No. TS-R-1 – Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material	IAEA	2005
D313	IAEA-TECDOC-1192: Multi-purpose container technologies for spent fuel management	IAEA	2000
D314	IAEA Technical Report Series No. 390 – Interim Storage of Radioactive Waste Packages	IAEA	1998
D315	NRC Regulatory guide 1.13 – Spent Fuel Storage Facility Design Basis	NRC	2007

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D316	NUREG-1567: Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities	NRC	2000
D317	NUREG/CR-6407: Classification of Transportation Packaging and Dry Spent Fuel Storage System Components According to Importance to Safety	NRC	1996
D318	NUREG-1536: Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Systems at a General License Facility	NRC	2010
D319	NUREG-1864: A Pilot Probabilistic Risk Assessment of a Dry Cask Storage System at a Nuclear Power Plant	NRC	2007
D320	ICRP, 1998. Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 81. Ann. ICRP 28 (4)	ICRP	1998
D321	ICRP, 1997. Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste. ICRP Publication 77. Ann. ICRP 27 (S).	ICRP	1997
D322	ICRP, 1985. Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste. ICRP Publication 46. Ann. ICRP 15 (4).	ICRP	1985
D323	ICRP, 2013. Radiological protection in geological disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 122. Ann. ICRP 42(3).	ICRP	2013
D324	IFE – Kjernefraftanlegget i Halden og Kjeller – Vurdering av museal/kulturhistorisk betydning – KVU dekommisjoneringen av IFEs nukleære virksomhet Riksantikvarens svar, Svarbrev av 2014-07-09	Riksantikvaren	2014
D325	Konseptvalgutredning for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge – spørsmål om tilbakemelding på etterspørselsbaserte behov og situasjonsbeskrivelse. Epost til Norske Skog, Halden og Skedsmo kommune	DNV GL	2014
D326	Høringsuttalelse Runde 2 - IMR (Havforsk), Tilbakemelding, epost datert 2014-03-31	Havforskningsinstituttet	2014
D327	Trøgstad kommune – Vedrørende invitasjon til høringsuttalelse, epost datert 2014-04-28	Trøgstad kommune	2014
D328	Høring – Konseptvalgutredninger (KVU) – Nukleære anleggene i Norge Høringsuttalelse, Samlet saksframstilling, Arkivsak: 14/305	Trøgstad kommune	2014
D329	Svar – Invitasjon til høringsuttalelse – Konseptvalgutredninger (KVU) vedr. nukleære anleggene i Norge, sak: 34/14, datert 2014-05-20	Trøgstad kommune	2014
D330	Statens stråleverns innstilling til Institutt for Energiteknikk søknad om fornyet konsesjon for å eie og drive Haldenreaktoren med brenselagre i Halden etter 31. desember 2014, datert 2014-05-20	NRPA	2014
D332	Søknad om fornyet konsesjon for Haldenreaktoren 2015-2024, KD-HBWR-2012-01	IFE	2012

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D334	Unofficial IAEA working document, Case Study - Successful stakeholder involvement in Sweden in the site selection process	IAEA	2014
D335	Unofficial IAEA working document, Case Study - The Finnish Experience in High Level Waste Disposal	IAEA	2014
D336	Roadmap to successful implementation of geological disposal in the EU - EUR 24301EN	European Nuclear Energy Forum	2009
D337	Deep Borehole Disposal of Nuclear Waste: Final report, SAND2012-7789	Sandia National Laboratories	2012
D338	Deponi for lavt og middels radioaktivt avfall - Konsekvensutredning etter Plan- og bygningsloven, Hovedrapport	Statens bygge- og eiendomsdirektorat	1991
D339	Invitasjon til høringsuttalelse som innspill til konseptvalgutredninger relatert til nukleære anlegg i Norge, invitasjonsbrev	DNV GL	2014
D340	Invitasjon til høringsuttalelse - konseptvalgutredninger (KVU) vedrørende de nukleære anleggene i Norge, brev av 2014-03-04	NFD	2014
D341	Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. - Rundskriv samfunnsøkonomiske analyser datert 2014-04-30	FIN	2014
D342	Terminologi - Forklaring på tekniske termer i KVUene	DNV GL	2014
D343	Avklarings spørsmål for KVUene, epost mottatt 2014-08-05	NFD	2014
D344	Oppfølging av sikkerheten ved lagre av historisk brensel – budsjett, brev til NFD av 2014-05-09	IFE	2014
D345	Oppfølging av sikkerheten ved lagre av historisk brensel – IFEs rapportering til Statens strålevern ang. status og planer fremover, Brev til NFD av 2014-05-09	IFE	2014
D346	Pålegg om rapportering – brukt brensel med metallisk uran, Brev til NRPA av 2014-07-01	NRPA	2014
D347	Veileder nr. 8: Kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ – Nullalternativet	Concept/ FIN	2010
D348	The OECD Halden Reactor Project and the Institute for Energy Technology Halden activities – An Evaluation	Norges forskningsråd	2000
D349	IAEA-TECDOC-1308: Socio-Economic and other non-radiological impacts of the near surface disposal of radioactive waste	IAEA	2002
D350	Svar på spørsmål om situasjonsbeskrivelse (arealer), epost mottatt 2014-08-08	IFE	2014
D351	Veileder nr. 9: Kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ – Utarbeidelse av KVU/KL dokumenter	Concept/ FIN	2010

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D352	Sikkerhetsrapport for lagrene for bestrålt brensel på Kjeller, KD-2006-08/KP-2010-268, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2013
D353	Lagre for brukt brensel i Halden og på Kjeller. Kapasitet og eksisterende avfallsmengder (Avfallsoversikt - brukt brensel), MS-Excel	IFE	2014
D354	Helsebekymringer relatert til virksomheten ved IFA/IFE – Kjeller – En studie blant lokalbefolkningen, Strålevern Rapport 2002:2	NRPA	2002
D355	IAEA-TECDOC-1467: Status and trends in spent fuel reprocessing	IAEA	2005
D356	Sikkerhetsrapport – drift av kombinert deponi og lager for lav- og middels radioaktivt avfall i Himdalen, KD-KLDRA-2006-07	IFE	2006
D357	NRC 10 CFR Part 72—Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel, High-Level Radioactive Waste, and Reactor-Related Greater than Class C Waste, <a href="http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part072/">http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part072/</a> [Lest 2014-08-29] Sist oppdatert: 2014-08-29	NRC	2014
D358	Regulatory guide 1.13 - Spent fuel storage facility design basis, revision 2	NRC	2007
D359	Tilførsel av radioaktive stoffer til Barentshavet – vurdering av utvalgte scenarier Strålevern Rapport 2004:5	NRPA	2004
D360	Dekommisjonering ref tlf-samtale gjeldende aktuelle reguleringsplaner for Halden kommune, epost datert 2014-08-22	DNV GL	2014
D361	Towards the Radioactive Substances Strategy objectives – Third Periodic Evaluation, Radioactive Substances Series	OSPAR	2009
D362	Liquid discharges from nuclear installations, 2012, Radioactive Substances Series	OSPAR	2014
D363	KVU Mellomlager: Oppsummering etter møte Waste, epost datert 2014-03-07	NRPA	2014
D364	Uranium Radiation Properties. WISE Uranium Project (1995), <a href="http://www.wise-uranium.org/rup.html">http://www.wise-uranium.org/rup.html</a> [Lest 2014-10-13] Sist oppdatert: 2014-10-13	WISE	2014
D365	Sixth Implementation Report: Report in accordance with PARCOM Recommendation 91 4 on radioactive discharges, Radioactive Substances Series	OSPAR	2014
D366	The Magnox Operating Programme (MOP 9)	NDA	2012
D368	SW: KVU mellomlager behandling av ustabil brensel, epost mottatt 2014-09-03	IFE	2014

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D369	Oversikt over deklart radioaktivt avfall i 2013 og en vurdering av resultatene, brev til KLD av 2014-05-28	NRPA	2013
D370	Deklarering av radioaktivt avfall – Årsrapport 2013	COWI	2014
D371	Comparison among different decommissioning funds methodologies for nuclear installations – Country Report Belgium on behalf of the European Commission Directorate-General Energy and Transport, H2, Final report	Wuppertal Institut für Klima	2007
D373	Byutvikling og urban strategi – 2050 perspektiv	Skedsmo kommune	2009
D374	R&D and Innovation Needs for Decommissioning Nuclear Facilities NEA No. 7191, OECD Nuclear Energy Agency (NEA), Issy-les-Moulineaux, France, 2014 (klassifisert)	OECD	2014
D375	NOU 2006:6 Når sikkerheten er viktigst – Beskyttelse av landets kritiske infrastrukturer og kritiske samfunnsfunksjoner	NOU	2006
D376	FW Oppdaterte målformuleringer dekommisjonering, epost datert 2014-09-23	NFD	2014
D377	Fylkesplan for Østfold – Østfold mot 2050	Østfold fylkeskommune	2009
D378	Kommuneplan for Halden 2011-2023, Arealdelen, Vedtatt av Halden kommunestyre 2011-06-22	Halden kommune	2011
D379	Kommuneplan 2011-2022, Samfunnsdelen – Utvikling i Skedsmo, mål og strategier	Skedsmo kommune	2011
D380	Invitasjon til innspill til KVV	DNV GL	2013
D381	Plananalyse for Kjeller-Hvam	COWI	2010
D382	Kjeller Teknologipark, reguleringsplan, PS 00/004	Skedsmo kommune	1999
D383	Concept rapport Nr 5 – Bedre behovsanalyser; Erfaringer og anbefalinger om behovsanalyser i store offentlige investeringsprosjekter	NTNU/Concept	2005
D384	Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, National Report from Norway to the fifth review meeting, 11-22 May 2015, StrålevernRapport 2014:7	NRPA	2014
D385	Green Worlds Opprop, Russiske NGOer, åpent brev til Handels og industriministeren	Green World	2011
D386	Rammeavtale med Finansdepartementet om kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ	FIN	2011
D387	Deklarasjonsskjema for farlig avfall og radioaktivt avfall	KLIF/NRPA	2014
D388	Årsrapport 2013	IFE	2013

	Dokumentnavn	Forfatter /Kilde	År
D389	Kraftig budsjettøkning for Halden-reaktoren, artikkel i Teknisk Ukeblad 8.10.2014 <a href="http://www.tu.no/kraft/2014/10/08/kraftig-budsjettokning-for-halden-reaktoren">http://www.tu.no/kraft/2014/10/08/kraftig-budsjettokning-for-halden-reaktoren</a> [Lest 2014-10-23] Sist oppdatert: 2014-10-08	TU	2014
D390	Atommateriale, gass og mikrober som terrorvåpen? En undersøkelse av terrorgruppers interesse for og bruk av ikke-konvensjonelle våpen, FFI/RAPPORT-2001/02930	Forsvarets Forskningsinstitutt	2002
D391	Konsekvenser av nedleggelse av Haldenreaktoren	Presterud et. al.	2005
D392	Letter to Mycle Schneider regarding volumes stored on site 31/12 2009	AREVA	2010
D393	Response regarding liquid HLW stored at La Hague 6/5/2011	AREVA	2011
D394	Analysis of the Factors Influencing the selection of Strategies for Decommissioning of Nuclear Installations, Final Report 3571/1	EC	2006
D395	The Decommissioning of Nuclear Reactors and Related Environmental Consequences	UNEP	2011
D396	Power Reactor Decommissioning Experience, Final Report	EPRI	2008
D397	Transport of Radioactive Materials, <a href="http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Transport/Transport-of-Radioactive-Materials/">http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Transport/Transport-of-Radioactive-Materials/</a> [Lest 2014-09-29] Sist oppdatert: 2014-08	WNA	2014
D398	The U.S. - Russia Joint Threat Assessment on Nuclear Terrorism	Belfer Center	2011
D399	Vurdering av usikkerhetsanalyse: Sluttlagring for svensk kjernekraftavfall 2013	NTNU	2013
D400	Kostnadsoverslag og usikkerhetsanalyse for avvikling av Barsebäck Kärnkraftverk	NTNU	2013
D401	Vurdering av SKBs Plan 2008	NTNU	2011
D402	Cost estimates of research reactors - availability of information for comparisons, email dated 2014-09-30 Attachments: - Excel-sheet Databank for all research reactors (Excel-file, 30.09.2014) - Invitation to annual meeting in DACCORD - Annual meeting of the DACCORD Project	DACCORD, IAEA	2014
D403	Kvalitetssikring av beskrivelser omkring Lillestrøm/Kjeller i utkast til rapport, epost datert 2014-06-16	Skedsmo kommune	2014

	Dokumentnavn	Forfatter /Kilde	År
D404	Commission staff working document "EU Decommissioning Funding Data" - on the use of financial resources earmarked for the decommissioning of nuclear installations, spent fuel and radioactive waste	EC	2013
D405	Utredning knyttet til valg av organisasjonsform for driftsorgan i statlig regi for håndtering av norsk atomavfall, Brev til NFD av 2014-10-01	Wikborg Rein	2014
D406	Ulykkesrisiko for tunge godsbiler på norske veger: Sammenlikning av norske og utenlandske aktører, TØI rapport 1327/2014	TØI	2014
D407	EU-Direktiv 2011/70/EURATOM - om fastsettelse af fællesskabsramme for ansvarlig og sikker håndtering af brugt nukleart brændsel og radioaktivt affald	EU	2011
D408	Dansk Dekommissionering, Regnskab 2003-2013	DD	2013
D409	Betingelser for drift og Afvikling for Dansk Dekommissionering - 12 Behandlingsstationen for radioaktivt affald	Beredskabsstyrelsen	2013
D410	Kommentarer til oppropet "Norsk atomavfall, norsk ansvar", underskrevet av Norges Naturvernforbund (NNV), Greenpeace, Verdens Naturfond (WWF), Fremtiden i våre hender (FIVH), Lofoten mot Sellafield, Norges Miljøvernforbund, Nei til Atomvåpen, og Internasjonal kvinnelige for fred og frihet	Teknisk utvalg	2011
D411	Shared solutions for spent fuel and radioactive wastes responding to EC directive 2011/70/EURATOM	ERDO	2013
D412	SW: Svar fra NRPA med spørsmål knyttet til langlivet radioaktivt avfall, epost datert 2014-10-10	NRPA	2014
D413	Brev til Sverige av 2008-06-06 om eksport av atombrensel til Sellafield	Statsråd Helen Bjørnøy	2007
D414	Om IFE, <a href="http://www.ife.no/no/about-ife-no">http://www.ife.no/no/about-ife-no</a> [Lest 2014-10-20] Sist oppdatert: -	IFE	2014
D415	Radiation - Quantities and Units of Ionizing Radiation OSH Answers, <a href="http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/ionizing.html#_1_1">http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/ionizing.html#_1_1</a> [Lest 2014-10-20] Sist oppdatert: 2007-06-19	CCOHS	2014
D416	Vår strålende verden – Radioaktivitet, røntgenstråling og helse, Temahefte 2	UIO	2005
D417	COUNCIL DIRECTIVE 96/29/EURATOM – Laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation	EURATOM	1996



	Dokumentnavn	Forfatter /Kilde	År
D418	Kärntekniske anleggninger i Sverige - Tekniske museet, <a href="http://www.tekniskamuseet.se/1/867.html">http://www.tekniskamuseet.se/1/867.html</a> [Lest 2014-10-20] Sist oppdatert: 2011-08-23	Tekniske Museet	2011
D419	IAEA Safety Series No. 111-S-1 – Establishing a National System for Radioactive Waste Management	IAEA	1995
D420	Avveking av kärntekniske anleggninger, <a href="http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/Karnkraft/Anleggninger-i-Sverige/Avveking-av-karntekniske-anleggninger/">http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/Karnkraft/Anleggninger-i-Sverige/Avveking-av-karntekniske-anleggninger/</a> [Lest 2014-10-20] Sist oppdatert: 2014-01-16	Strålsakerhetsmyndigheten (SSM)	2014
D421	Costs of decommissioning nuclear power plants – A report on recent international estimates, Pabitra L. De, IAEA Bulletin 3/1990	IAEA	1990
D422	Connecticut Yankee Decommissioning Experience Report, Detailed Experiences 1996-2006	EPRI	2006
D423	Avveking av R2, <a href="http://www.svafo.se/projekt/avveking-av-r2/">http://www.svafo.se/projekt/avveking-av-r2/</a> [Lest 2014-10-20] Sist oppdatert: 2014-06-26	SVAF0	2014
D424	Accelerator-driven Nuclear Energy, <a href="http://www.world-nuclear.org/info/Current-and-Future-Generation/Accelerator-driven-Nuclear-Energy/">http://www.world-nuclear.org/info/Current-and-Future-Generation/Accelerator-driven-Nuclear-Energy/</a> [Lest 2014-10-20] Sist oppdatert: 2014-07	WNA	2014
D425	Erfarenhetsåterføring frå friklassningsprosjektet ACL, STUDSVIK/N-05/239, Studsvik Nuclear AB, Nyköping	Andersson et. al.	2005
D426	Strålsakerhetsmyndighetens föreskrifter om sikkerhet i kärntekniske anleggninger, SSMFS 2008:1	SSM	2008
D427	Strålsakerhetsmyndighetens föreskrifter og allmänna råd om friklassning av material, lokaler, byggnader og mark ved verksamhet med joniserende stråling, SSMFS 2011:2	SSM	2011
D428	KVU Håndtering av radioaktivt avfall: Spm vedr. repossessering og ustabil bruk brensel, epost datert 2014-10-15	IFE	2014
D429	KVU Håndtering av norsk radioaktivt avfall: Spørsmål knyttet til langlivet radioaktivt avfall, epost datert 2014-10-13	NRPA	2014
D430	Oppsummeringsmail etter møte med Dansk Dekommisjonering den 8. oktober 2014, epost datert 2014-10-16	DD	2014
D431	KVU Håndtering av radioaktivt avfall: Spørsmål om kapasitet av lagre for bruk brensel, epost datert 2014-10-20	IFE	2014

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
D432	IFEs opp- og nedturer, <a href="http://www.rb.no/lokale_nyheter/article2019858.ece">http://www.rb.no/lokale_nyheter/article2019858.ece</a> [Lest 2014-10-21] Sist oppdatert: 2006-09-09	rb.no	2006
D433	IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 6 - Decommissioning of Facilities	IAEA	2014
D434	Analysis of the Factors Influencing the Selection of Strategies for Decommissioning of Nuclear Installations, Final Report 3571/1	European Commission	2006
D435	Consequences in Norway after a hypothetical accident at Sellafield – predicted impacts on the environment, StrålevernRapport 2010:13	NRPA	2010
D436	Joint convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management – National Report of the Kingdom of the Netherland, Fourth review conference (May 2012)	Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation. Netherlands	2011
D437	Prop. 1S (2013-2014) Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak), for budsjettåret 2014	NFD	2013
D438	Stråling og helse, En populærvitenskapelig bok, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, 0316 Blindern, Oslo. 2. utgave	Henriksen, Thormod et al.	1995
D439	Uranics - Credible Options Summary (Gate A)	Nuclear Decommissioning Authority (NDA)	2014
D440	Svar på spørsmål fra DNV GL og KVU for håndtering av radioaktivt avfall til IFE om MOX- brensel og kondisjonering, datert 06.11.14 og 07.11.14	IFE	2014
D441	Independent evaluation of options for management of Norwegian spent research reactor fuel, DMA-TR-054	Dade Moeller & Associates, Inc.	2014
D442	Management of Spent Fuel coming from Norwegian Research Reactors - Analysis of Possible Options for Short-, Medium- and Long-Term Periods from the Point of View of Safety, Technical Report PSN-EXP/SSRD/2014-00055	L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)	2014
D443	An Analysis of Options for the Management of Norwegian Spent Fuels, MTA/P0190/2014-1: Issue 2	Mike Thorne and Associates Limited	2014
D444	Ringhals, Oskarshamn and Forsmark 2013 Decommissioning Cost Studies: NDA Review Report, D/BEL/14-05	Nuclear Decommissioning Authority (NDA)	2014
D445	Utlåtande kalkyl av vissa objekt i SKB:s underlag samt organisationsförslag för demontage av kärnkraftsanläggning på uppdrag av SSM	ÅF/ Infrastructure	2014
D446	Förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för 2015, SSM2013-6255-85	SSM	2014
D447	Svar på spørsmål gjeldende vitriferert avfall, e-post datert 11.11.2014	IFE	2014

	Dokumentnavn	Forfatter /Kilde	År
D448	Ad Nuclear Security Summit – avklaringer angående NORA brensel, brev fra IFE til Statens Strålevern av 2014-03-24, Unntatt offentlighet	IFE	2014
D449	Basisbevilgning IFE 2014, epost datert 13.11.2014	NHD	2014
D450	Utfyllende innspill vedrørende finansiering av dekkommisjonering, brev fra IFE til DNV GL av 7.11.2014	IFE	2014
D451	IAEA-TECDOC-1476: Financial aspects of decommissioning – Report by an expert group	IAEA	2005
D453	Tilbakemeldingsskjema for KVVU for håndtering av radioaktivt avfall, IFEs tilbakemelding ved ekstern høring, datert 27-10-2014	IFE	2014
D454	Fee payments and disbursements <a href="http://www.karnavfallsfonden.se/informationinenglish/feepaymentsanddisbursements.4.4945b3d81223a8cbbf8800024192.html">http://www.karnavfallsfonden.se/informationinenglish/feepaymentsanddisbursements.4.4945b3d81223a8cbbf8800024192.html</a> [Lest 2014-11-13] Sist oppdatert: 2014-06-30	Kärnavfallsfonden	2014
D455	IFEs restkapasitet for lagre av brukt brensel på Kjeller, epost datert 2014-11-20	IFE	2014
D456	KVVU for Oppbevaring av norsk radioaktivt avfall: Bekreftelse av muntlig informasjon i møte den 3. november hos DNV GL, epost datert 2014-11-11	NRPA	2014
D457	Financing of decommissioning of research reactors in Australia, epost datert 24-11-2014	ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organisation)	2014
D458	Avklaring av forutsetninger som ligger til grunn for IFEs kostnadsestimat, epost datert 21-11-2014	IFE	2014
D459	Svar på e-post om data i DACCORDs database (D402 Excel-sheet Databank for all research reactors), epost datert 13-11-2014	DACCORD, IAEA	2014
D460	B.9.03 Naturlig forekommende ioniserende stråling <a href="http://www.fhi.no/artikler/?id=69852">http://www.fhi.no/artikler/?id=69852</a> [Lest 2014-11-26] Sist oppdatert: 2013-08-29	Folkehelseinstituttet	2008
D461	Halden Boiling Water Reactor (HBWR) <a href="http://www.ife.no/en/ife/laboratories/hbwr">http://www.ife.no/en/ife/laboratories/hbwr</a> [Lest 2014-11-26] Sist oppdatert: -	IFE	2014
D462	Notat vedrørende organisering og ansvar for nukleær virksomhet i Norge	DNV GL	2014
D463	Til debatten om samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren, TØI rapport 1198/2012	TØI	2012
D464	NOU 2012:16 – Samfunnsøkonomiske analyser	FIN	2012

	<b>Dokumentnavn</b>	<b>Forfatter /Kilde</b>	<b>År</b>
<i>D465</i>	Atomtrusler, StrålevernRapport 2008:11	NRPA	2008
<i>D466</i>	Kort oppsummering av dekommisjoneringmøtet den 10.06.2014, epost datert 2014-06-12	NRPA	2014
<i>D467</i>	KVU Mellomlager: Spørsmål knyttet til deklarerer av radioaktivt avfall - og avfallsstrømmer, epost datert 2014-06-24	NRPA	2014
<i>D468</i>	Høringsuttalelse angående IFEs konsesjonssøknad, brev til Statens Strålevern av 2007-10-08	Bellona og Natur og Ungdom	2007
<i>D469</i>	Svar på spørsmål gjeldende driftskostnader og driftsoppsett, epost datert 2014-07-01 Vedlegg: - Excel-fil med estimerte driftskostnader for de forskjellige alternativene	IFE	2014
<i>D470</i>	Ny konsesjon for Haldenreaktoren, <a href="https://www.regjeringen.no/nb/aktuelt/Ny-konsesjon-for-Haldenreaktoren/id2343247/">https://www.regjeringen.no/nb/aktuelt/Ny-konsesjon-for-Haldenreaktoren/id2343247/</a> [Lest 2015-01-19] Sist oppdatert: 2015-12-05	Regjeringen	2014