

KONSEPTVALGUTREDNING

Oppbevaring av norsk radioaktivt avfall

- Utarbeidet på oppdrag fra
Nærings- og fiskeridepartementet

Rapport No.: 2014-1329, Rev. 1.0

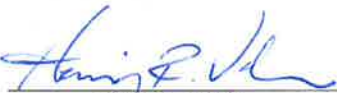
Dato: 2015-01-27



Project name:	Konseptvalgutredning	DNV GL AS
Report title:	Konseptvalgutredning for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall	Project Management & Technical Services
Customer:	Nærings- og fiskeridepartementet,	P.O.Box 300
Contact person:		1322 Høvik
Date of issue:	2015-01-27	
Project No.:	PP086090	
Organisation unit:	Project Management & Technical Services Program	Tel: +47 67 57 99 00
Report No.:	2014-1329, Rev. 1.0	
Document No.:		

Task and objective:

Prepared by:


 Henning Refshauge Vahr
 Associate Director


 Nicolaj Tidemand
 Principal specialist


 Janne Hougen
 Senior consultant

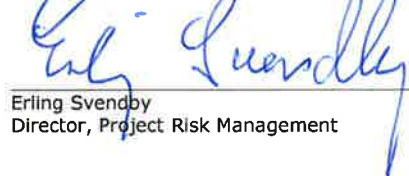
Verified by:


 Vidar Fraas
 Principal consultant

[Name]
 [title]

[Name]
 [title]

Approved by:


 Erling Svendby
 Director, Project Risk Management

- ☒ Unrestricted distribution (internal and external) Keywords:
- ☐ Unrestricted distribution within DNV GL [Keywords]
- ☐ Limited distribution within DNV GL after 3 years
- ☐ No distribution (confidential)
- ☐ Secret

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

Rev. No.	Date	Reason for Issue	Prepared by	Verified by	Approved by
0.2	06.10.2014	Intern review	Vahr, Tidemand m.fl	NA	NA
0.5	24.10.2014	Ekstern review	Vahr, Tidemand m.fl	Vidar Fraas	Erling Svendby
1.0	27.01.2015	Ekstern distribusjon	Vahr, Tidemand m.fl	Vidar Fraas	Erling Svendby

INNHALDSFORTEGNELSE

INNHALDSFORTEGNELSE.....	III
EXECUTIVE SUMMARY	IV
SAMMENDRAG.....	VIII
DEFINISJONER OG FORKORTELSER	XIV
1 INNLEDNING	1
1.1 Tidligere utredninger	1
1.2 Mandat	2
1.3 Om gjennomføringen av KVV-arbeidet	3
1.4 Grensesnitt til KVV for Dekommisjonering	4
2 SITUASJONSBESKRIVELSE FOR OPPBEVARING AV RADIOAKTIVT AVFALL I NORGE.....	6
2.1 Sammendrag	6
2.2 Radioaktivt avfall – definisjon og avgrensning	6
2.3 Kategorisering av radioaktivt avfall	7
2.4 Avfallsoversikt og beskrivelse av lagringssituasjonen	9
3 BEHOV, MÅL OG KRAV	19
3.1 Behov	19
3.2 Mål	24
3.3 Overordnede krav	25
4 MULIGHETSSTUDIEN.....	27
4.1 Mulige løsninger for oppbevaring av brukt brensel	27
4.2 Mulige løsninger for annet radioaktivt avfall som kan deponeres i Himdalen (LILW)	31
4.3 Mulige løsninger for annet radioaktivt avfall som ikke kan deponeres i Himdalen (LL-ILW)	31
4.4 Muligheter for samlokalisering av radioaktivt avfall i Norge	32
4.5 Alternativer til videre analyse	33
5 ALTERNATIVANALYSEN.....	37
5.1 Sammendrag	37
5.2 Samfunnsøkonomiske virkninger av ny oppbevaringsløsning for brukt brensel	37
5.3 Resultater fra den samfunnsøkonomiske analysen	42
5.4 Usikkerhet i kostnadsanslagene	51
5.5 Sensitivitetsanalyse	54
5.6 Gevinster ved samlokalisering av brukt brensel og annet radioaktivt avfall	63
5.7 Drøfting av resultater og anbefaling av alternativ	64
6 ANBEFALINGER FOR VIDERE PLANLEGGING.....	67
6.1 Overordnede valg som bør tas tidlig	67
6.2 Strategiske veivalg påvirker anbefaling av alternativ	69
6.3 Hvordan sikre at behov knyttet til løsning blir ivaretatt	73
6.4 Klarere regelverk, krav til dokumentasjon og bedre kontroll kan redusere mengde radioaktivt avfall som må deponeres	76
VEDLEGG.....	77

EXECUTIVE SUMMARY

Various types of radioactive waste are generated by different sources in Norway. The main sources are Norway's two research reactors operated by the Institute for Energy Technology (IFE). Reactor operation generates spent fuel and other types of radioactive waste, and spent fuel is stored at IFE's premises both in Halden and at Kjeller. Other radioactive waste comes from hospitals, research institutions, industry and defense.

In 1999, a combined storage and disposal facility for low-level and intermediate-level, short lived radioactive waste opened in Himdalen (KLDRA Himdalen) in Aurskog-Høland Municipality. Other radioactive wastes are not allowed to be deposited in Himdalen, including spent fuel, which is instead stored in Himdalen and at Kjeller.

The questions that are answered through this concept selection study (KVU) are:

1. *What solutions for managing the Norwegian radioactive waste provide the greatest economic benefit?*
2. *What is important to focus on in the pre-project phase to implement the chosen solutions?*

This concept evaluation study (KVU) on handling Norwegian Spent Fuel and other Radioactive Waste, has been prepared by DNV GL AS together with Studsvik Nuclear AB, Westinghouse Electric Sweden AB, Quintessa Ltd and SNF – Centre for Applied Research at NHH (referred to here as the "KVU group") on behalf of the Ministry of Trade, Industry and Fisheries (NFD). NFD has commissioned a parallel project to prepare a KVU for future decommissioning of the nuclear reactors in Norway. The companies involved in this decommissioning KVU were the same as for the waste management KVU except for Quintessa. The KVU concerning decommissioning supplied information to the KVU dealing with waste management options about the amount of radioactive waste from decommissioning, when in time this will be produced, and the associated costs. Conversely, the decommissioning KVU was informed by the waste management KVU about options that might require spent fuel storage at Kjeller and/or in Halden; such options will put restrictions on the available options for decommissioning.

Today, the amount of spent fuel generated from the nuclear reactors annually is approximately 145 kg, which is stored in IFE's facilities close to the reactors. After over 60 years of reactor operation in Norway more than 16 tonnes of spent fuel are stored in a total of seven stores at Kjeller and in Halden.

The capacity of the storage facilities for spent fuel will be reached in around 2024 in Halden and in around 2032 at Kjeller, given continuation of the present operations. However, if a buffer capacity is needed for spent fuel to be removed from the reactor in case of an incident, this will reduce the remaining capacity of the storage facilities by 3-4 years.

The capacity for radioactive waste deposited in KLDRA Himdalen is not sufficient to handle the expected amounts of waste from decommissioning (if decommissioning is undertaken to a "green field" state) if a shutdown of both reactors are followed by an immediate decommissioning somewhere between 2018 and 2030. Without decommissioning waste, the capacity is expected to be reached around 2037.

About 11 of the 16 tonnes of spent fuel are not chemically stable and cannot, based on available technology, be disposed of without being stabilized. Reprocessing is the only form of stabilization that is currently commercially available. IFE has proven corrosion damage on one stored fuel rod of metallic uranium, and they are currently investigating systematically the condition of all spent fuel elements that are chemically unstable. It is important to emphasize that unstable spent fuel is still generated in the JEEP 2 reactor at Kjeller (oxide fuel with aluminum enclosure). This type of spent fuel is not possible to deposit without stabilizing.

Three different strategies for managing radioactive waste are identified. These are: management in Norway; international cooperation; and export of radioactive waste abroad through purchase of services. Furthermore, two conceptually different types of solutions for radioactive waste are identified. One is storage, while the other is disposal. A key difference between storage and disposal is that storage is not permanent and would require a store to be monitored continuously throughout its lifetime, while a repository is considered permanent and will not be dependent on institutional control after the repository is closed and sealed and an appropriate period of post-closure monitoring has been concluded.

For low-level and intermediate-level, short lived radioactive waste it is recommended to follow the same strategy as today, with the disposal of this type of waste in Halden. For radioactive waste that cannot be deposited in Halden, the recommended strategy will depend on the chosen strategy for managing spent fuel.

Therefore, the focus in the feasibility study has been on strategies for managing spent fuel, and has provided a total of five alternative strategies for management of spent fuel that were passed on to alternative analysis. These are:

Reference alternative: Continued storage of spent fuel at Kjeller and Halden.

Alternative 1: Storage of all spent fuel at one location in Norway

Alternative 2: Repository in Norway

Alternative 3: International cooperation concerning a repository

Alternative 4: Reprocessing of all spent fuel¹

Selection of Alternative 2 or 3 requires that unstable spent fuel is stabilized by reprocessing.

A recommendation for which strategy Norway should choose for managing spent fuel depends on the duration of operation of the two reactors, and if reprocessing of spent fuel is acceptable for Norwegian authorities. In the analysis three different scenarios for the duration of reactor operation are considered:

- Scenario α : Operation of both reactors for longer than the analysis period of 100 years
- Scenario β : An early shutdown of both reactors (year 2018)
- Scenario γ : An early shutdown of one reactor (2018) and continued operation of the second reactor for longer than the analysis period

Based on the results from the analysis and an evaluation of the time horizon, together with associated uncertainties about changes in the conditions that might impact upon the analysis, the KVV group has arrived at the following recommendations for the choice of alternatives.

Alternative 4 is the recommended solution for managing spent fuel under the assumption that one or both reactors are shut down over the next few decades, and that reprocessing is still a commercially available service as today. If so, the ranking of alternatives and the recommendation are viewed as being robust.

On the other hand, if reactor operation will persist over several decades, it will be difficult to give a clear recommendation for a solution for managing spent fuel.

Furthermore, results from alternative analysis also result in the following recommendations.

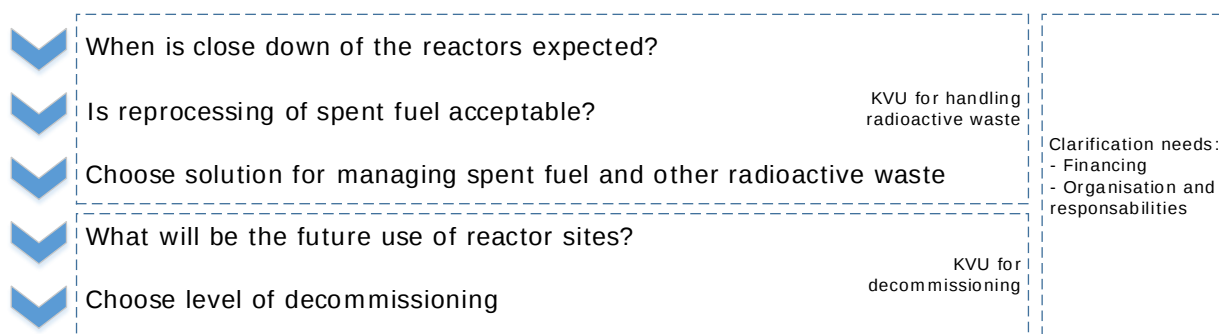
Spent fuel should be stored in as few locations as possible to minimize costs for monitoring, operation and maintenance.

¹ From reprocessing of spent fuel vitrified waste (less than 100 kg) will be sent back to Norway for future storage or disposal.

If reprocessing of spent fuel is acceptable to the Norwegian authorities, all spent fuel should be sent for reprocessing and not only the unstable spent fuel.

The analysis shows that the expected cost will increase with about MNOK 800 if only the unstable spent fuel is sent for reprocessing compared to Alternative 4 Reprocessing of all spent fuel. The remaining stable spent fuel is assumed to be stored at a storage facility in rock at a new site (Alternative 1a).

The strategy for managing spent fuel and other radioactive waste will largely be influenced by the outcome of some overarching decisions that are made as early as possible. The figure below shows a recommended stepwise decision structure reflecting the relationship between this KVV and the KVV concerning decommissioning.



The time to the expected shutdown of reactors will affect which alternative is socio-economically most beneficial. The Norwegian authorities' answer to the question on whether reprocessing is acceptable or not will affect what alternatives are left to choose from.

The issue is complex and resistance to reprocessing has been, and remains, extensive from several environmental organizations for various reasons. On the other hand, direct disposal of unstable spent fuel is not possible as there are currently no available technologies that have been adequately tested. Furthermore, other forms of stabilization of unstable spent fuel besides reprocessing are not commercially available, so the costs and uncertainties associated with different methods, and the fact that a processing facility must be established for this, are causes for recommending reprocessing.

If reprocessing is not accepted, the only remaining available alternatives will be storing unstable and stable spent fuel. Then there will be a need to monitor the condition of the unstable spent fuel in particular for the foreseeable future. Selection of a location for a store depends on how long the reactors will be in operation, opportunities for a combined store with other types of radioactive waste, and duration of the storage solution.

It is recommended that the strategy for managing short-lived, low- and intermediate level radioactive waste continues as today, with the disposal of this type of waste. It is further recommended that this strategy is continued through an expansion of the capacity of the facility in Himdalen. Alternatively, a new facility at a new location can be established when the capacity of the facility in Himdalen is reached. If the reactors are shut down in the near future and decommissioning follows immediately afterwards, establishing new capacity for disposal of the decommissioning waste is on a critical path, time wise, based on a normal building application process.

For storage of radioactive waste that currently cannot be disposed of at Himdalen the management strategy will depend on which alternative is chosen for managing spent fuel, and it is recommended to follow the same type of strategy as for the spent fuel. If alternative 4 Reprocessing is selected, it is recommended that waste produced is stored in a facility similar to KLDRA Himdalen, where there is also disposal of other kinds of wastes.



There is a need to establish a process for finding the location of a store / repository for radioactive waste, within municipalities that could potentially host such a facility, built on mutual trust and respect between all the parties concerned. The Government should in this context consider what incentives can stimulate voluntarism and which can provide new value both for a host municipality and the developer and owner of this new nuclear facility.

Regulations and documentation requirements related to the handling of low-level and intermediate-level, short-lived radioactive waste should be improved and better adapted to the new waste regulations that have come into force since 2011. These regulations have included a requirement to reduce the amount of radioactive waste for which disposal is mandatory.

SAMMENDRAG

Innledning

Det genereres årlig ulike former for radioaktivt avfall i Norge fra flere kilder. Hovedkilden til dette avfallet er Norges to forskningsreaktorer på Kjeller (JEEP 2) og i Halden (HBWR) som Institutt for energiteknikk (IFE) har konsesjon for å drifte. Reaktordriften genererer brukt brensel og annet radioaktivt driftsavfall. Andre kilder til radioaktivt avfall, annet enn brukt brensel, er sykehus, forskningsinstitusjoner, industri og Forsvaret.

Brukt brensel oppbevares av IFE i lagre i tilknytning til reaktorene i Halden og på Kjeller, mens lav- og mellomaktivt kortlivet avfall deponeres i et kombinert lager og deponi i Himdalen (KLDRA Himdalen) i Aurskog-Høland kommune. Annet radioaktivt avfall, som ikke tillates deponert i Himdalen, lagres i dag i Himdalen i en av de fire fjellhallene, og på IFEs område på Kjeller.

Spørsmålene som søkes besvart gjennom denne konseptvalgutredningen (KVU) er:

1. Hvilke løsninger for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall gir størst samfunnsøkonomisk nytte?
2. Hva er viktig å fokusere på i den videre planlegging for å gjennomføre valgte løsninger?

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

NFD har gitt et parallelt oppdrag om utarbeidelse av KVU for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge. Samarbeidskonstellasjonen har vært den samme som for denne KVU med unntak av Quintessa. Grensesnittene mellom disse KVUene omfatter mengden radioaktivt avfall ved en dekommisjonering og når i tid dette avfallet kommer. Videre vil det, dersom det besluttet at brukt brensel skal oppbevares på Kjeller og/eller i Halden, gi begrensninger for valgmulighetene av dekommisjoneringsnivå ved at områdene båndlegges til fortsatt nukleær virksomhet. I denne KVUen er kostnader for dekommisjonering lagt inn i de alternativene der det er aktuelt.

Situasjonsbeskrivelse

Etter over 60 år med reaktordrift i Norge er det lagret i overkant av 16 tonn brukt brensel fordelt på syv lagre. Det genereres nå årlig ca. 145 kg brukt brensel fra reaktordriften og som nå lagres på IFEs områder ved reaktorene. Ved fortsatt reaktordrift vil kapasiteten ved lagrene for brukt brensel være nådd omkring 2024 i Halden og 2032 på Kjeller. Hvis det skal være noe restkapasitet i lagrene for å ta imot brensel i reaktorene som en konsekvens av en mulig uønsket hendelse i reaktorene, vil tidspunktene for når lagrene når sin kapasitet inntreffe tidligere.

Det har i perioden reaktorene har vært i drift, vært benyttet ulike typer brensel i disse. Om lag 3/4 av det brukte brenselet på lager har dårlig lagringsbestandighet² da det er kjemisk ustabilt. Dette brenselet kan ikke, ut fra tilgjengelig teknologi, deponeres uten at dette stabiliseres i forkant. Reprosessering er den eneste form for stabilisering som i dag er kommersielt tilgjengelig. Norge er ett av få land i verden som har lagret avfall fra reaktorene av typen metallisk uran med aluminiumskapsling, noe som vanskeliggjør et internasjonalt samarbeid for å finne en løsning for å direkte deponere dette eller få til et samarbeid om å videreutvikle og benytte andre teknologier for stabilisering enn reprosessering.

² Denne type brensel er kjemisk ustabilt og omtalt som «ustabilt brukt brensel» i rapporten. Dette omfatter brukt brensel med brenselelement av metallisk uran og med aluminiumskapsling, og en annen type med brenselelement av uran på oksydform med aluminiumskapsling.

Det er viktig å presisere at det fortsatt i dag genereres ustabil brensel fra JEEP 2 reaktoren på Kjeller (oksyd brensel med aluminiumskapsling) som det ikke er mulig å deponere uten stabilisering.

IFE har, gjennom stikkprøvekontroll, påvist skade på enkelte brenselelementer av metallisk uran som ligger lagret i JEEP 1 stavbrønn. Det er usikkerhet knyttet til når denne skaden kan ha oppstått og IFE omtaler lagringssituasjonen som utilfredsstillende. IFE gjennomfører for tiden et program der tilstanden til alt brukt brensel med dårlig lagringsbestandighet undersøkes systematisk.

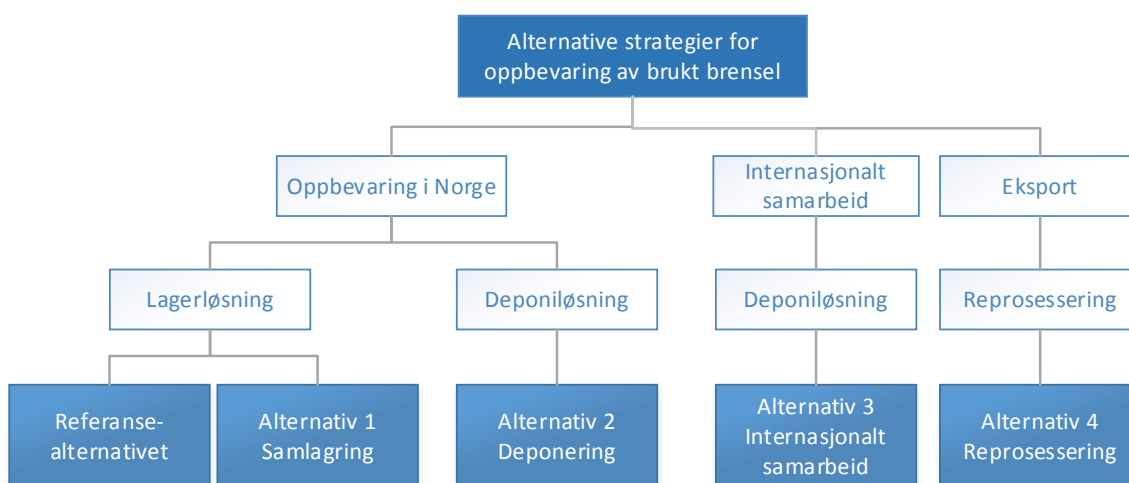
Annet radioaktivt avfall er inndelt i to kategorier. Den ene kategorien er kortlivet, lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall som i dag deponeres i KLDRA i Himdalen. Årlig sendes det ca. 180 tønner avfall til anlegget og kapasiteten ved anlegget antas nådd rundt 2037 ved fortsatt reaktordrift i denne perioden. Beregninger utført av KVV-gruppen viser at dersom reaktordriften opphører ved begge anleggene rundt år 2020, og disse dekommisjoneres umiddelbart til et nivå for friklasing av områdene, vil mengde avfall fra dekommisjoneringen være større enn gjenværende kapasitet ved KLDRA Himdalen.

Den andre kategorien av annet radioaktivt avfall utgjør i alt ca. 4 tonn avfall, i all hovedsak uran, som det i dag ikke er mulig å deponere ved KLDRA Himdalen. Dette er typisk langlivet og mellomaktivt radioaktivt avfall som i dag lagres på Kjeller. Lagringsforholdene anses som tilfredsstillende og kapasiteten er tilstrekkelig, da det ikke forventes at det vil tilkomme nytt avfall av denne kategorien. IFE er i prosess med å inngå avtaler for å sende størstedelen av dette avfallet til UK for gjenbruk noe som vil redusere behovet for oppbevaringskapasitet.

Mulige løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall

Det er identifisert tre ulike strategier for oppbevaring av radioaktivt avfall. Disse er oppbevaring i Norge, internasjonalt samarbeid om en oppbevaringsløsning, og eksport av radioaktivt avfall til utlandet gjennom kjøp av tjenester.

Videre er det identifisert to konseptuelt ulike typer oppbevaringsløsninger for radioaktivt avfall. Den ene er *lagring*, mens den andre er *deponering* av avfallet. Forskjellen mellom deponering og lagring er definert ved at et *lager* vil kreve kontinuerlig overvåkning, mens et *deponi* regnes som permanent og er ikke avhengig av institusjonell kontroll etter at deponiet er stengt og forseglet.



Mulighetsstudiet har gitt i alt fem alternative strategier for oppbevaring av brukt brensel inkludert Referansealternativet som vist i figuren ovenfor, og som er ført videre til alternativanalysen.

I mulighetsstudiet er det fokusert på strategier for oppbevaring av *brukt brensel*. Dette fordi strategien for oppbevaring av avfallet som i dag sendes til Himdalen, anbefales videreført. Når det gjelder annet radioaktivt avfall som ikke kan deponeres i Himdalen, legges det til grunn at dette følger samme løsningen som for oppbevaring av brukt brensel.

Referansealternativet innebærer lagring av brukt brensel ved reaktorene, med investeringer i nye beholdere for det ustabile brukte brenselet og nye lagre i form av industribygg. Alternativ 1 Samlagring utformes som enten et fjellanlegg, dersom dette legges til en ny lokasjon, eller som et industribygg, dersom lageret legges til Kjeller eller Halden. Valg av Alternativ 2, som er en deponiløsning i Norge, betinger at ustabil brukt brensel stabiliseres før deponering. Alternativ 3, som er internasjonalt samarbeid om en oppbevaringsløsning, vil etter KVV-gruppens vurdering kun være realistisk i form av en felles deponiløsning. Dette alternativet betinger også at ustabil brukt brensel stabiliseres før deponering. Kostnad for dette alternativet vil ikke være mulig å tallfeste da det avhenger av antall nasjoner kostnadene skal deles mellom og valg av løsning. Hvor lang tid det vil ta for å komme til enighet om en felles løsning, er også svært vanskelig å tallfeste, men dette er av IAEA antatt å være flere tiår.

Det er sannsynlig at en samlokalisering av oppbevaringsløsningene for de tre omtalte avfallskategoriene vil kunne gi besparelser i investerings- og driftskostnader. En samlokalisering vil også begrense antall lokasjoner for oppbevaring av radioaktivt avfall.

Alternativanalyse

I alternativanalysen er det kun sett på alternativer for oppbevaring av brukt brensel, da dette vil være førende for valg av strategi for oppbevaring av annet radioaktivt avfall. Analysen viser at de ikke-prissatte virkningene skiller så lite mellom alternativene at dette ikke endrer rangeringen av alternativene når dette er gjort med bakgrunn i kostnader. Den samfunnsøkonomiske analysen fremstår i så måte som en *kostnadseffektivitetsanalyse*³.

En anbefaling om hvilken strategi Norge bør velge for oppbevaring av brukt brensel avhenger av varigheten av reaktordrift for de to reaktorene, og om reprosessering av brukt brensel er akseptabelt for norske myndigheter.

Det er sett på følgende tre ulike scenarioer for varighet av reaktordrift:

- **Scenario α :** drift av begge reaktorer i hele analyseperioden (100 år). Dette innebærer at brukt brensel og annet radioaktivt avfall fra reaktorene vil genereres gjennom hele denne perioden.
- **Scenario β :** En tidlig nedstengning av begge reaktorene (satt til 2018) med mulighet for dekommisjonering av disse.
- **Scenario γ :** En tidlig nedstengning av én reaktor (år 2018) med mulighet for dekommisjonering av denne. Fortsatt drift av den andre reaktoren ut analyseperioden.

Resultatene fra analysen av de tre scenarioene er vist i etterfølgende tabell. Av tabellen fremgår kostnadsdifferanser for Alternativ 1, 2 og 4 sammenlignet med Referansealternativet (forventningsverdier i 2014 prisnivå i MNOK eks. mva., avrundet til nærmeste MNOK 10). Kostnadene inkluderer dekommisjonering av reaktorene i de alternativene der det er aktuelt. Positive verdier er kostnadsøkninger, og negative verdier er besparelser for samfunnet sammenlignet med Referansealternativet. Rangering av alle alternativene etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet er angitt per scenario. Alternativet som er rangert som nr. 1 er det samfunnsøkonomisk mest lønnsomme alternativet. Usikkerhet i kostnadsdifferansene er behandlet i rapporten.

³ En kostnadseffektivitetsanalyse innebærer å rangere tiltak etter kostnader, og finne det tiltaket som vil realisere et ønsket mål til en lavest kostnad.

Scenario	Referanse- alternativet	Alternativ 1 Samlager i Norge	Alternativ 2 Deponi i Norge	Alternativ 3 Internasj. samarbeid	Alternativ 4 Reprosessere alt brensel
α: Fortsatt reaktor- drift på to lokasjoner	-	800	1 320	Ikke beregnet	290
Rangering	1	3	5	3	2
β: Tidlig ned- stengning av reaktordriften	-	-300	320	Ikke beregnet	-1 000
Rangering	3	2	5	3 ⁴	1
γ: Fortsatt reaktor- drift på én lokasjon. Tidlig nedstengning av den andre	-	-580	920	Ikke beregnet	-320
Rangering	3	1	5	4	2

Som vist i tabellen er ulike alternativer rangert som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme for de tre scenarioene. Dette viser tydelig at rangeringen er følsom for varighet av reaktordriften.

Det scenarioet som er vurdert som mest realistisk ligger nærmere scenario β enn scenario α. Analysen viser at dersom begge reaktorer stenges ned i 2018 (scenario β) er det to alternativer som forventes å gi en kostnadsmessig besparelse sammenlignet med Referansealternativet. Alternativet som anbefales, og som gir størst besparelse sammenlignet med Referansealternativet (MNOK 1 000), er Alternativ 4 som innebærer reprosessering av alt brukt brensel, mens en Alternativ 1 Samlagring forventes å gi en besparelse på MNOK 300 sammenlignet med Referansealternativet.

Det er gjennomført en analyse av følsomhet for varighet av reaktordrift for å se nærmere på når endring av rangering av alternativene, etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet, skjer i tid.

Dersom begge reaktorer stenges ned før ca. 2100, viser analysen at Alternativ 4 Reprosessering er mest samfunnsøkonomisk lønnsomt, Referansealternativet er rangert som mest lønnsomt fra ca. 2100 og ut analyseperioden (2115). Dersom én reaktor legges ned i 2018 og den andre stenges ned før ca. 2060, vil Alternativ 4 Reprosessering være det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme også i et slikt scenario. Alternativ 1 Samlager er rangert som mest lønnsomt fra ca. 2060 og ut analyseperioden.

Beregningene er gitt dagens situasjon med de forutsetninger som ligger til grunn for analysen. Dersom det tar flere tiår før en nedstengning av reaktordriften skjer, vil usikkerheten knyttet til forutsetningene for analysen øke. En av forutsetningene som vil ha størst betydning vil være reprosesseringstjenestens tilgjengelighet, form og pris, og påvirker gjennomførbarheten av Alternativ 2, 3 og 4. Andre forutsetninger kan være knyttet til endringer i lov og forskrift, og utvikling av ny teknologi.

Med bakgrunn i analysen og vurdering av tidshorisont med tilhørende usikkerhet for endring av forutsetninger, har KVVU-gruppen følgende anbefalinger for valg av alternativ:

Alternativ 4 Reprosessering anbefales som løsning for brukt brensel under forutsetning av at en eller begge reaktorer stenges ned i løpet av de nærmeste tiår, og at reprosessering fortsatt er en

⁴ Rangeringen av Alternativ 3 er usikker. Må være bedre enn Alternativ 2 for å velges, men hvor stor kostnadsreduksjon som oppnås sammenlignet med Alternativ 2 er avgjørende for om det er bedre enn Referansealternativet i scenario β og Alternativ 1 i scenario α.

kommersielt tilgjengelig tjeneste som i dag. Da anses denne rangeringen av alternativene og anbefalingen som robust.

Dersom reaktordriften vil vedvare ut over flere tiår, vil det være vanskelig å gi en tydelig anbefaling av løsning for oppbevaring for brukt brensel.

Videre gir resultatene fra alternativanalysen følgende anbefalinger:

Brukt brensel bør oppbevares på så få lokasjoner som mulig for å minimere kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold.

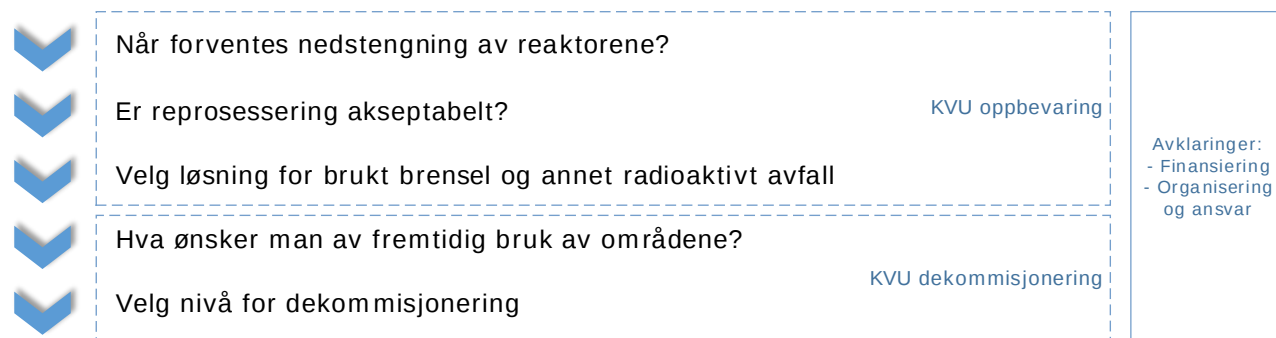
Dersom reprosessering av brukt brensel er akseptabelt for norske myndigheter, bør alt brukt brensel sendes til reprosessering og ikke kun det ustabile brukte brenselet.

Analysen viser at forventet merkostnad av å reprosessere kun det ustabile brukte brenselet, sammenlignet med å reprosessere alt brukt brensel (Alternativ 4), i beste fall er ca. MNOK 800. Det gjenværende stabile brukte brenselet forutsettes samlagret på ny lokalitet (Alternativ 1a). Tilsvarende forventet merkostnad ved å *kondisjonere* det ustabile brukte brenselet, der alt materiale (som vil være stabilt) sendes i retur for samlagring på ny lokalitet (Alternativ 1a), i beste fall vil være MNOK 1200.

Dersom reprosessering ikke er en akseptabel løsning for norske myndigheter, må både stabilt og ustabil brukt brensel lagres i Norge. Det vil da være behov for å overvåke det ustabile brukte brenselet spesielt og utviklingen av tilstanden til dette i uoverskuelig fremtid. Det er per i dag ingen kjent teknologi for å kunne deponere ustabil brukt brensel. Valg av lokasjon for et lager avhenger av hvor lenge det vil være drift av den enkelte reaktor, muligheter for samlagring med annet radioaktivt avfall og varigheten av lagerløsningen.

Anbefalinger for videre planlegging

Strategi for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall vil i stor grad påvirkes av utfallet av noen overordnede valg som anbefales gjort så tidlig som mulig. Figuren nedenfor viser anbefalt beslutningsstruktur som reflekterer sammenhengen mellom denne KVV og KVV for dekommisjonering.



De to øverste punktene i figuren ovenfor viser to sentrale spørsmål som norske myndigheter snarlig må ta stilling til, da utfallet av disse direkte påvirker hvilke løsninger for brukt brensel og annet radioaktivt avfall som skal videre utredes i en etterfølgende forprosjektfase. Dette vil videre påvirke valgmulighet for fremtidig bruk av områdene der reaktorene ligger, og til hvilket nivå som er mest samfunnsøkonomisk lønnsomt å dekommisjonere de nukleære anleggene til. De to sistnevnte forhold er behandlet i KVV for dekommisjonering.

Utfallet av spørsmål om hvor lenge reaktorene vil være i drift vil påvirke hvilket alternativ som har størst samfunnsøkonomisk nytte.

Norske myndigheters stillingtagen til spørsmålet om reprosessering er akseptabelt eller ikke vil påvirke hvilke alternative løsninger for oppbevaring som er aktuelle. Problemstillingen er kompleks og motstanden mot reprosessering har vært, og forventes fortsatt å være stor fra miljøvernorganisasjoner. På den annen side er direkte deponering av ustabilt brukt brensel ikke mulig, fordi det i dag ikke er noen kjent teknologi for dette. Andre former for stabilisering av ustabilt brukt brensel enn reprosessering er ikke kommersielt tilgjengelige, så kostnader og usikkerhet knyttet til ulike metoder, og det faktum at det må bygges opp en prosessfasilitet for dette, gjør at dette ikke kan anbefales.

Det anbefales at strategi for oppbevaring av kortlivet, lav- og middels radioaktivt avfall fortsetter som i dag med deponering av denne type avfall, og at dette videreføres gjennom en utvidelse av kapasiteten av anlegget i Himdalen. Alternativt må det etableres et nytt anlegg på en ny lokasjon når kapasiteten av anlegget i Himdalen nås. Ved en nedstengning av reaktorene i nær fremtid og umiddelbar dekommisjonering, er etableringen av ny kapasitet for deponering av denne kategori avfall kritisk tidsmessig basert på varigheten av en normal byggesaksprosess.

For oppbevaring av annet radioaktivt avfall som i dag ikke kan deponeres i Himdalen så vil dette avhenge av hvilket alternativ for oppbevaring av brukt brensel som velges. Dersom Alternativ 4 Reprosessering velges, anbefales det at denne kategori avfall lagres samlokalisert med avfall som deponeres i et deponi tilsvarende KLDRA Himdalen. Det bør, som et alternativ til lagring, ses på mulighet for å repossessere også denne kategori avfall. Videre bør det ses på muligheten for å deponere gjenværende mengde langlivet stabilt radioaktivt avfall i dype borehull når denne teknologien er tilstrekkelig utviklet og utprøvd. Dersom Referansealternativet eller Alternativ 1 Samlagring velges, bør denne kategori avfall lagres sammen med brukt brensel. Dersom Alternativ 2 Deponi i Norge velges så anbefales det at denne kategori avfall deponeres sammen med brukt brensel.

Kommuner som potensielt vil kunne være vertskommune for et anlegg for oppbevaring av radioaktivt avfall har et behov for en prosess som er bygget på gjensidig tillit og respekt mellom berørte parter. Myndighetene bør i denne sammenheng vurdere hvilke incentiver som kan virke stimulerende for å få til en frivillighet, og som kan gi nytteverdi både for en vertskommune og for utbygger og eier av nukleære anlegg, slikt det er gjort i Sverige med stort hell, men da tilpasset omfanget av en utbygging i Norge.

Regelverket og dokumentasjonskravene knyttet til håndteringen av lav- og mellomaktivt kortlivet radioaktivt avfall (avfall som i dag sendes til radavfallsanlegget på Kjeller og videre til Himdalen for deponering) bør forbedres og bedre tilpasses ny avfallsforskrift som siden 2011 har omfattet radioaktivt avfall. IFE peker selv på at de bør innføre et system som tar høyde for ny forskrift for å kunne redusere mengde deponeringspliktig avfall som sendes til Himdalen. KVU-gruppen mener det er et potensiale for forbedring av avfallsbehandlingen i Norge. Det bør innføres tydeligere WAC (Waste Acceptance Criteria), og bedre informasjon om innholdet i avfall som sendes til radavfallsanlegget. Dette er en viktig forutsetning for å få til en effektiv RWM (Radioactive Waste Management) med større grad av kontroll med innholdet i avfallet og muligheter for å kunne begrense mengden radioaktivt avfall som må deponeres.

DEFINISJONER OG FORKORTELSER

<i>ARA</i>	Annet radioaktivt avfall
<i>AR</i>	At Reactor (våtlager som brensel flyttes over i fra reaktoren for nedkjøling før overføring til annet lager)
<i>ACL</i>	Aktiva kemilaboratoriet i Studsvik
<i>BB</i>	Brukt brensel
<i>DD</i>	Dansk dekommisjonering
<i>DE</i>	Drum equivalence, tønne-ekvivalent
<i>Dekommisjonering</i>	- 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/. - 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/. - 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/.
<i>Direktedeponere</i>	Innebærer å deponere det brukte brenselet i samme fysiske og kjemiske form som det var ved uttak fra reaktoren.
<i>ERDO</i>	Working on a shared solution for radioactive waste
<i>FIN</i>	Finansdepartementet
<i>Friklassing</i>	Fjerne strålevernsmyndighetenes kontroll over radioaktive materialer eller objekter innen autoriserte praksiser. (IAEA, radioactive waste management glossary)
<i>Halveringstid</i>	Tiden det tar for at halvparten atomene til en radionuklide er blitt omdannet fra sin opprinnelige form til andre nukleider /D047/. Halveringstiden er en sentral parameter for å si noe om hvor raskt strålingen vil avta.
<i>HBWR</i>	Halden Boiling Water Reactor
<i>HOD</i>	Helse- og omsorgsdepartementet
<i>IAEA</i>	International Atomic Energy Agency
<i>IFE</i>	Institutt for Energiteknikk
<i>JEEP 2</i>	Reaktoren på Kjeller
<i>KLD</i>	Klima- og miljødepartementet
<i>Kondisjonere</i>	Kondisjonering i denne kontekst innebærer transformasjon av det ustabile brenselet til kjemisk fast form (for eksempel metallisk uran till uranoxid). Det praktiseres i dag ulike metoder for kondisjonering, deriblant PUREX, electrometallurgical behandling m.fl.

<i>Kontrollert område</i>	<u>I hht. til forskrift om nukleære materialer og anlegg:</u> Et område hvor adgangen er kontrollert av vakt, og som er avgrenset av et solid gjerde eller lignende som er vanskelig å forsere. <u>I hht. strålevernsforskriften:</u> 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>	Finansrepartementets regime for kvalitetssikring av store statlige investeringsprosjekter
<i>KVU</i>	Konseptvalgutredning
<i>LL-ILW</i>	Long Lived Intermediate Level Waste
<i>LILW</i>	Low and Intermediate Level Waste
<i>MD</i>	Miljødirektoratet
<i>MOX</i>	Mixed Oxide brensel som består av UO ₂ og PuO ₂
<i>NDA</i>	Nuclear decommissioning agency
<i>NFD</i>	Nærings- og fiskeridepartementet
<i>NRPA</i>	Statens strålevern, Strålevernet
<i>NRPA</i>	Norwegian Radiation Protection Agency
<i>NSM</i>	Nasjonal sikkerhetsmyndighet
<i>OED</i>	Olje- og energidepartementet
<i>OSPAR</i>	Oslo Paris Convension
<i>RAD</i>	Radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen
<i>Reprosessering</i>	PUREX metoden (Plutonium-Uranium Redox Extraction) er den mest vanlige. Brenselet deles opp i passende lengder og løses så opp i salpetersyre. Dette muliggjør ekstraksjon av uran og plutonium ved bruk av organiske løsningsmidler, mens fisjonsproduktene forblir i en flytende (salpetersyre) fase. Et ytterligere prosessstrinn muliggjør den etterfølgende separasjon av uran og plutonium fra hverandre.
<i>RWM</i>	Radioactive Waste Management
<i>SMK</i>	Statsministerens kontor
<i>Stråling</i>	Stråling består hovedsakelig av alfapartikler (kjernen i heliumatomer), betapartikler (elektroner/positroner), gammastråler (elektromagnetisk stråling) eller nøytroner /D047/
<i>TENORM</i>	Technologically-Enhanced, Naturally-Occurring Radioactive Materials
<i>UD</i>	Utenriksdepartementet
<i>Ustabilt brukt brensel</i>	Fellesbetegnelse for brukt brensel av typen metallisk uran som brenselskjerne med aluminiumskapsling, og uranoksyd som brenselskjerne med aluminiumskapsling der begge typer er kjemisk ustabile
<i>Vitrifisert avfall</i>	Ved reprosessering blandes fisjonsproduktene med smeltet glass og danner et material med en fast og meget stabil form som er egnet for langtids lagring eller deponering
<i>WAC</i>	Waste Acceptance Criteria

1 INNLEDNING

I Norge er det i dag to forskningsreaktorer i drift, en i Halden og en på Kjeller. Disse drives av Institutt for Energiteknikk (IFE). Etter over 60 år i drift har den nukleære virksomheten ved IFE generert litt over 16 tonn brukt reaktorbrensel, som i dag er lagret ved i alt 7 lagre på IFEs områder i Halden og på Kjeller. Av dette avfallet er i størrelsesorden 12 tonn brukt brensel som har dårlig lagringsbestandighet, og der tilstanden til dette brukte brenselet for tiden kartlegges av IFE.

I tillegg produseres det annet radioaktivt avfall i Norge. Dette er bl.a. annet avfall fra drift av reaktorene, sykehus, universiteter og forskningsinstitusjoner, Forsvaret og private husholdninger. Det er etablert et deponi for denne typen avfall i Himdalen i Aurskog-Høland kommune.

Radioaktivt avfall som produseres må tas hånd om og oppbevares på en forsvarlig måte. Denne konseptvalgutredningen (KVU) skal vurdere mulige løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall, og gi anbefalinger som kan inngå i en *strategi for oppbevaring av norsk brukt brensel og annet radioaktivt avfall*. Følgende hovedspørsmål er gjeldende for denne KVU:

1. Hvilke løsninger for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall gir størst samfunnsøkonomisk nytte?
2. Hva er viktig å fokusere på i den videre planlegging for å gjennomføre valgte løsninger?

Det første spørsmålet besvares i kapittel 5 Alternativanalysen, og det andre spørsmålet besvares i kapittel 6 Anbefalinger for videre planlegging.

1.1 Tidligere utredninger

Gjennom de seneste 25 år er det gjennomført en rekke utredninger av hvordan man i Norge skal oppbevare radioaktivt avfall. I 1989 ble det nedsatt et utvalg av regjeringen for å se på mulige løsninger for deponering av norsk radioaktivt materiale klassifisert som lavaktivt og avfall som var mellomaktivt og kortlivet. Himdalen i Aurskog Høland kommune ble valgt som lokalisering for deponiet som er omtalt som KLDRA-Himdalen (Kombinert Lager og Deponi for Radioaktivt Avfall). Etter en nasjonal og etterfølgende internasjonal godkjenningssprosess ved det Internasjonale Atomenergibyrået (International Atomic Energy Agency -IAEA) ble byggingen av anlegget startet i 1997 og anlegget stod ferdig høsten 1998.

Utredning av behovet for en ny mellomlagerløsning for brukt brensel startet med Bergan-utvalget (NOU 2001:30). Utvalgets hovedanbefaling var at det bør bygges et nytt mellomlager for brukt brensel og annet langlivet radioaktivt avfall i Norge, hvor avfallet kan lagres i 50-100 år for videre nedkjøling og i påvente av utredning og etablering av en endelig deponeringsløsning. Fase 1-utvalget (2004) utredet deretter forskjellige løsninger for et samlagingsanlegg (brukt brensel og annet langlivet mellomaktivt radioaktivt avfall), og anbefalte en politisk avklaring av finansierings-, ansvars- og eierforhold knyttet til all behandling, lagring og deponering av radioaktivt avfall og bestrålt brensel.

I 2009 nedsatte regjeringen Teknisk utvalg for utredning av spesialbehandling av ustabil brukt brensel, og Stranden-utvalget (NOU 2011:2) for utredning av tekniske løsninger og lokalisering av et nytt mellomlager. Flertallet i Stranden-utvalget anbefaler at et nytt mellomlager ferdigstilles i 2017, for drift fra 2018. Videre anbefaler utvalgets flertall at arbeidet med etablering av et nytt mellomlager påbegynnes umiddelbart. Utredningen har vært på høring. Flertallet av høringsinstansene er enige i at arbeidet med etablering av et nytt mellomlager må påbegynnes umiddelbart. Ett av medlemmene i utvalget tok dissens på konklusjoner knyttet til etableringen av et nytt mellomlager. I dissensen ble det fremhevet at det var usikkerhet på en rekke sentrale områder som har betydning for kostnader og gevinster for løsningsalternativene som utvalget har vurdert. Videre fremheves det i dissensen at endelig valg av lagerløsning og lokalisering for det stabile brenselet og annet radioaktivt materiale (som ikke kan

deponeres i Himdalen) foreslås utsatt i påvente av ny informasjon, blant annet sett i sammenheng med en mulig dekommisjonering av IFEs anlegg på Kjeller og i Halden, og Statens strålevern planlagte kartlegging av avfallsstrømmer som et resultat av revidert avfallsforskrift (radioaktivt forurensning overført fra strålevernloven til forurensningsloven) som ble innført med virkning fra 1.1.2011.

1.2 Mandat

Mandatet for og innholdet i denne KVV er endret underveis i KVV-arbeidet og en oppsummering av utgangspunktet, bakgrunn for endringene og revidert mandat, er beskrevet nedenfor.

1.2.1 Opprinnelig mandat

I utlysningen fra daværende Nærings- og handelsdepartementet (nå Nærings- og fiskeridepartementet – NFD) er behovet som lå til grunn for konseptvalgutredningen gjengitt nedenfor. Dette dannet grunnlaget for opprinnelig mandat for oppdraget.

Det er behov for en trygg, forsvarlig og kostnadseffektiv mellomlagerløsning for eksisterende og framtidig brukt reaktorbrensel og annet langlivet radioaktivt avfall, hvor hensynet til miljø, helse og sikkerhet er ivarettatt i henhold til nasjonal lovgivning og relevante internasjonale anbefalinger.

Regjeringen skal treffe beslutning om en konseptuell løsning for et framtidig mellomlager for brukt brensel og annet langlivet radioaktivt avfall.

I innledende kapittel om bakgrunn for konseptvalgutredningen fremgår det at det over en lang periode har vært gjennomført en rekke utredninger knyttet til situasjonen for brukt brensel i Norge og et behov for å finne en forsvarlig løsning for hvordan dette skal oppbevares. I flere NOUer og andre rapporter vises det til et behov for å finne en løsning i form av et lager og hvor dette lageret for brukt brensel skal lokaliseres.

I 1998 stod deponiet for lavaktivt og kortlivet middels aktivt radioaktivt avfall ferdig i Himdalen. Langlivet middels aktivt avfall er en kategori avfall som med dagens konsesjonsvilkår ikke kan deponeres i Himdalen (kun med noen unntak kan langlivede nuklider deponeres der) og som derfor må inkluderes i den løsningen som er beskrevet i opprinnelig mandat i tillegg til brukt brensel.

I rapporten fra Bergan-utvalget (NOU 2001:30) ble det påpekt viktigheten av å etablere et prosjekt for å finne mulige deponeringsløsninger i Norge for brukt brensel, men etter det KVV-gruppen kjenner til er det ikke igangsatt aktiviteter med dette som formål. IAEA anbefaler å finne løsninger for oppbevaring av brukt brensel der man finner frem til en endelig løsning i form av et deponi. Internasjonalt er det ennå ikke bygget deponier, men det foregår en rekke utredninger, studier og prosjekter med formål å finne sikre deponeringsløsninger. I Sverige og Finland har de kommet frem til en type løsning og har kommet langt i beslutningsprosessen. Arbeidet med å bygge deponier i disse landene er nært forestående.

1.2.2 Revidert mandat

I en konseptvalgutredning skal det tas utgangspunkt i behov knyttet til den aktuelle problemstilling som omfattes av KVV. For problemstillingen knyttet til norsk radioaktivt avfall er det nærliggende å ta utgangspunkt i den totale mengde radioaktivt avfall som dekker alle kategorier radioaktivt avfall. Videre må det ses på radioaktivt avfall i et livsperspektiv, fra avfallet oppstår og hvordan dette oppbevares til det ikke lenger utgjør noen fare for omgivelsene.

Det er to hovedproblemstillinger som førte til at mandatet er endret for denne KVV.

Den første problemstillingen er knyttet til behov for løsning for oppbevaring av radioaktivt avfall. Behovsanalysen avdekket et underdekket behov for oppbevaringsløsning ut over den type radioaktivt avfall som opprinnelig var inkludert i omfanget for KVV som var brukt brensel og annet langlivet

radioaktivt avfall. Kapasiteten av KLDRA i Himdalen for kortlivet lav- og mellomaktivt avfall ville nås tidlig i analyseperioden både med og uten mottak av radioaktivt avfall fra en fremtidig dekommisjonering.

Dette er en av årsakene til at omfanget av konseptvalgutredningen er utvidet til både å omfatte alle typer deponeringspliktig radioaktivt avfall. Unntaket er lavaktivt avfall klassifisert som TENORM (fra olje- og gassindustrien) som har en egen avfallsstrøm og løsning for endelig håndtering i form av et deponi. Deponiet som ligger ved Sløvåg i Gulen kommune har en eksisterende kapasitet og muligheter for utvidelse som dekker analyseperioden. Senere i rapporten vil begrepet deponeringspliktig radioaktivt avfall bli nærmere forklart.

Den andre problemstillingen er tidsperspektivet og det faktum at utfordringen knyttet til radioaktivt avfall er den lange tidshorizonten som kreves av en løsning. For brukt brensel vil behovet for oppbevaring i praksis være evigvarende – opp mot flere hundre tusen år – muligens millioner av år. Opprinnelig mandat omfattet kun en mellomlagerløsning, og mulighetsrommet som vurderes i denne konseptvalgutredningen ble derfor utvidet til også å omfatte alternativer som inkluderer deponiløsninger som ikke vil kreve overvåkning, drift og vedlikehold tilsvarende som for en lagerløsning.

Revidert mandat for denne KVVU gir et omfang som vil kunne utgjøre en stor del av en nødvendig nasjonal strategi for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall. Denne KVVU svarer på hvilke valg som må tas for å finne løsning for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall og hvilke alternativer for oppbevaring som er mest samfunnsøkonomisk lønnsomme gitt utfallet av overordnede valg. Det som mangler for å få en komplett nasjonal strategi på dette området, er en tydelig beskrivelse av alle parter som har en rolle innen det nukleære området, deres ansvar og oppgaver og hvordan samhandlingen skal skje ut fra nasjonale lover og forskrifter og internasjonale konvensjoner som Norge har ratifisert på dette området. I tillegg vil det i en nasjonal strategi også inngå informasjon om hvordan drift og investeringer skal finansieres og av hvem.

Når det gjelder detaljeringsnivå for en KVVU så skal dette være på et nivå som gjør det mulig å skille alternativene, som skal være konseptuelt forskjellige, fra hverandre. Av den grunn er det ikke utredet en detaljert lokalisering for et mulig lager eller deponi. For alternativer som inneholder en lagerløsning er det kun sett på løsninger som innebærer en lokalisering av et lager innenfor IFEs områder og sammenlignet med en etablering utenfor IFEs anlegg i Halden og på Kjeller. Kostnadsberegninger er gjennomført på et overordnet nivå tilpasset krav til detaljering for en konseptvalgutredning.

1.3 Om gjennomføringen av KVVU-arbeidet

Konseptvalgutredning (KVVU) for håndtering av radioaktivt avfall er utarbeidet av DNV GL sammen med selskapene Studsvik Nuclear AB (Sverige), Westinghouse Electric Sweden AB (Sverige), Quintessa Ltd. (UK) og Samfunns- og Næringslivsforskning (SNF) på oppdrag fra Nærings- og Fiskeridepartementet (NFD). Studsvik, Westinghouse og Quintessa har utarbeidet tekniske rapporter som inngår som grunnlag for KVVUen. Disse er vedlagt.

Arbeidet er basert på internasjonal beste praksis og IAEAs retningslinjer. Vedlegg 8 beskriver KVVU-prosessen og arbeidsgruppen som har gjennomført KVVU-arbeidet (omtalt i det følgende som KVVU-gruppen).

KVVUen skal kvalitetssikres eksternt i henhold til Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter (KS1) /D386/. KVVUen og kvalitetssikringsrapporten vil foreligge som faglig innspill og underlag for regjeringens valg av oppbevaringsløsning for norsk radioaktivt avfall.

NFD har gitt et parallelt oppdrag for en KVV for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge (heretter kalt KVV for dekommisjonering) til denne samarbeidskonstellasjonen med unntak av Quintessa som kun medvirker i KVV for oppbevaring. De to KVVene er utarbeidet i parallell grunnet interne avhengigheter, se etterfølgende kapittel.

1.4 Grensesnitt til KVV for Dekommisjonering

Grensesnittet til KVV for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge omfatter i hovedsak to temaer:

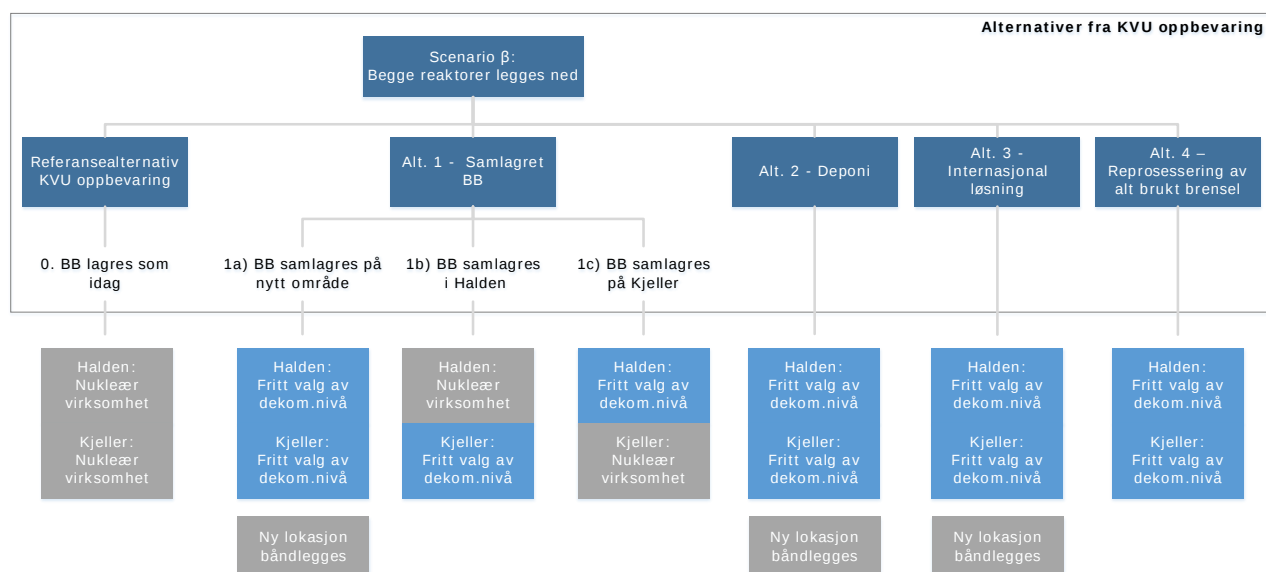
- Mengden radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen (RAD), og når i tid dette kommer
- Valg av strategi for håndtering av brukt brensel (BB) og langlivet, mellomaktivt radioaktivt avfall (LL-ILW) og lokasjon for oppbevaring av dette

Mengden radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen er avgjørende for når Halden går fullt. Dette tidspunktet er avhengig av til hvilket nivå man dekommisjonerer og når dekommisjonering skjer.

I dag ligger brukt brensel lagret på IFEs områder i Halden og på Kjeller. Strategiene for oppbevaring av brukt brensel gir ulike føringer for dekommisjoneringsnivå. Ved lagring på ny lokasjon, deponi på ny lokasjon og ved repressering av brukt brensel, vil brukt brensel flyttes bort fra områdene i Halden og på Kjeller. Dette innebærer at man står fritt til å velge ønsket bruk av områdene. 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.

KVV for oppbevaring av radioaktivt avfall gir en rangering av alternative løsninger der det er lagt inn ulike forutsetninger for valg av dekommisjoneringsnivå i Halden og på Kjeller. Ved et tenkt scenario der reaktorene fortsatt er i drift vil ikke et grensesnitt mellom de to KVVene være noe tema. Det er først når det er valgt at en dekommisjonering skal gjennomføres at grensesnittet aktualiseres.

Ved alternativer der lagre for brukt brensel innplasseres i Halden og/eller på Kjeller legges det inn en forutsetning om at det skal dekommisjoneres til fortsatt *nukleær virksomhet*. Legges et sentralisert lager til f.eks. Kjeller er det lagt inn dekommisjoneringskostnader for Kjeller til nivå *nukleær virksomhet*, mens det i Halden dekommisjoneres til *annen næringsvirksomhet*, og tilhørende dekommisjoneringskostnader legges inn i analysen. Dette er illustrert i Figur 1-1.



Figur 1-1 Alternative løsninger for dekommisjoneringsnivå gitt ulike scenarioer for lagring av brukt brensel (BB = Brukt brensel). Lyseblå bokser antar scenarioet uten BB og gir fullt mulighetsrom for dekommisjoneringsanalysen. Lysegrå bokser viser hva som båndlegges til nukleær virksomhet med lager for BB.

Dekommisjoneringskostnader for de ulike lokasjoner vil utgjøre en del av kostnadene for de enkelte løsningsalternativer og er brukt i analysen for KVV for oppbevaring av radioaktivt avfall som underlag for å beregne og rangere løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall ut fra samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

2 SITUASJONSBESKRIVELSE FOR OPPBEVARING AV RADIOAKTIVT AVFALL I NORGE

I dette kapitlet er det gitt en beskrivelse av dagens situasjon for oppbevaring av radioaktivt avfall i Norge. Først defineres radioaktivt avfall og de avfallskategoriene som benyttes videre i denne KVUen. Deretter gis en beskrivelse av mengder radioaktivt avfall innen de ulike kategoriene og hvordan dette oppbevares. Videre er det anslått fremtidige mengder avfall som vil kunne genereres og nødvendig kapasitet for oppbevaring av avfallet.

2.1 Sammendrag

I Norge er det i dag lagret i overkant av 16 tonn brukt brensel fra driften av IFEs to forskningsreaktorer. Det brukte brenselet lagres i dag ved i alt 7 ulike lagre på IFEs området på Kjeller og i Halden. Kapasiteten for oppbevaring av brukt brensel vil, etter IFEs egne beregninger, være nådd i Halden innen 2024, og på Kjeller innen 2032 /D431/ ved fortsatt reaktordrift i perioden. Dersom det må legges inn en lagringsbuffer for å ta hensyn til å kunne tømme reaktoren ved en mulig hendelse, vil dette medføre at den tilgjengelige lagringsperioden reduseres med 3-4 år i Halden og 3 år på Kjeller.

Det har i perioden reaktorene har vært i drift, vært benyttet ulike typer brensel i IFEs reaktorer. Om lag 3/4 av det brukte brenselet på lager har dårlig lagringsbestandighet⁵ og kan ikke, ut fra tilgjengelig teknologi, deponeres uten at dette stabiliseres i forkant. Reprosessering er den eneste form for stabilisering som i dag er kommersielt tilgjengelig. Norge er ett av få land i verden som har metallisk uran med aluminiumskapsling lagret, noe som vanskeliggjør et internasjonalt samarbeid om en løsning for enten å finne en løsning for å direkteponere dette eller et samarbeid om å videreutvikle og benytte andre teknologier for stabilisering enn reprosessering.

IFE har, gjennom stikkprøvekontroll, påvist skade på enkelte brenselelementer av metallisk uran som ligger lagret i JEEP 1 stavbrønn. Det er usikkerhet knyttet til når denne skaden kan ha oppstått og IFE omtaler lagringssituasjonen som utilfredsstillende. IFE gjennomfører for tiden et program der tilstanden til alt brukt brensel med dårlig lagringsbestandighet undersøkes systematisk.

Annet radioaktivt avfall er inndelt i to kategorier. Den ene kategorien er kortlivet, lavaktivt og mellomaktivt radioaktivt avfall som i dag sendes til et eget kombinert lager og deponi for radioaktivt avfall (KLDRA) i Himdalen i Aurskog-Høland kommune. Årlig sendes det ca 180 tønner avfall til anlegget og kapasiteten ved anlegget antas nådd rundt 2037 ved fortsatt reaktordrift i denne perioden, og i 2030 inkludert avfall fra en dekommisjonering av reaktoranleggene. Beregninger utført av KVV-gruppen viser at dersom reaktordriften opphører ved begge anleggene tidlig i perioden før 2030 og disse dekommisjoneres umiddelbart til et nivå for friklassing av områdene, vil avfallet fra dekommisjoneringen medføre at kapasiteten ved KLDRA Himdalen nås som følge av mottak av dette avfallet.

Den andre kategorien av annet radioaktivt avfall utgjør i alt 4 tonn avfall, i all hovedsak uran, som det ikke er mulig å deponere ved KLDRA Himdalen. Dette er typisk langlivet og mellomaktivt radioaktivt avfall som i dag lagres på Kjeller. Lagringsforholdene anses ikke som utilfredsstillende og kapasiteten er tilstrekkelig da det ikke forventes at det vil tilkomme nytt materiale innen denne kategori avfall. IFE er i tillegg i prosess med å inngå avtaler for å sende størstedelen av dette avfallet til UK for gjenbruk.

2.2 Radioaktivt avfall – definisjon og avgrensning

Dette kapitlet gir en definisjon av radioaktivt avfall. Det legger grunnlag for hvilket avfall som, etter norsk lov, behandles som radioaktivt avfall.

⁵ Denne type brensel er omtalt som «ustabilt brukt brensel» i rapporten.

Ikke alt som er radioaktivt er *radioaktivt avfall*. Mennesker og dyr er omgitt av naturlige forekomster av radioaktiv stråling, ofte omtalt som *bakgrunnsstråling*. Vi utsettes for radioaktivitet ved inntak av mat og drikke, og av luften som innåndes.

Det er *bruken* av radioaktive kilder som generer radioaktivt avfall. Hovedkildene til produksjon av radioaktivt avfall i Norge er de nukleære forskningsreaktorene på Kjeller og i Halden som IFE eier og drifter, sykehus, industrien, universiteter og forskningsinstitusjoner og private husholdninger.

Hva som defineres som radioaktivt avfall bestemmes av om avfallet overstiger fastsatte grenseverdier for hva som anses som skadelige for helse eller miljø. Ikke alt radioaktivt avfall krever like strenge forholdsregler, og ikke alt avfall som inneholder radioaktive nuklider er definert som radioaktivt avfall. I Forurensingsloven⁶ skilles det f.eks. mellom hva som er *radioaktivt avfall* (vedlegg I bokstav a) og hva som er *deponeringspliktig radioaktivt avfall* (vedlegg I bokstav b).

Radioaktivt avfall som ikke er deponeringspliktig er ikke omfattet av denne KVV. Deponeringspliktig radioaktivt avfall håndteres som farlig avfall etter avfallsforskriften⁷, og avfallet skal leveres til den som har konsesjon til å håndtere slikt avfall. I rapporten omtales heretter *deponeringspliktig radioaktivt avfall* som *radioaktivt avfall*.

2.3 Kategorisering av radioaktivt avfall

Forskjellige typer radioaktivt avfall har ulike egenskaper. Dette avhenger bl.a. av aktivitetsnivå, strålingstype og halveringstid. Egenskapene til avfallet er avgjørende for hvordan avfallet skal håndteres, dvs. om og hvordan avfallet skal behandles og krav til oppbevaring av avfallet. Videre er også avfallsets egenskaper retningsgivende til hvilke krav som stilles til transport av avfallet.

Fram til 2011 var det ingen retningslinjer i norsk lovgivning for når avfall var karakterisert som radioaktivt eller ikke. Alt avfall der det en gang var påvist radioaktivitet var å regne som radioaktivt, og det ble deponert i KLDRA Himdalen. Først i 2011 ble det gjennom forurensningsloven definert friklassingsgrenser og nedre grenser for hva som er å regne som deponeringspliktig avfall. Her ligger det imidlertid et potensiale for ytterligere reduksjon i mengde avfall som sendes til KLDRA Himdalen ved at mer av avfallet som i dag sendes til deponering, kan friklasseres /D272/.

Følgende viktige egenskaper ved radioaktivt avfall /D046/ er trukket frem:

- *Kritikalitet*; risikoen for ukontrollert kjernefysisk kjedereaksjon.
- *Radiologiske egenskaper*; halveringstid, varmeutvikling, intensitet og type stråling, aktivitet og konsentrasjon av radionuklider, overflatekontaminering og dosefaktorer for relevante radionuklider.
- *Andre fysiske egenskaper*; fast stoff, væske eller gass, størrelse og vekt, flyktighet, løselighet og blandbarhet, spredningsevne og komprimerbarhet.
- *Kjemiske egenskaper*; kjemiske skadevirkninger, korrosjonsegenskaper, organisk innhold, brennbarhet, reaktivitet, generering av gass, sorpsjonsegenskaper av radionuklider.
- *Biologiske egenskaper*; potensielle biologiske skadevirkninger.

Det er hensiktsmessig å klassifisere radioaktivt avfall for å kunne finne egnede oppbevaringsløsninger, og egenskapene til avfallet er viktig i så henseende. Det stilles ulike krav til oppbevaring av ulike typer radioaktivt avfall. Noe avfall krever eksempelvis mye skjerming, mens annet avfall ikke krever dette. Krav til sikring og skjerming av avfall skal skje etter ALARA prinsippet (As Low As Reasonable

⁶ Radioaktivt avfall defineres i forurensningsloven med underliggende forskrifter. Forurensningsloven ble i 2010 ved forskrift gjort gjeldende for radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall. En ny forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall (FOR-2010-11-01-1394) trådte i kraft 1. januar 2011.

⁷ § 16-7. Leveringsplikt: http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/KAPITTEL_17#§16-7

Acheivable), noe som gjør det hensiktsmessig med en god klassifisering. Det finnes imidlertid ingen standard klassifisering som benyttes globalt i dag, og de enkelte land har ulike varianter med basis i IAEA standarder.

I Vedlegg 1 (tabell 5-13) er det gitt en detaljert oversikt over ulike typer radioaktivt avfall med fokus på volumer, forpakning, doserate, om avfallet skal karakteriseres som kort eller langlivet, og aktivitetsnivå (lav, middels eller høy). I denne tabellen er det benyttet følgende inndeling for det radioaktive avfallet; *Spent fuel*, *Stored waste*, *Operational waste*, og *Waste from decommissioning*. Denne inndelingen er valgt da den korresponderer med den inndelingen som benyttes av IFE og Strålevernet i Norge i dag, som også er omtalt i landrapport fra Norge (Strålevernet) til IAEA /D385/. Klassifiseringen av radioaktivt avfall som benyttes i Norge har mer opphav i hvilket radioaktivt avfall man har i Norge i dag og hvordan dette oppbevares, enn med basis i IAEAs anbefaling for inndeling.

Rapporteringen av nuclideinnhold i de ulike avfallsstrømmene for annet radioaktivt avfall enn brukt brensel er vurdert som mangelfull ut fra de opplysninger som KVVU-gruppen har mottatt i KVVU-arbeidet, og det ligger også utfordringer i klassifiseringen som benyttes i Norge. Dette er omtalt i Vedlegg 1 Technical task 1 *Radioactive waste inventory in Norway* i kapittel 5.6, og det er videre omtalt i kapittel 6.

KVVU-gruppen har, av praktiske hensyn, valgt en inndeling som på nivå 1 er to-delt; brukt brensel og annet radioaktivt avfall, og der sistnevnte gruppe igjen er to-delt. Inndelingen gjenspeiler hvor de enkelte type avfallskategorier lagres eller deponeres i Norge i dag (jf Tabell 2-1):

Tabell 2-1 Indelning av radioaktivt avfall i avfallskategorier

Avfallskategori	Beskrivelse av type avfall	Kilde (avfall fra)
<i>Brukt brensel (BB)</i>	Kjernebrensel som er bestrålt og permanent tatt ut av reaktoren. Brenselet er i intakt fast form, og det planlegges ikke videre bruk av brenselet. I tillegg kommer slipestøv fra Hotcell på Kjeller. En stor del av det lagrede norske brukte brenselet er mellomaktivt etter lang lagringstid, men avfallet er langlivet.	Kjernekraftvirksomhet ved IFEs reaktorer i Halden og på Kjeller
<i>Annet radioaktivt avfall (ARA) (består av LL-ILW og LILW)⁸</i>	LL-ILW: Avfall som <u>ikke</u> kan deponeres i Himdalen Avfall ⁹ som i dag er lagret: Uran (anrikt, naturlig, utarmet), Plutonium, Thorium, større kilder med urankapsling.	Kjernekraftvirksomhet Noe fra industri og sykehus
	Driftsavfall som kan komme i fremtiden: Vitrifisert avfall sammen med kapslingsmateriale og prosessavfall fra evt. repressering, avfall fra dekommisjonering av f.eks. Met.Lab/ Hotcell. Typisk vil avfallet være mellomaktivt og kortlivet	
	LILW: Avfall som kan deponeres i Himdalen I all hovedsak kortlivet avfall som er lav eller mellomaktivt. Men også enkelte små mengder av langlivet radioaktivt avfall deponeres i Himdalen.	Kjernekraftvirksomhet, sykehus, forskning, Forsvaret, husholdninger etc.

⁸ LL-ILW: Langlivet, Mellomaktivt radioaktivt avfall (Long-lived, Intermediate Level Waste) og LILW: Kortlivet, Lav og mellomaktivt avfall, Low and Intermediate Level Waste

⁹ Deler av avfallet kan ses på som en ressurs. IFE har planer om å eksportere anrikt og naturlig uran som er overskuddsmateriale fra brenslersproduksjon, til UK for prosessering.

Basert på inndelingen gitt over, så har KVV-gruppen valgt å betegne de enkelte avfallsgrupper som følger videre i rapporten:

- Brukt brensel forkortes heretter som BB (utvalgte steder i rapporten)
- LILW og LL-ILW benyttes fortsatt som egne betegnelser når disse omtales hver for seg, mens når disse omtales i fellesskap så benyttes forkortelsen ARA (Annet Radioaktivt Avfall).

Konsesjonsvilkårene for deponiet i Himdalen setter en aktivitetsbegrensning for anlegget basert på et tenkt uhell 3-500 år etter at anlegget er forseglet. Dette styrer hvilket avfall, og hvor store mengder som kan deponeres der. Kravene gjør det mulig å deponere små mengder langlivet radioaktivt avfall. Det betyr at det ikke er mulig å definere deponiet i Himdalen til kun å omfatte kortlivet og mellom- eller lavaktivt avfall, selv om dette vil være hovedtilfellet.

2.4 Avfallsoversikt og beskrivelse av lagringssituasjonen

I dette kapitlet presenteres de typer radioaktivt avfall som oppbevares i Norge, hvilke oppbevaringsløsninger som i dag anvendes, og informasjon om kapasitet og tilstanden til disse. Det er valgt å presentere hovedgruppen «Brukt brensel» som en egen gruppe og annet radioaktivt avfall samlet som en gruppe, noe som er i tråd med oversikten gitt i Tabell 2-1.

2.4.1 Brukt brensel

Brukt brensel som produseres og lagres i Norge stammer fra drift av NORA reaktoren og JEEP 1 reaktoren på Kjeller (begge er dekommisjonert), og de reaktorene som i dag er i drift som er JEEP 2 reaktoren på Kjeller og HBWR¹⁰ reaktoren i Halden.

Historikk og egenskaper til norsk brukt brensel

I en reaktor bestråles uranet (reaktorbrenselet) slik at dette spaltes (fisjonerer) og danner nye og lettere nuklider, samt sender ut stråling¹¹. Disse nuklidene vil igjen henfalle, og danne enda lettere nuklider samt mer stråling. Denne prosessen kalles henfall /D047/. De ulike nuklidene har forskjellig halveringstid¹² og stråling. Mengden fisjonsprodukter og annet radioaktivt materiale øker på i brenselet mens brenselet er i reaktoren. Henfallet av disse nuklidene fortsetter lenge etter at brenselet er tatt ut av reaktoren, og hvor levetiden avhenger av deres halveringstider. Disse prosessene frigjør mye energi og stråling (frie partikler og/eller elektromagnetisk stråling). Stråling kan endre molekyler i celler og påvirke det genetiske arvematerialet i celler /D047/. Brukt brensel krever derfor både avkjøling og skjerming i lang tid. Se tabell 4-8 i Vedlegg 1 for nuklideinnhold i det norske brukte brenselet.

Det er i stor grad nuklidesammensetningen som bestemmer hvor problematisk avfallet er. Noen nuklider kan tas opp i næringskjeden. Et eksempel er cesium (fra Tsjernobyl-ulykken) som samler seg i reinlav og på denne måten kommer inn i næringskjeden.

Egenskapene til brukt brensel har betydning for valg av strategi for videre oppbevaring av dette. Reaktorene i Halden og på Kjeller har benyttet to typer brensel (metallisk uran eller uran i oksidform), og to typer kapsling (aluminium eller zircaloy). Dette påvirker bl.a. lagringsbestandigheten til det brukte brenselet.

¹⁰ HBWR: Halden Boiling Water Reactor

¹¹ Stråling består hovedsakelig av alfa-partikler (kjernen i heliumatomer), beta-partikler (elektroner/positroner), gammastråler (elektromagnetisk stråling) eller nøytroner /D047/.

¹² Halveringstid er tiden det tar for at halvparten av atomene til en radionuklide er blitt omdannet fra sin opprinnelige form til andre nukleider /D047/. Halveringstiden er en sentral parameter for å si noe om hvor raskt strålingen vil avta.

Per annet kvartal i 2014 var det totalt registrert i størrelsesorden 16,4 tonn brukt brensel som er lagret i Norge. Av dette ligger ca. 5,4 tonn i lagre på Kjeller, mens ca. 11 tonn er lagret i Halden. Tabell 2-2 gir en oversikt over brenselshistorikken til brukt brensel som er lagret i Norge fordelt på reaktorkilde.

Tabell 2-2 Norsk brukt brensel fordelt på reaktorkilde /D049, D448/

	JEEP 1	JEEP 2	HBWR	HBWR	NORA
<i>Produsent</i>	UK, Frankrike Nederland, Sverige, Norge	IFE, Norge	UK	Egen- produsert av IFE	USA, Frankrike og Sverige
<i>Brensel</i>	Metallisk uran	Uranoksid	Metallisk uran	Uranoksid	Metallisk uran
<i>Kapsling</i>	Al	Al	Al	Zr	Al
<i>Anrikning</i>	Naturlig	3,5 %	Naturlig	6 %	
<i>Utbrenning, MWdøgn/tonn U</i>	1-1000	15000	12	40000	
<i>Bestrålingsperiode</i>	1951 – 1967	1966 – nå	1959 – 1960	1960 – nå	1961 - 1968

Brensel av typen metallisk uran med aluminiumskapsling og brensel av typen på oksydforn med aluminiumskapsling er begge kjemisk ustabile. Videre er disse typer av brukt brensel omtalt som «ustabilt brukt brensel». Metallisk uran kan ved kontakt med vann selv antenne, og både det metalliske og oksydbrensel med aluminiumskapsling kan ved kontakt med vann og ved tilgang til oksygen korrodere. Derfor er det usikkerhet knyttet til lagring og deponering av denne typen brukt brensel. Dette brukte brenselet utgjør nærmere 3/4 av det norske lagrede brukte brenselet (ca. 11,5 tonn). I Vedlegg 2 og i Vedlegg 7 gis det en utdypning av utfordringene med dette brukte brenselet og en gjennomgang av muligheter og begrensninger for lagring og deponering.

De gjenværende ca. 4,8 tonn med brukt brensel er av typen urandioksid (UO₂) med zircaloykapsling. Dette er kjemisk stabilt og det er derfor ikke behov for å stabilisere dette før en mulig fremtidig deponering (jf. Vedlegg 2). Brenselet i seg selv utgjør den første barrieren mot spredning av radioaktivitet. Urandioksid er et keramisk materiale som er meget stabilt, og nesten uløselig i vann. Videre er zircaloy en legering som er meget stabil i vann og som utgjør den andre barrieren /D049/.

Som Tabell 2-3 viser, har store deler av det norske brukte brenselet ligget på lager i mange år. Det er nesten 50 år siden det siste metalliske brenselet ble tatt ut av reaktoren. Brenselets utbrenning har også vært lav, spesielt gjelder dette for det metalliske brenselet. Lav utbrenning og lang lagringstid innebærer at brenselet genererer lite varme. Brenselet er også enten naturlig uran eller lav-anrikt uran¹³. Det innebærer at det er lite av U-235. Siden det brukte brenselet er lagret i posisjoner med god innbyrdes avstand er kritikalitet, dvs. risiko for en ukontrollert kjernefysisk aktivitet, utelukket. Det har i flere rapporter vært påpekt at tilstanden til det metalliske brukte brenselet som ligger lagret i JEEP 1 stavbrønn på Kjeller og i horisontallageret i bunkerbygningen i Halden kan være tilfredsstillende. Spesielt gjelder dette det brukte brenselet som er lagret i JEEP 1 stavbrønn. Dette er påpekt i rapportene til Berganutvalget /D047/, Teknisk utvalg /D049/ og i Strandenutvalget /D048/. IFE har i perioden 2011-2012 gjennomført en stikkprøvebasert kartlegging av tilstanden til det brukte brenselet for å avdekke mulige tilfredsstillende forhold /D146/. Videre har IFE kommet opp med forslag til tiltak for å forbedre lagringsforholdene, og hvordan det er mulig å observere utviklingen i tilstanden til det brukte brenselet over tid /D147/.

¹³ Lav anrikning betyr <20 % U-235 (kilde: <http://no.wikipedia.org/wiki/Uran-235>)

Tilstanden for det metalliske brukte brenselet er per i dag ikke kartlagt i sin helhet og det er usikkerhet om hvor omfattende skadeomfanget er. IFE har anbefalt et program for å undersøke alt metallisk brukt brensel og har søkt om midler til å gjennomføre dette. Det er derfor ikke tilgjengelig en fullt ut kartlagt situasjon for tilstanden til dette brukte brenselet. KVV-gruppen har hensyntatt denne usikkerheten i de forslag til løsninger som er lagt til grunn i alternativanalysen (kapittel 5), og i anbefaling for videre planlegging (kapittel 6).

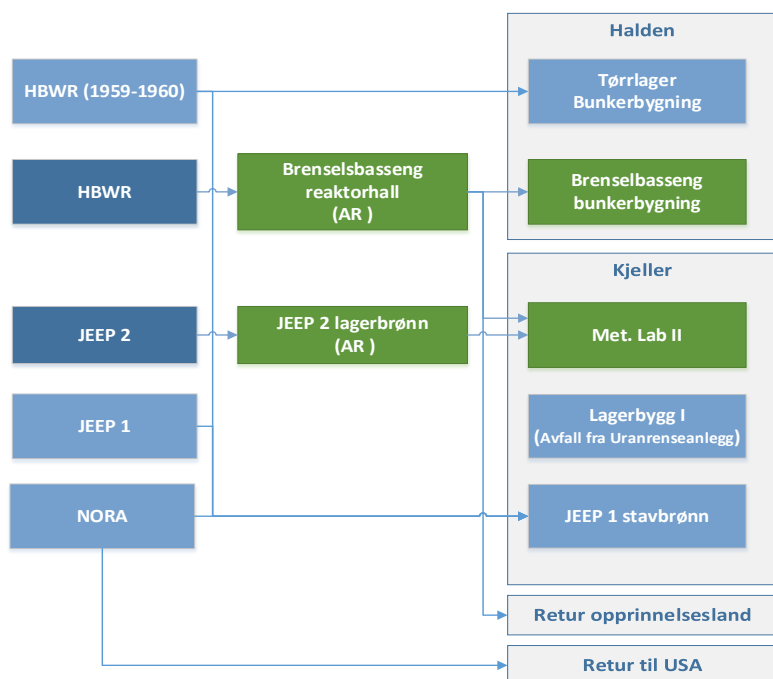
Det er så langt ikke registrert noen svakheter ved brukt oksidbrensel med aluminiumkapsling som benyttes i JEEP 2 reaktoren, og som lagres i lageret ved Met.lab 2 på Kjeller.

Oppbevaring av brukt brensel i Norge i dag

Det er IFE som driver Norges to kjernekraftreaktorer og lagrene for brukt brensel i tilknytning til disse. Brukt brensel går direkte fra reaktorene, via et våtlager (AR¹⁴-lager) til avkjøling, før det plasseres i de eksisterende lagrene.

Alt brukt reaktorbrensel i Norge lagres i dag ved IFEs brenselslagre på Kjeller og i Halden. Lagringen skjer i henhold til internasjonale retningslinjer og norske myndigheters krav. Lagrene omfattes av konsesjonen som er gitt av Statens strålevern for drift av IFEs nukleære anlegg. Atomenergiloven og underliggende forskrift ivaretar de norske forpliktelsene som Norge har overfor IAEA på dette området (safeguardsavtalen¹⁵ mellom Norge og IAEA). Denne avtalen setter krav til at det føres nøye regnskap for lagring og transport av alt nukleært materiale. Både Statens strålevern og IAEA sender jevnlig inspektører til IFEs anlegg for å kontrollere og verifisere regnskap, og å rapportere beholdningen av nukleært materiale.

Figur 2-1 gir et overordnet bilde over flyten av brukt brensel fra reaktor til lagringssted. Reaktorer og lagre som har vært i bruk, men som nå er nedlagt, er også vist.



Figur 2-1 Oversikt over aktive reaktorer (mørk blå), og lagre (mørk grønn) og transportstrøm for brukt brensel

¹⁴ AR = At Reactor

¹⁵ "Safeguards agreement under Non Proliferation Treaty between Norway and IAEA" fra 1972, med tilleggsprotokoll fra 2000

Alt brukt brensel fra JEEP 2 reaktoren lagres på Kjeller i lageret i Met.Lab 2. Driverbrensel og eksperimentalbrensel fra HBWR reaktoren, og som ikke skal undersøkes, lagres i brenselbassenget i bunkerbygningen i Halden. Brukt eksperimentalbrensel fra HBWR som skal undersøkes sendes til Met. Lab 2 på Kjeller for undersøkelser, og lagres deretter i Met.lab 2 lageret. Noe brukt eksperimentalbrensel sendes også tilbake til opprinnelsesland.

Brukt brensel fra den tidligere JEEP 1 reaktoren ligger lagret i JEEP 1 stavbrønn på Kjeller, mens HBWRs første ladning med brensel ligger lagret i tørrlagret i bunkerbygningen i Halden. Videre er det meste av det brukte brenselet fra NORA reaktoren returnert tilbake til USA, mens noe fortsatt ligger lagret i JEEP 1 stavbrønn..

Tabell 2-3 gir en oversikt over mengde norsk brukt brensel fordelt på de ulike lagre. Mengden er angitt i kg og status er per annet kvartal i 2014.

Tabell 2-3 Oversikt over mengder av det norske brukte brenselet per 2. kvartal 2014. Tallene er angitt i kg.

Lokalisering	Oksydbrensel, Alum. kapsling	Oksydbrensel, Zirkaloy kapsling	Metallisk brensel, Alum. kapsling	Sum
Halden				
<i>HBWR (brensel i reaktor)</i>		396		396
<i>HBWR Brenselsbasseng</i>		645		645
<i>Bunkerbygning - Tørrlager</i>		1 841	6 725	8 566
<i>Bunkerbygning - Basseng</i>		1 320		1 320
Kjeller				
<i>JEEP 2 (brensel i reaktor)</i>	222			222
<i>JEEP 2 Lagerbrønn</i>	215			215
<i>Met.lab 2</i>	1 158			1 158
<i>JEEP 1 Stavbrønn</i>	100	614	3 130	3 844
Total	1 695	4 816	9 855	16 366

I etterfølgende kapittel er det gitt en kort beskrivelse av lagrene for brukt brensel på Kjeller og i Halden.

Lagre for brukt brensel på Kjeller

På IFEs område på Kjeller er det i alt tre lagre for brukt brensel fordelt på tre bygninger: JEEP 2 lagerbrønn i direkte tilknytning til JEEP 2 reaktoren, lageret i tilknytning til Met.Lab 2 og JEEP 1 stavbrønn. Alle lagre benyttes fortsatt aktivt, med unntak fra JEEP 1 stavbrønn. Nedenfor er kort beskrivelse av disse lagrene. For detaljert beskrivelse vises det til rapporten fra Berganutvalget /D047/ og IFEs sikkerhetsrapporter for lagrene /D158, D160, D162/.

JEEP 2 lagerbrønn

Sylindrisk metall-tank som er innstøpt i betong i tilknytning til JEEP 2 reaktorbygningen. Lagerbrønnen er et såkalt AR-lager (AR er forkortelse for *At Reactor*) der brenselelementer plasseres for nedkjøling før de kan plasseres på tørrlager ved Met.lab 2. Lagerbrønnen har kapasitet for 13 brenselelementer. Normalt overføres to brenselelementer fra reaktorkjernen til lagerbrønnen ved årlig stans av reaktoren for vedlikehold. Dette skjer samtidig med at to elementer fra lagerbrønnen overføres til Met. Lab 2 for lagring.

Lager i Met. Lab 2

Lageret har tatt hånd om alt brukt brensel som er undersøkt eller mottatt i laboratoriet siden 1965. Lagrene er et kombinert lager for brukt eksperimentalbrensel og annet radioaktivt avfall fra laboratorievirksomheten, i tillegg til brukt brensel fra JEEP 2 reaktoren. Lageret har en grunnflate på i overkant av 100 m² og består av en betongblokk under bakkenivå og inneholder 84 brønner. Betongblokken er utvendig kledd med aluminiumsplater og brønnene er foret med stålrør og skjermet i toppen av en blyplugg. I tillegg til hele brenselelementer og brenselsstaver, er det også lagret oppkuttete deler av det brukte brenselet, samt annet avfall som kontaminert dreiespon, slipestøv mm som stammer fra laboratorievirksomheten. Det lagres også andre bestrålte metallprøver med høy aktivitet.

JEEP 1 Stavbrønn

Lageret er plassert i en frittliggende, mindre lagerbygning på området. Gulvet i lagerbygget er et betongfundament med 97 hull. Brønnene består av 97 vertikale stål "varerør" som er 2,7 m lange. I den nedre enden er disse varerørene støpt fast i en 0,2 m tykk betongsåle. På toppen er de festet i gulvet i bygningen (betongfundamentet). Toppen av hvert hull er dekket med et metalldeksel og ekspanderende pakning. Rommet rundt rørene mellom den nederste betongsålen og betongfundamentet er fylt med drenerende masser for å forhindre at grunnvannet trenger inn i grunnen og skaper problemer med isdannelse (tele). Lagerposisjonene er forseglet med jernskinner som er skrudd fast med bolter og hele lageret er dekket med en aluminiumsplate som har vært forseglet og plombert av IAEA. Forseglingen er nå brutt for å kunne gjennomføre inspeksjonen av det brukte brenselet som IFE for tiden utfører /D147/.

Lagrene for brukt brensel i Halden

Reaktoren og et brenselsbasseng er plassert inne i en fjellhall, mens det resterende av IFEs anlegg er plassert i området utenfor. I en av bygningene er det lager for brukt brensel (bunkerbygningen). I tillegg til lager for brukt brensel, er det i bunkerbygningen også et lager for ubestrålt brensel. Mengden av dette varierer noe men utgjør kun enkelte brenselspinner.

Brenselsbasseng i reaktorhallen

Tre brenselsbassenger er bygget i betong i gulvet i reaktorhallen (AR-lagre). Her våtlagres brenselet den første tiden etter at det er tatt ut av reaktoren for å sikre at mesteparten av de kortlivede fisjonsproduktene er dødd ut før det brukte brenselet transporteres ut av reaktorhallen. Brenselsbassengene er innvendig kledd med en stålkappe, og hvert basseng er beskyttet med hvert sitt stållokk med gjennomføringer for til sammen 83 lagringsposisjoner.

Lagerbassenget i bunkerbygningen

Bunkerbygningen har et volum på ca. 1000 m³ og lageret er en integrert del av bunkerbygningen. Selve lagerbassenget er 2,1 m x 3,2 m og 5,2 m og er bygget i betong og innvendig kledd med syrefaste stålplater. Bassenget er dekket av et stållokk med en tett pakning som har 97 posisjoner for lagring av brukt brensel. Bassenget er fylt med demineralisert vann, og vannet kjøles og renses ved at det sirkulerer gjennom en kjøle- og rensekrets med filter og ionebyttekolonne. Kvaliteten på vannet kontrolleres kontinuerlig ved hjelp av instrumentering, og analyseres med faste intervaller.

Horisontalt tørrlager i bunkerbygningen

Lageret er en betongkonstruksjon med 2m tykke vegger og en 1 m tykk frontskjerm av tungbetong. Det er 202 hull i fronten og i disse er det 7 m lange horisontale stålrør. Det brukte brenselet kjøles ved hjelp av naturlig luftkonveksjon. Dette lageret er fullt. Lagret har vært forseglet og plombert av IAEA, men

forseglingen er nå brutt for å kunne gjennomføre inspeksjonen av det brukte brenselet som omtalt i /D147/.

Prognoser for generering av brukt brensel

Hvert år genereres om lag 125 kg brukt brensel, hvorav ca. 45 kg kommer fra JEEP 2 reaktoren på Kjeller (uranoksid med aluminiumskapsling), og resterende ca. 80 kg fra HBWR i Halden (uranoksid med zircaloykapsling). Det vises til Vedlegg 1 for ytterligere detaljer.

Prognoser for gjenværende kapasitet i lagre for brukt brensel

I tillegg til AR-lagre ved reaktorene, er det er i alt fire lagre for brukt brensel. To av disse er fulle (JEEP 1 stavbrønn på Kjeller og horisontalt tørrlager i Halden), mens lageret ved Met.lab II på Kjeller og brenselbassenget i bunkerbygningen i Halden fortsatt tilføres nytt brukt brensel fra driften. Disse lagrene har i følge IFE kapasitet til å kunne ta i mot brukt brensel fra reaktordriften til omkring 2024 i Halden og 2032 på Kjeller gitt de prognoser som fremkommer i kapitlet ovenfor. Dette er også forutsatt at brukt brensel lagres som i dag.

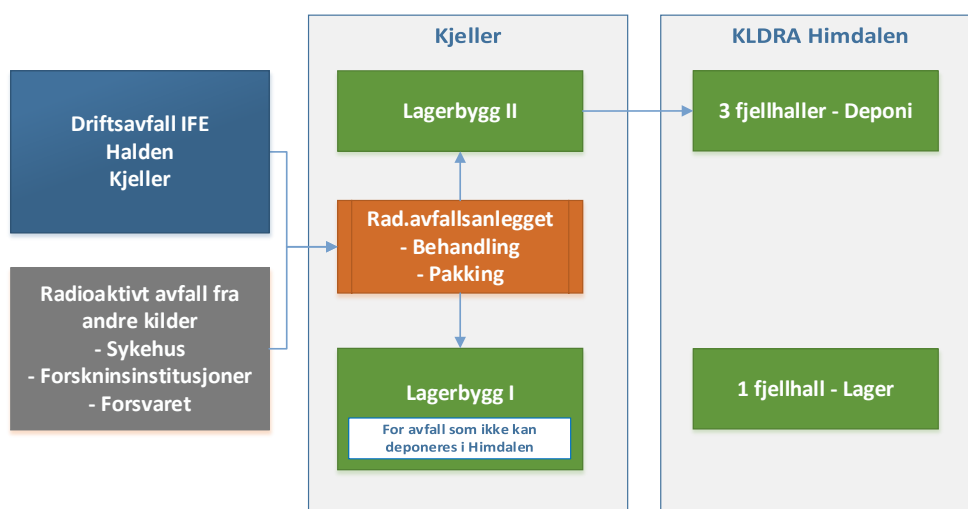
I kapasitetsvurderingene som IFE har gjort for oppfylling av lagrene i Halden er det ikke lagt inn en bufferkapasitet for å kunne tømme reaktoren for brensel ved en mulig hendelse, eller ved behov for å flytte rundt på brenselet. Det vil også ved en dekommisjonering være behov for å tømme reaktoren. I beregningene som gir en lagringskapasitet frem til 2024 er det ikke lagt inn en slik buffer. IFE har selv anslått /D431/ at dersom reaktoren må tømmes må det fra trekkes 3-4 års fra denne prognosen, noe som gir kapasitet frem til 2020-2021.

For Kjeller har IFE selv anslått /D455/ at dersom man må ta ut alle brenselelementer fra Jeep 2 reaktoren på Kjeller vil kapasiteten av Met.lab 2 lageret for brukt brensel reduseres tilsvarende 3 års lagring. Det vil si en kapasitet for lagring av brukt brensel frem til 2029 i stedet for 2032 dersom det er behov for å legge inn en slik buffer.

2.4.2 Annet radioaktivt avfall

Dette kapitlet gir en kort oversikt over annet deponeringspliktig radioaktivt avfall, *dvs. annet enn det som er brukt brensel*. Herunder faller bl.a. kjernebrensel som ikke er bestrålt, driftsavfall fra reaktordrift, og radioaktivt avfall fra andre kilder enn IFE.

Ved revisjon av avfallsforskriften, der radioaktivt avfall ble innlemmet i denne 1.1.2011, ble det samtidig innført en leveringsplikt for de virksomheter hvor det oppstår radioaktivt avfall. I henhold til avfallsforskriften skal deponeringspliktig radioaktivt avfall leveres til den som har tillatelse fra Strålevernet til å håndtere deponeringspliktig radioaktivt avfall. I Norge er det tre deponier som har tillatelse fra Strålevernet til å deponere radioaktivt avfall. Dette er i følge Strålevernet /D468/ kun KLDRA-Himdalen, NOAH på Langøya i Holmestrand og Wergeland-Halsvik i Gulen (TENORM avfall fra olje- og gassindustrien). Videre har forbrenningsanlegget Senja avfall IKS konsesjon til å forbrenne avfall som inneholder enkelte radionuklider. Radioaktivt avfall som går til NOAH og Wergeland-Halsvik er som nevnt i kapittel 1.2.2 ikke omtalt i denne KVVU. KVVU omfatter kun strømmer av radioaktivt avfall som sendes til radavfallsanlegget hos IFE på Kjeller for videre behandling, pakking og transport til KLDRA-Himdalen, og avfall som i dag er lagret ved IFES anlegg.



Figur 2-2 Oversikt over kilder for annet radioaktivt avfall, behandling og lagring/deponering. I lagerbygg II er det også lagret ubestrålt brensel som materiale for brenselsproduksjon

Annet radioaktivt avfall (ARA) i Norge kommer hovedsakelig fra IFEs forskningsvirksomhet i Halden og på Kjeller i form av driftsavfall, og avfall fra sykehussektoren, industri, forsvaret, annen forskningsvirksomhet og fra private husholdninger. Dette er stort sett lav- og middelsaktivt avfall – langlivet og kortlivet. Avfallsstrømmene for annet radioaktivt avfall er illustrert i Figur 2-2.

IFEs reaktordrift genererer i tillegg til brukt brensel også annet radioaktivt avfall. Dette i form av at rør og komponenter byttes ut som en del av normalt vedlikehold, og utskiftninger av utstyr som benyttes til undersøkelser av brukt brensel. Dette er i hovedsak metallisk avfall som er nøytronbestrålt og dermed kontaminert ved kontakt med reaktorenes primærkretser. I tillegg kommer det driftsavfall i form av ionebytttemasse, papir, og beskyttelsesutstyr (engangshansker, sko-overtrekk og overtrekksdresser).

Sykehus, legemiddelindustri og forskningsvirksomhet er brukere av åpne radioaktive kilder. Virksomheten fører til radioaktivt avfall i væskeform, og driftsavfall i form av pipettespisser, papir og annet beskyttelsesutstyr som benyttes. Kasserte kapslede radioaktive kilder gir opphav til avfall. Disse vil variere fra relativt små kilder brukt til kalibrering, kilder brukt i prosessindustri og opp til større kilder brukt i terapi og til blodbestrålingsanlegg. Etter innføring av returplikt på røykvarslere har det også blitt samlet inn et høyt antall røykvarslere, som hver inneholder en liten radioaktiv kilde (Am-241).

Radioaktivt avfall som skal deponeres i anlegget i Himdalen behandles på IFEs radavfallsanlegg på Kjeller. Her blir avfallet behandlet og pakket i tønner (210 liters oljefat) med varierende grad av mantling (innvendig beskyttelseslag av betong og/eller bly) for beskyttelse mot stråling. Tønnene lagres i lagerbygg II som ligger i tilknytning til radavfallsanlegget før disse transporteres videre fra Kjeller til Himdalen, noe som foretas kun et begrenset antall ganger per år.

Ikke alt ARA kan deponeres i Himdalen. Dette avfallet oppbevares i dag på Kjeller i lagerbygg I og i en av fjellhallene i KLDRA-Himdalen som i dag benyttes som lager.

Beskrivelse av lagre og deponi for annet radioaktivt avfall (ARA)

Det er i alt lagret og deponert annet radioaktivt avfall (LL-ILW og LILW) på tre lokaliseringer for type avfall som IFE selv har generert eller som er behandlet ved radavfallsanlegget på Kjeller som IFE drifter.

Lagerbygg I (LL-ILW)

Lagerbygg I er en del av radavfallsanlegget som er et to-etasjes bygningskompleks med et gulvareal på 915 m². Lagerdelen av anlegget er satt under et svakt undertrykk for at lekkasje av radioaktivitet til omgivelsene skal unngås. I dette lageret oppbevares ikke-bestrålt naturlig uran fra uranrenseanlegget (solidifisert materiale), overskuddsmateriale fra brenselproduksjon og driftsavfall fra sykehus.

Lagerbygg II (LL-ILW og LILW)

Lagerbygg II er et enetasjes frittstående bygg med en grunnflate på 430 m² og innvendig takhøyde på 4 m. Bygget inneholder en lagerhall for tønner for lav- og middelsaktivt avfall før disse sendes til Himdalen, et forbrenningsanlegg for lavaktivt avfall og et lager for ubestrålt brensel. Ubestrålt brensel lagres også her før det blir benyttet i produksjon av brenselelementer til IFEs to reaktorer.

Kombinert lager og deponi for radioaktivt avfall (KLDRA) i Himdalen (LL-ILW og LILW)

Anlegget ligger i Aurskog-Høland kommune ca. 25 km fra IFEs anlegg på Kjeller. Anlegget ble åpnet i 1999 etter 10 år med utredninger om plassering, konsekvensutredninger, prosjektering og bygging. KLDRA Himdalen er dimensjonert for 10 000 tønneekvivalenter og det ble beregnet at anlegget skulle ha kapasitet til å ta imot radioaktivt avfall frem til 2030. Det var da også innberegnet avfall fra en dekommisjonering av IFEs reaktorer og andre kontaminerte bygninger og utstyr i perioden. Anlegget ble utformet for deponering av lav og middelsaktivt radioaktivt avfall.

Anlegget er bygget inn i fjellet med en 150 m lang adkomsttunnel frem til de fire fjellhallene der tre av disse benyttes som deponi, hver med en kapasitet på 2 500 tønneekvivalenter. Den siste hallen benyttes i dag som lager for 166 tønner med plutoniumsholdige jordmasser.

Annet radioaktivt avfall som ikke kan deponeres i Himdalen (LL-ILW)

I dette avfallet inngår ikke-bestrålt naturlig uran fra uranrenseanlegget. Dette anlegget var i drift i perioden 1961-1968. Kar med uranholdig oppløsning ble solidifisert 2005-2008. Videre inngår det overskuddsmateriale fra brenselproduksjon i form av anriket, naturlig og utarmet uran, og thorium. I tillegg inngår også driftsavfall fra sykehus i form av større kilder som har urankapsling, og plutoniumsholdige masser fra rivningen av uranrenseanlegget.

Det er totalt lagret 4,4 tonn avfall for denne kategorien i form av 187 tønner og 500 bokser (høyde: 20-30 cm og 10-12cm diameter).

Tabell 2-4 Oversikt over annet radioaktivt avfall av typen LL-ILW

Avfallstype	Kilde	Lokasjon	Kg	Ant. Tønner	Dokumentasjon
<i>Solidifisert uranløsning ("Yellow cake")</i>	Uranrenseanlegget	Lagerbygg I, Kjeller	1210	21	NOU 2011:2 kap.5.2.2, Task 1
<i>Overskuddsmateriale fra brenselproduksjon</i>	Brenselproduksjon (anriket, naturlig og utarmet uran samt thorium)	Lagerbygg I, Kjeller	2770 ¹⁶	Ca. 500 sylindere. H:20-30 cm Ø:10-12 cm	NOU 2011:2 kap.5.2.2, Task 1
<i>Driftsavfall fra sykehus</i>	Sykehusdrift (Noen større kilder som har urankapsling)	Lagerbygg I, Kjeller	420	Inngår i sylindere beskrevet ovenfor	"NOU 2011:2 kap.5.2.2, Task 1. IFE (Mail fra E. Larsen 29.9.2014)"
<i>Rivningen av uranrenseanlegget</i>	Uranrenseanlegget	KLDRA Himdalen	0,035	166	NOU 2011:2 kap.5.2.2, Task 1

Det er kun tønnene med plutonium fra rivningen av uranrenseanlegget som kan være aktuelt å deponere i Himdalen. IFE har søkt Strålevernet om dette, men dette er så langt ikke innvilget.

IFE har informert KVVU-gruppen om at overskuddsmateriale fra brenselproduksjon som utgjør en samlet mengde på ca. 2,8 tonn, vil bli sendt til UK for prosessering¹⁷ /D440/. Dermed vil mengden av denne kategori avfall kunne bli vesentlig redusert.

Prognoser for generering av denne type radioaktivt avfall (LL-ILW)

Dersom alt brukt brensel reposseseres vil det komme i retur vitrifisert avfall som vil inngå i denne kategori avfall med en mengde på opp mot 100kg (basert på i overkant av 16 tonn brukt brensel).

Ut over dette er det ikke forventet at det vil tilkomme mer av denne type radioaktivt avfall. Men det noe usikkerhet knyttet til fremtidige kilder og mengder avfall fra andre brukere som Forsvaret og industrien, men det har det ikke lyktes KVVU-gruppen å få noe informasjon om dette.

I tillegg til mengder radioaktivt avfall av kategorien som inngår i tabellen ovenfor er det i følge Strålevernet ca.4,6 tonn utarmet uran i skjermingsbeholdere som fortsatt er lagret hos brukerne. Strålevernet uttaler i en mail /D429/ til KVVU-gruppen at de forventer at størstedelen av denne mengden vil bli returnert til produsent og ikke ende opp som avfall i Norge.

Annet radioaktivt avfall som deponeres i KLDRA Himdalen (LILW)

Deponiet i Himdalen er ved utgangen av 2013 fylt opp med 5 375 tønneekvivalenter, noe som utgjør en fyllingsgrad på i underkant av 54 % dersom alle de fire hallene benyttes som deponi med samlet kapasitet på 10 000 tønneekvivalenter.

¹⁶ IFE skal sende dette til prosessering i UK /D440/

¹⁷ Prosessering her menes bare at knuste brenselspellet løses opp og uranet oksideres (fra UO₂ til U₂O₃). Gjennom denne prosessen reverserer man sintringsprosessen man bruker når man produserer pellet slik at uranet igjen er i en pulverform klart produksjon av nye pellet. Prosessen er relativt enkel, den stråler lite og gir ikke noen vesentlige utslipp eller avfallsstrømmer /D440/.

Prognoser for oppfylld av deponi i Himdalen

KVU-gruppen har lagt til grunn en årlig tilvekst av antall tønneekvivalenter til KLDRA Himdalen på ca 180 der ca. 80 kommer fra IFE og resterende 100 fra andre kilder.

I opprinnelig dimensjonering av anlegget i 1997 var det anslått at det ville komme 2 000 tønne-ekvivalenter med radioaktivt avfall til Himdalen fra dekommisjonering av de nukleære anleggene, og at anlegget dermed ble fullt i 2030. I anslag i IFEs dekommisjoneringsplan fra 2010 er antallet økt til 3 533, noe som også var antallet som lå til grunn i oppdatert plan fra IFE i 2012 /D272/.

I tabellen nedenfor er det gitt en oversikt over når dagens anlegg i Himdalen er beregnet å gå fullt. Når Himdalen når kapasitetsgrensen avhenger bl.a. av om reaktorene fortsatt er i drift eller ikke. Dersom reaktorene avvikles og områdene friklasseres umiddelbart vil Himdalen fylles vesentlig forttere opp enn om reaktorene fortsatt driftes. Tabellen viser kapasitetsgrensen for disse to ytterpunktene. Beregningene er basert på en nedstengning av begge reaktorene i 2018 samt umiddelbar friklassing av arealene. Det andre er basert på fortsatt drift av reaktorene i en tidsperiode som ikke medfører mottak av avfall fra en dekommisjonering.

Tabell 2-5 Årstall for når kapasitetsgrensen for KLDRA Himdalen forventes å nås

Situasjon Halden og Kjeller	Kapasitetsgrense Himdalen
<i>Fortsatt drift (ikke dekommisjoneringsavfall)</i>	2037
<i>Umiddelbar friklassing (år 2018)</i>	2025

Beregningene viser at dersom reaktorene fortsatt driftes er det kapasitet i Himdalen i noe over 20 år til. Skulle begge reaktorene imidlertid stenges ned, og områdene friklasseres umiddelbart, er det antatt at Himdalen vil nå sin kapasitetsgrense om ca. 10 år. Ved umiddelbar friklassing er det lagt til grunn at betong som må deponeres pakkes i tønner. IFE har sett på mulighetene for å deponere betongen i overbygningen over tønnene /D453/. Dersom dette kan gjennomføres innenfor konsesjonskravene til deponiet, vil dette medføre at kapasiteten i stedet nås rundt 2026¹⁸. Med andre ord har det ikke stor innvirkning på når et nytt deponi må stå klart, men økt utnyttelse av KLDRA Himdalen vil uansett være positivt. Dette er derfor en mulighet som bør følges opp.

I beregningen for dekommisjonering med en oppstart i 2018 er det lagt inn en bearbeiding av avfallet for å redusere antall tønner med avfall for deponering i Himdalen. En nedstengning av reaktoren i 2018 og umiddelbar friklassing innebærer følgende tidsforløp på dekommisjoneringen: forberedende fase i 2018-2020, fjerning av brensel 2020-2023, og nukleær demontering 2023-2026, og til slutt riving av klargjøring av området 2026-2028. Dette gir en jevn strøm av avfall til Himdalen i perioden 2023-2026.

En umiddelbar friklassing av områdene i Halden og på Kjeller i perioden før ny kapasitet for deponering av dekommisjoneringsavfall er tilgjengelig vil bli utfordrende. Dette vil kreve oppbevaring av avfallet fra dekommisjoneringsavfallet et sted i provisoriske lagre. Derfor må tidspunktet for en dekommisjonering ses opp mot når en utvidelse av kapasitet for LILW kan stå ferdig, eller alternativt provisoriske lagre som må innplasseres på områder der det ikke er til hinder for dekommisjoneringsarbeidet.

¹⁸ Jf. KVU Dekommisjonering, der anslås besparelsen å være 1149 tønneekvivalenter om betongen i stedet deponeres i overbygningen til sarkofagene i Himdalen. Denne reduksjonen er ikke tilstrekkelig for å vesentlig endre tidspunktet for når KLDRA Himdalen når sin kapasitetsgrense, men derimot vil det flytte tidspunktet for når et evt. deponi #3 når sin kapasitet med ca. 10 år.

3 BEHOV, MÅL OG KRAV

Behovsanalyse, målformulering og fastsetting av krav til løsning utgjør en sentral del av en KVV og skal være med på å sikre at de løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall som velges gir størst mulig nytte for samfunnet. I behovsanalysen skal samfunnsbehovet som utløser planleggingen av tiltaket være førende for arbeidet med å lage tiltaksspesifikke mål. Samfunnsmålet skal relateres til den samfunnsutviklingen som virkningen av tiltaket skal bygge opp under, og effektmålet skal relateres til virkningen for brukerne. Mål vil også være kilde for krav til konseptene, og kravene skal være tiltaksspesifikke og forankret i samfunnsbehov.

En tilstrekkelig kartlegging av behov, realistiske og målbare mål og fastsettelse av krav som er tilstrekkelig løsningsspesifikke, vil kunne sikre at de konsepter som tas med i alternativanalysen er de alternativer som oppfyller samfunnsbehovet best mulig.

3.1 Behov

Dette kapittelet gir en presentasjon av hvordan behovsanalysen er gjennomført og hvordan samfunnsbehovet, som er utledet av problemstillingen KVV dekker, er fremkommet. Relevante interessentgrupper er presentert, og de viktigste behovene som er identifisert i behovsanalysen er beskrevet.

3.1.1 Samfunnsbehovet

I Norge eksisterer det ingen overordnet strategi for løsninger for oppbevaring av alle typer radioaktivt avfall. Dette er avfall som må kunne oppbevares i et langsiktig tidsperspektiv og som krever løsninger med nødvendig kapasitet, holdbarhet og fleksibilitet. Samfunnsbehovet som utløser planleggingen (prosjektutløsende samfunnsbehov¹⁹) er utformet med bakgrunn i to forhold. Det ene er at det foreligger rapporter som dokumenterer en utilfredsstillende tilstand på enkelte brenselelementer som er lagret og at tilstanden på resterende del av det ustabile brenselet ikke er tilstrekkelig kartlagt. Det andre forholdet er at kapasiteten av eksisterende lagre for brukt brensel vil nås i løpet av en tidsperiode som er vurdert som meget kort sett i forhold til den tid det vil ta for å få på plass ny kapasitet. Samfunnsbehovet er definert som:

«Forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall i et langsiktig perspektiv».

Med *forsvarlig* menes at sikkerheten for miljø og helse er ivaretatt til et samfunnsmessig akseptabelt nivå med de løsninger (fysiske anlegg, infrastruktur, bemanning og kompetanse) som velges, samtidig som kostnadene for valgt løsning står i forhold til den samfunnsmessige nytten. Her legges ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prinsippet til grunn. At sikkerheten er ivaretatt betyr videre at løsningen gir sikkerhet mot uønskede hendelser forårsaket av både villede og ikke-villede hendelser /D375/.

Med et langsiktig perspektiv menes den tid det vil ta for å bringe aktiviteten til det radioaktive materialet som oppbevares ned til et nivå der det ikke lengre utgjør noen strålerisiko for mennesker og miljø. For brukt brensel vil dette kunne ta flere hundre tusen år og kanskje opp mot flere millioner år. Tidsperspektivet er avhengig av halveringstid for det radioaktive materialet som skal oppbevares.

Samfunnsbehovet om en forsvarlig løsning for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall står sterkt gjennom at det er reflektert gjennom flere analysemetoder, og behovet er gjennomgående hos alle interessenter.

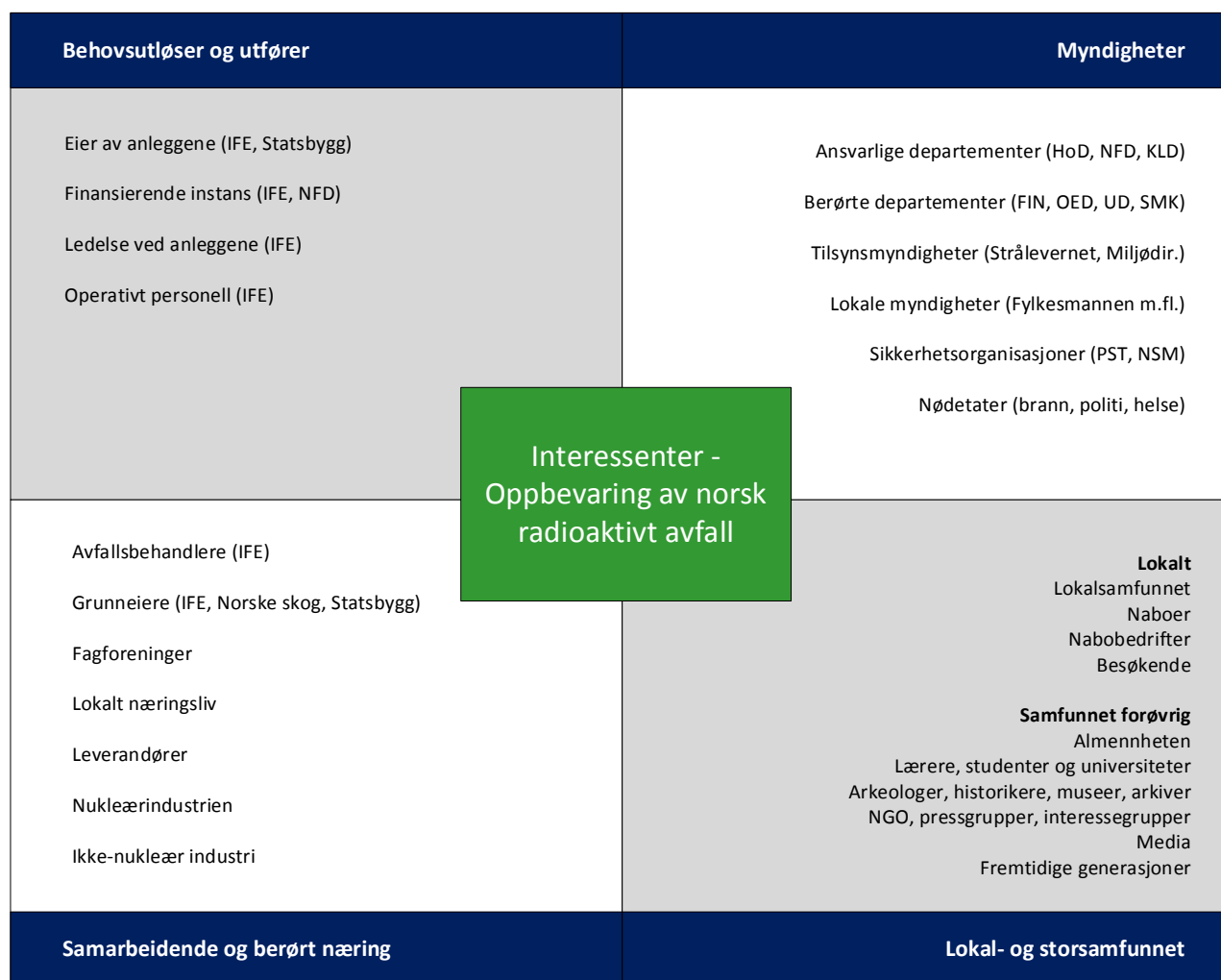
¹⁹ Med det prosjektutløsende behovet menes det samfunnsbehovet som utløser planlegging av tiltak til et bestemt tidspunkt» /D351/.

Samfunnsbehovet er utledet i dialog med NFD, og understøttes av et grunnleggende prinsipp 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 Identifiserte interessenter

Interessentanalysen er gjennomført med utgangspunkt i IAEAs rapport om håndtering av interessenter i dekommisjonering av nukleære anlegg /D137/. Men analysen er tilpasset formålet med denne KVV som skal dekke mulige løsninger for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall. Interessentgruppene er de samme, mens listen over «areas of concern» er tilpasset formålet og kun de områder som er relevant er inkludert.

I analysen er interessentene gruppert i fire hovedgrupper. Videre er hovedgruppene delt inn i interessentgrupper. Dette er grunnlag for interessentanalysen og skissert i Figur 3-1.



Figur 3-1 Interessentgrupper benyttet i interessentanalysen

Det vises til Vedlegg 11 Behovsanalysen for en presentasjon av de enkelte interessenter og en detaljert fremstilling av deres behov.

3.1.3 De viktigste behovene

Behovene for en forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall er primært knyttet til behov for tilstrekkelig kapasitet for de løsninger for oppbevaring som er nødvendige for ulike kategorier radioaktivt avfall, til beskyttelse mot radioaktiv stråling fra radioaktivt avfall for å minimere risiko knyttet til skadelige virkninger på menneskers helse og på miljøet, og videre at anleggene oppleves som trygge og sikre. Derfor er disse klassifisert som primære behov.

Ut over de primære behov er det identifisert behov som kan knyttes opp mot utforming av løsningene og gjennomføring av tiltaket. Med tiltaket menes her alle aktiviteter og etableringen av fysiske anlegg som en bestemt løsning for oppbevaring av radioaktivt avfall representerer. Et eksempel på utforming av løsningene er at disse skal være fleksible og ikke låse handlingsrommet i fremtiden. Eksempler på behov som er knyttet til gjennomføring (her tenkt på driftsfasen) er; Klarhet i organisering og ansvarsdeling, klarhet i finansiering og tilgang til rett kompetanse i tilstrekkelig omfang. Disse behovene er viktige fordi de bygger opp under de primære behovene. Det er videre fanget opp mulige behov som kan oppstå som følge av ringvirkninger som en etablering av tiltaket kan tenkes å gi.

I oversikten nedenfor er de identifiserte behovene presentert med en etterfølgende beskrivelse av samfunnsbehovet og øvrige primære behov.

Tabell 3-1 Oppsummering av behov knyttet til oppbevaring av norsk radioaktivt avfall

Nr.	Behov
<i>Samfunnsbehovet</i>	
SB	Forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall i et langsiktig perspektiv
<i>Primære behov avledet av samfunnsbehovet</i>	
B1	Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall
B2	Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser
B3	Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser
B4	Anleggene oppleves som trygge og sikre
B5	Anleggene og transport av radioaktivt materiale er forsvarlig sikret mot sabotasje, terror og tyveri
<i>Behov knyttet til utforming og gjennomføring av tiltaket</i>	
B6	Effektiv bruk av anlegg og arealer
B7	Klarhet i roller, ansvar og organisering
B8	Klarhet omkring finansiering
B9	Tilgang til riktig kompetanse og informasjon
B10	Etablere avtaler for behandling/lagring/deponering av brukt brensel
B11	Fleksibel løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden
B12	Anleggene og lagret avfall skal være tilgjengelig for inspeksjon
B13	Ivareta kvalitet på nærområder for rekreasjon, jakt og fiske og stedlig kulturell arv og historiske minnesmerker

Nr. Behov

Ringvirkninger

B14 Verdiskapning som følge av etablert løsning

B15 Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon

B16 Teknologisk kompetanseheving

Det er identifisert et behov for å redusere mengden radioaktivt avfall som genereres. Dette behovet er i Vedlegg 11 omtalt som B0. Dette er sett i sammenheng med og en del av behovet for å etablere nødvendig kapasitet for oppbevaring (B1), og vil være en viktig premisse for å dimensjonere kapasiteten. Behovet for å redusere mengden radioaktivt avfall som genereres vil kunne påvirke etterspørsel etter nødvendig kapasitet.

Det er gjennomført en kartlegging av hvor stor andel av de enkelte interessenter som kan identifiseres med de ulike behov, og det er sett på hvor mange «areas of concern» som de enkelte behov kan henføres til. Analysen viser at de primære behov kommer samlet sett ut som de behov som er identifisert hos flest interessenter og som kan knyttes opp mot de enkelte «areas of concern». Dette er også tilfellet dersom man ser på de fire hovedgruppene med interessenter, med unntak av gruppen «samarbeidende og berørt næring» der behov utløst av mulige ringvirkninger av tiltaket naturlig kommer høyt opp.

I etterfølgende kapitler er samfunnsbehovet og de øvrige primære behovene beskrevet med fokus på hva som bygger opp under behovene, og hva de ulike behovene er utledet fra når det gjelder de tre ulike tilnærmingene; interessentanalyse, normativ metode og etterspørselsbasert metode.

SB - Forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall i et langsiktig perspektiv

Dette er definert som samfunnsbehovet. Behovet for forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall er i utgangspunktet et behov alle i samfunnet har men som de færreste av oss har et forhold til. Den enkelte husholdning leverer inn kilder i form av for eksempel utgåtte røykvarslere, men behovet for en forsvarlig håndtering av dette avfallet oppleves for de fleste innbyggere som fjernt. Industrien, sykehus og Forsvaret leverer inn større mengder radioaktivt materiale og er gjennom den nye avfallsforskriften pålagt å deklare radioaktivt avfall. De er derfor i større grad involvert i prosessen med håndtering av denne type avfall. IFE står for radioaktivt avfall gjennom sin nukleære virksomhet som representerer den type avfall som utgjør den største strålingsrisikoen, og har behov for en forsvarlig løsning for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Kapasiteten til fasiliteter for oppbevaring av radioaktivt avfall bør være enkelt tilgjengelig, med tilstrekkelig kapasitet, i rett tid for å sikre uavbrutt drift av reaktorene i Halden og på Kjeller all den tid de innehar en konsesjon for drift av disse. Behovet har fremkommet gjennom normativ metode og er ytterligere styrket gjennom interessentanalysen. Rapporter fra flere hold som påpeker at tilstanden til deler av det lagrede brenselet ikke er tilfredsstillende er også medvirkende til å synliggjøre behovet for en forsvarlig oppbevaring av brukt brensel.

B1 – Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall

Det er behov for tilstrekkelig kapasitet for håndtering av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Kapasiteten må være på plass i rett tid der det tas hensyn til hvor lang tid prosesser for å få etablert løsningen vil ta. Med oppbevaring menes her enten lagring eller deponering eller begge deler. Med forsvarlig menes at sikkerheten for miljø og helse er ivarettatt til et samfunnsmessig akseptabelt nivå med de løsningene (fysiske anlegg, infrastruktur bemanning og kompetanse), samtidig som kostnadene for valgt løsning står i forhold til den samfunnsmessige nytten. Her legges ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prinsippet til grunn. Radioaktivt avfall omfatter alt deponeringspliktig radioaktivt avfall etter

avfallsforskriften. Unntaket for denne KVV er TENORM avfall fra olje- og gassvirksomhet der det er en etablert løsning som har tilstrekkelig kapasitet i analyseperioden.

Behovet for å redusere mengden av radioaktivt avfall som genereres er et behov som har fremkommet gjennom både interessentanalysen og ved bruk av normativ metode og vil være en viktig premissgiver for behovet for kapasitet for oppbevaring. Myndighetene representert ved ansvarlige departementer og finansierende instanser har behov for å få redusert omfanget av og kostnader til lagre og deponier for deponeringspliktig radioaktivt avfall. Tilsvarende behov vil også gjenspeiles i lokal- og storsamfunnet. Behovet er videre avledet fra IAEAs prinsipp 7 om kontroll av produksjon av radioaktivt avfall der det skal tilstrebes at det genereres så lite radioaktivt avfall som praktisk mulig.

B2 - Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser

Behovet for å beskytte menneskers helse ved at eksponering av radioaktiv stråling er på et nivå som er innenfor akseptable grenser gjelder både for grupper og enkeltpersoner. I vurderingen av risikonivå så er det både en vurdering av sannsynlighet for og konsekvens av stråling, og å finne tiltak som kan redusere enten sannsynlighet eller konsekvens eller begge deler. Behovet gjelder for et bredt spekter av grupper - for de som jobber på anleggene og har ansvaret for disse (ledelse og eiere), for naboer og lokalbefolkningen, og for samfunnet generelt – både for nålevende og for fremtidige generasjoner. Behovet er dekket gjennom norsk lovverk og gjennom IAEAs anbefalinger. Trygghet ved anlegg og i nabolaget er trukket frem av mange interessenter gjennom innspillene til analysen.

Behovet har fremkommet gjennom normativ metode, men er et behov som også vil være representert i alle interessentgrupper og er derfor et sentralt tema som er regulert i lov og forskrift.

B3 - Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser

Behovet dekker utslipp og konsekvenser for miljø ved en etablering av et nytt anlegg eller ved fortsatt bruk av et eksisterende anlegg for oppbevaring av radioaktivt materiale, både på kort sikt og i fremtiden. IAEA-prinsipper som ligger til grunn er ingen skadelige utslipp til luft, vann eller jord, preservasjon av habitat for flora og fauna, bevare bio-mangfold (rødlistearter osv.). Det dekker eventuelle utslipp fra områdene fra eksisterende og nye anlegg, men også miljømessig håndtering av materialer fra en mulig dekommisjonering. Det siste er dekket spesielt i KVV for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge. Behovet fremkommer gjennom norsk lovverk og gjennom IAEAs anbefalinger, og er relevant for mange interessentgrupper.

Behovet har fremkommet gjennom normativ metode, men er et behov som også vil være representert i alle interessentgrupper og er derfor et sentralt tema som er regulert i lov og forskrift.

B4 - Anleggene oppleves som trygge og sikre

Behovet omhandler det psykologiske perspektivet omkring trygghet og sikkerhet. Det er en forutsetning at anleggene reelt er sikre, men i tillegg bør det ikke være ubegrunnet opplevet 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. 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 for og verdi av arealene.

Behovet har fremkommet gjennom interessentanalysen, men er også et sentralt tema i IAEA i deres guidelines for behandling av interessenter /D136, D137/.

Behov som kan henføres til utforming eller gjennomføring av tiltaket og til ringvirkninger av tiltaket er drøftet i kapittel 6.

3.2 Mål

Hensikten med å formulere mål er i forkant å presisere hva man vil oppnå, og i etterkant å kunne kontrollere i hvilken grad en har greid det. Samfunnsmål er et uttrykk for den nytte eller verdiskaping som tiltaket skal føre til for samfunnet og effektmålene fokuserer på effekter for brukerne av tiltaket, og underbygger hver for seg samfunnsmålet. Mål skal uttrykke en ønsket tilstand eller resultat og ikke prosessen som fører frem til en slutttilstand. Formuleringer av samfunnsmål og effektmål skal bygge på identifiserte behov.

3.2.1 Samfunnsmål

Samfunnsmålet fokuserer på konsekvenser for eierne, som for dette prosjektet er Staten representert ved Nærings- og fiskeridepartementet. Samfunnsmålet skal ikke være mer generelt enn at realiseringen til en viss grad kan tilbakeføres til prosjektet. Samtidig skal det være tilstrekkelig overordnet til at det gir en god begrunnelse for tiltaket og rom for vurdering av alternative konsepter. Vi har valgt å formulere samfunnsmålet som en direkte avledning av samfunnsbehovet:

Forsvarlig oppbevaring av brukt brensel og annet norsk radioaktivt avfall i et langsiktig perspektiv.

Med *forsvarlig* menes en løsning som oppfyller alle nødvendige krav som må stilles for å unngå skader på mennesker og miljø, og som minimum oppfyller krav som følger av gjeldende lover, forskrifter og internasjonale avtaler og konvensjoner som er gjort gjeldende og som Norge har ratifisert. Blant slike mulige løsninger balanseres det mellom valgt sikkerhetsnivå for løsningen og samfunnsøkonomi.

Analyseperioden for denne KVV er 100 år, men løsningen som velges må muliggjøre en videre forsvarlig oppbevaring i et langsiktig perspektiv.

3.2.2 Effektmål

Primærbrukerne av tiltaket vil være de som leverer radioaktivt avfall som skal oppbevares. Dette vil omfatte kun IFE når det gjelder brukt brensel ved en videreføring av dagens aktører innen det nukleære området, og løsninger knyttet til dette. Men det omfatter også hele samfunnet for øvrig når det gjelder oppbevaringsløsninger for annet radioaktivt avfall.

Det er definert fire effektmål for en løsning for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall i prioritert rekkefølge, basert på rangering fra behovsanalysen.

«Anleggene for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall ...

1. ...har tilstrekkelig kapasitet til å oppbevare brukt brensel og annet radioaktivt avfall på en forsvarlig måte
2. ...gir ikke skadelige strålingsvirkninger på menneskers helse.
3. ...gir ingen skadelige virkninger på miljøet.
4. ...oppleves som sikre og trygge så kvaliteten på nærområdene ikke påvirkes negativt av anleggene.»

Med skadelige strålingsvirkninger i effektmål 2 menes i denne sammenhengen stråling ut over bakgrunnsstrålingen.

Tabell 3-2 viser sammenhengen mellom mål og identifiserte behov. Prioriteringen av målene er konsistent med det som ligger i samfunnsbehovet og overordnet samfunnsmål.

Tabell 3-2 Samfunnsmål og effektmål – målhierarki

ID	Mål	Måleindikator	Relaterte behov
Samfunnsmål			
<i>S1</i>	<i>Forsvarlig oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt norsk avfall i et langsiktig perspektiv.</i>	Se E1, 2, 3, 4.	Samfunnsbehovet
Effektmål			
<i>E1</i>	<i>Anleggene for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall har tilstrekkelig kapasitet til å oppbevare brukt brensel og annet radioaktivt avfall på en forsvarlig måte.</i>	Ingen uønsket stop av reaktor-driften pga. kapasitetsbegrensninger	B1 Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig oppbevaring av radioaktiv avfall B9 Fleksibel og sikker løsning som sikrer effektiv bruk av anlegg og arealer over tid.
<i>E2</i>	Anleggene for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall gir ikke skadelige strålingsvirkninger på menneskers helse.	Stråling utover fastsatte krav gitt i konsesjonsvilkår.	B2 Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse
<i>E3</i>	Anleggene for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall gir ingen skadelige virkninger på miljøet.	Utslipp til vann, jord og luft.	B3 Forhindre skadelige virkninger på miljøet
<i>E4</i>	Anleggene for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall oppleves som sikre og trygge så kvaliteten på nærområdene ikke påvirkes negativt av anleggene.	Bruk av arealene, boligpriser på nabotomter.	B4 Anleggene oppleves som trygge og sikre. B7 Anleggene og transport av radioaktivt materiale skal være forsvarlig sikret

Oppfyllelse av målene i etterkant kan verifiseres gjennom å se om kapasiteten som løsningene er dimensjonert til å ha er tilstrekkelig ut fra faktisk behovsutvikling over tid, måle strålingsnivå i 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 måles gjennom spørreundersøkelser og derigjennom å måle effekten av det informasjonsarbeid som anleggseiere og nukleærindustrien har lokalt for å sikre nødvendig tillitt. En annen indikator for å kunne måle opplevd trygghet vil kunne være internalisert i utviklingen i boligpriser og priser på eiendom sammenlignet med andre sammenlignbare geografiske områder.

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. Videre er kravene inndelt i skal-krav som er absolutte, og bør-krav.

Kravene som fremkommer i dette kapittelet er basert på behov og mål.

Tabell 3-3 viser sammenhengen mellom behov, mål og krav.

Tabell 3-3 Krav utledet av behov

Krav	Utdypning av kravene:	Behov og mål som kravet er utledet fra:
<i>K1 - Risikonivåer for skadelige virkninger på menneskers helse skal være innenfor akseptable grenser.</i>	Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og regler. Minimere eksponering til radiologisk stråling: Ingen helseskadelige effekter på tredjepart, ingen helseskadelige effekter på ansatte. Benytte anerkjent og velprøvd teknologi. Styringssystem inkludert safety management. Helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer. Beredskap mot uhell og hendelser under bygging og i en driftsfase.	B2 - Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse, nå og i fremtiden. E1 - Anleggene for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere brukt brensel og annet radioaktivt avfall på en forsvarlig måte. B12 - Anleggene og lagret avfallet skal være tilgjengelig for inspeksjon
<i>K2 – Løsningen skal gi akseptabel sikkerhet mot tyveri eller uønsket inntrenging.</i>	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging, sikre potensielt farlig materiale. Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og forskrift.	B7 - Anleggene og transport av radioaktivt materiale skal være forsvarlig sikret B12 - Anleggene og lagret avfallet skal være tilgjengelig for inspeksjon
<i>K3 - Risikonivåer for skadelige virkninger på miljøet skal være innenfor akseptable grenser.</i>	Ingen utslipp til luft, vann eller jord overstiger grenseverdier i 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).	B3 - Forhindre skadelige virkninger på miljøet nå og i fremtiden. E3 - Anleggene for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall gir ingen skadelige virkninger på miljøet.
<i>K4 - Anleggene bør oppleves som trygge og sikre.</i>	Opplevd trygghet kan påvirkes av visuell forurensning, lydforurensning og trafikkbelastning under bygging og under drift. God kommunikasjon og åpenhet.	B4 - Anleggene oppleves som trygge og sikre. E4 - Anleggene for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall oppleves som sikre og trygge så kvaliteten på nærområdene ikke påvirkes negativt av anleggene.

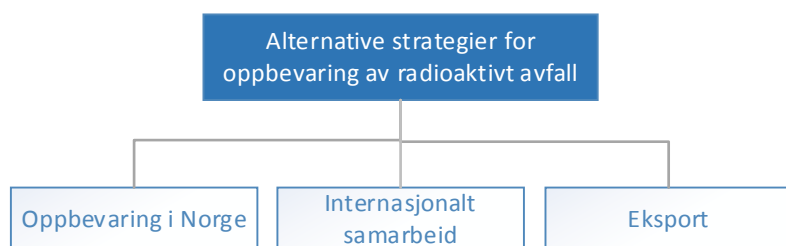
K1, K2 og K3 er knyttet til oppfyllelse av samfunns målet «Forsvarlig oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt norsk avfall i et langsiktig perspektiv». Derfor er disse definert som absolutte krav gitt at «akseptable grenser» er definert som dagens lovverk.

K4 er definert som et bør-krav da dette handler mye om å få til tilstrekkelig god informasjon om risiko knyttet til anleggene slik at opplevd risiko er mer i tråd med den reelle risiko.

4 MULIGHETSSTUDIEN

I mulighetsstudien er det sett på mulige strategier for en forsvarlig oppbevaring av norsk radioaktivt avfall. Mulige løsningsalternativer er definert på et konseptuelt nivå. Med et konseptuelt nivå menes prinsippløsninger som ivaretar et sett av definerte behov og overordnede krav. Det innebærer at det er de økonomiske og samfunnsmessige virkningene som skal være det sentrale i konseptutviklingen, og ikke de tekniske aspektene ved konseptene. Detaljeringen skal være på et nivå som er nødvendig for å kunne rangere alternativene.

På et konseptuelt nivå er det i prinsippet tre mulige strategier for oppbevaring av radioaktivt avfall. Den første er et nasjonalt løp med sikte på å finne oppbevaringsløsninger for radioaktivt avfall i Norge. Den andre er å finne løsninger for oppbevaring gjennom internasjonalt samarbeid, og den siste er eksport av radioaktivt avfall til utlandet gjennom kjøp av tjenester. Mulige strategier er skissert i Figur 4-1.



Figur 4-1 Strategier for oppbevaring av radioaktivt avfall

Videre er det definert to konseptuelle forskjeller mellom type oppbevaringsløsning for radioaktivt avfall. Det ene er *lagring* av radioaktivt avfall, mens den andre er *deponering* av avfallet. Forskjellen mellom deponi og lager er definert ved at et *lager* er en løsning som vil kreve kontinuerlig overvåkning, mens et *deponi* regnes som en permanent løsning som ikke vil være avhengig av institusjonell kontroll etter at det er stengt og forseglet /D046, D047/.

Det stilles ulike krav til oppbevaring av radioaktivt avfall avhengig av type avfall²⁰. Det er f.eks. helt andre krav til et anlegg for deponering av brukt brensel enn for radioaktivt avfall av typen som kan deponeres i Himdalen. Av den grunn er det derfor hensiktsmessig å vurdere løsningskonseppter for hver av de tre definerte avfallskategoriene (jf. Tabell 2-1 på side 1-8). I det følgende gjennomgås derfor mulige løsninger for hver av de ulike avfallskategoriene. Det er også sett på mulighet for å samlokalisere anlegg for lagring og/eller deponering av avfallet. Dette er presentert nærmere i kapittel 4.4.

4.1 Mulige løsninger for oppbevaring av brukt brensel

I dag lagres brukt brensel på Kjeller og i Halden. Per juni 2014 utgjorde dette ca. 16,4 tonn, hvorav i størrelsesorden 11,5 tonn er ustabil (dårlig lagringsbestandighet)²¹. Det ustabile brukte brenselet er det ikke mulig å deponere etter dagens teknologiske løsninger. Den resterende mengde av brukt brensel (4,8 tonn) er stabil, og vil kunne direkte deponeres²².

En viktig del av denne KVVU er å vurdere mulige oppbevaringsløsninger for brukt brensel. Som nevnt innledningsvis er det tre mulige strategier for oppbevaring av radioaktivt avfall. I dette avsnittet presenteres hver av strategiene for brukt brensel.

²⁰ For nærmere beskrivelse av mengder og type avfall i Norge vises til kapittel 2 og Vedlegg 1.

²¹ Se kapittel 2.4.1 om brukt brensel og vedlegg 7

²² Direkte deponering innebærer å deponere det brukte brenselet i samme fysiske og kjemiske form som det var ved uttak fra reaktoren. Se Vedlegg 7 for detaljer.

4.1.1 Strategi for oppbevaring av brukt brensel i Norge

En mulig strategi for oppbevaring av brukt brensel er oppbevaring i Norge. Innenfor en slik strategi er det to mulige konseptuelle løsninger. Dette er en lagerløsning og en deponiløsning, jf. Figur 4-2.



Figur 4-2 Strategier for oppbevaring av brukt brensel i Norge

En lagerløsning innebærer langtidslagring av brukt brensel. Innenfor lagerløsningen er det to hovedløsninger. Det ene er å fortsette som i dag med lagring på både Kjeller og i Halden (Referansealternativet), mens det andre alternativet er å etablere en ny lagerløsning hvor alt brukt brensel samlagres på én lokasjon.

IAEA anbefaler imidlertid at brukt brensel bør deponeres. I EU-direktiv 2011/70/EURATOM /D407/ anbefales det også at det, som en del av de enkelte medlemslands nasjonale program, beskrives en tenkt løsning for hvordan brukt brensel skal kunne deponeres. Nederland er et eksempel på en nasjon som har valgt å utsette etableringen av et deponi. De har valgt en strategi der de ønsker å lagre brukt brensel i 100 år før en deponering. Argumentet for å utsette etableringen av et deponi er å samle tilstrekkelig mengde brukt brensel til at det vil være regningssvarende å bygge deponiet. Planene til Nederland innen det nukleære området er beskrevet i deres landrapport til IAEA "*Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management*" /D436/.

Norge leverer også landrapporter til Joint Convention innen samme område, men er ikke med i EURATOM samarbeidet. Av den grunn er Norge heller ikke underlagt nevnte EU-direktiv. EU-direktivet gir imidlertid en tydelig retning og innhold for en nasjonal strategi for hvordan radioaktivt avfall skal oppbevares i et helt livsløp. I Norge eksisterer det ingen tilsvarende strategi. I Norges landrapport /D385/ er det ikke beskrevet noen strategi for hvordan brukt brensel skal oppbevares videre i fremtiden annet enn at det vises til arbeidet med denne KVVU.

Den andre strategiske løsningen for oppbevaring av brukt brensel i Norge er en deponiløsning. Det innebærer at norsk brukt brensel deponeres i Norge. Internasjonalt er det ingen nasjoner som per dags dato har ferdigstilt et deponi for brukt brensel. Finland har planer om å iverksette bygging av et deponi for sitt brukte brensel, og Sverige er også langt på vei ferdig å utrede et deponi for sitt brukte brensel. Utredning av et slikt deponi er svært omfattende, og antas å kreve 20-30 år ved en etablering i Norge der tidsbesparelser er lagt inn som et resultat av mulig erfaringsoverføring fra nevnte to land.

Som nevnt i kapittel 2.4.1 (og mer detaljert beskrevet i Vedlegg 7) har Norge ustabilt brukt brensel som det per i dag ikke finnes noen teknisk løsning å direkte deponere (jf. Vedlegg 2). Mengden av ustabilt brukt brensel utgjør i størrelsesorden 3/4 av den samlede mengde brukt brensel. KVVU gruppen har derfor definert to ulike strategier for en deponiløsning.

Det ene er at man fra norsk side igangsetter et forskningsprogram for å finne en løsning for *direkte deponering* av det ustabile brukte brenselet i Norge. Det stor usikkerhet både om det lar seg gjøre, og hvor lang tid det vil ta før en evt. vil finne en slik løsning. Et slikt løp har betydelig usikkerhet både med hensyn til kost og tid, men også om hvorvidt man vil lykkes med å finne en løsning. Norge besitter ikke

kompetanse av betydning innen forskning og utvikling av deponiløsning for denne type brukt brensel. KVVU-gruppen anser et internasjonalt samarbeid for å få til en slik løsning å være nødvendig. Det er etter KVVU-gruppens vurdering stor usikkerhet knyttet til om et samarbeid med andre land er mulig på dette feltet med utgangspunkt i hva Norge kan bidra med innen denne type forskning og utvikling og ut fra hvilke nasjoner som har tilsvarende type ustabilisert brukt brensel. Etter det KVVU-gruppen kjenner til er det kun USA, Russland og UK som har metallisk brukt brensel lagret.

Den andre deponiløsningen er at det ustabile brukte brenselet stabiliseres slik at det kan deponeres. Her er det flere muligheter, men kun én form for behandling av brukt brensel er per i dag kommersielt tilgjengelig og det er reprosessering. For mer nærmere beskrivelse av mulige teknologier for stabilisering og behandling, se Vedlegg 2 og Vedlegg 7 .

4.1.2 Internasjonalt samarbeid for oppbevaring av brukt brensel

Dette er en strategi hvor Norge går inn i et samarbeid med andre nasjoner for å finne en felles løsning og lokasjon for oppbevaring av brukt brensel. Med et internasjonalt samarbeid vil det være naturlig med et samarbeid innenfor Europa og med land som er i en situasjon som Norge med forskningsreaktorer og har likheter i type brukt brensel som Norge. Dette kan omfatte nasjoner som eksempelvis Østerrike og Danmark. Ved et internasjonalt samarbeid vil kostnadene ved utredning, bygging og drift av anlegget kunne deles med flere nasjoner.

I prinsippet er det to muligheter for et slikt samarbeid. Det ene er å finne en felles lagerløsning, mens det andre er å finne en felles deponiløsning, jf. Figur 4-3.



Figur 4-3 Strategier for internasjonalt samarbeid

Et internasjonalt samarbeid om en lagerløsning for oppbevaring av brukt brensel anses av KVVU-gruppen som lite realistisk. En slik løsning antas ikke som særlig kostnadsbesparende, og det lar seg relativt enkelt løse på egenhånd i Norge.

IAEA oppfordrer medlemsland med begrensede mengder brukt brensel om å gå sammen for å finne felles løsninger for deponi, noe også EU-direktivet 2011/70/EURATOM /D407/ og ERDO (European Repository Development Organization) working group /D411/ oppfordrer til.

Målet er å finne en teknisk løsning og lokasjon for felles deponi i et av samarbeidslandene der også Norge vil kunne være et aktuelt vertsland²³. Ved en etablering i Norge vil det være inntekter fra andre nasjoner som deponerer sitt brukte brensel i anlegget. Tilsvarende vil Norge måtte betale for deponering av norsk brukt brensel ved etablering av deponiet i et annet land.

Det må forventes at den politiske prosessen med å kunne komme til enighet om en slik løsning kan ta svært lang tid («flere tiår») jf. /D260/. Det vil også være en risiko for ikke å komme frem til en felles

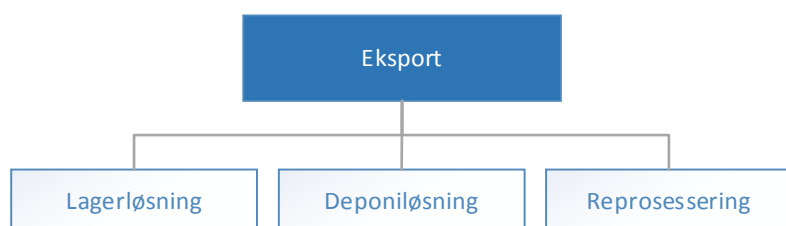
²³ Eksempelvis har eiere av deponiet for TENORM i Sløvåg en søknad til behandling hos Strålevernet om å utvide kapasiteten av anlegget for også å kunne ta imot avfall fra andre nasjoner.

løsning. Av den grunn oppfordrer også ERDO working group /D411/ at arbeidet med å finne en deponiløsning internasjonalt gjennomføres i parallell med å finne en nasjonal løsning.

Det vurderes også som lite realistisk å få i stand et samarbeid med europeiske land om å finne en deponiløsning så lenge Norge har *ustabilt brukt brensel*. Det eneste scenario hvor et samarbeid synes aktuelt er om Norge stabiliserer det ustabile brukte brenselet, og er en løsning som er vurdert videre i alternativanalysen.

4.1.3 Eksport av brukt brensel

Dette er en strategi der norske myndigheter fremforhandler en avtale der brukt brensel kan eksporteres til andre land gjennom kjøp av tjenester. Figur 4-4 viser de tre mulighetene som er vurdert:



Figur 4-4 Strategier for eksport av brukt brensel

En mulig løsning er at Norge kjøper plass i et lager (lagerløsning) eller i et deponi for brukt brensel (deponiløsning) i et annet land. Tilsvarende som for internasjonalt samarbeid (jf. kapittel 4.3) anses ikke disse løsningene som særlig realistiske så lenge Norge har det ustabile brukte brenselet og innen EU er det også lagt strenge begrensninger på eksport /D407/.

Et unntak er dersom det er mulig for norske myndigheter til å få til en avtale om retur av det ustabile brukte brenselet til USA som en del av returprogrammet for brukt brensel fra forskningsvirksomhet, eller utenom dette programmet. Alle europeiske land med unntak av Norge har hatt returavtaler med Russland eller USA for retur av brukt brensel anvendt i forskningsreaktorer, da disse har vært opprinnelsesland for denne type brensel. IFE var i 2009 i kontakt med myndighetene i USA (Department of Energy), men svaret fra amerikanske myndigheter var at de ikke ville motta brenselet grunnet flere forhold /D206/. Strålevernet bekrefter at de er i kontakt med myndighetene i USA om retur av en mindre mengde høyanriket uran, men dette er imidlertid ikke brukt brensel /D456/. KVVU-gruppen har ikke informasjon som tilsier at muligheten for retur av brukt brensel er annerledes i dag enn det den var i 2009. Det anbefales imidlertid at dette forsøkes på nytt i en forprosjektfase. Se kapittel 6.2.1 for en beskrivelse av slik aktivitet.

Selv for det stabile brukte brenselet er det ikke vurdert som realistisk å kunne få lagret eller deponert dette hos en annen nasjon uten gjennom et samarbeid om en felles deponiløsning. Dette skyldes dels at dette er i motstrid med internasjonale konvensjoner (IAEA) der det står at hver nasjon skal ta hånd om sitt eget avfall og at dette skal deponeres i det land der dette er brukt. Dette prinsippet også er innarbeidet i EU-direktiver (EURATOM) og i de enkelte lands lovverk. Eksempelvis har Sverige i sin Kjernekraftslov et forbud mot å importere brukt brensel fra andre nasjoner, og dette forbudet ligger også til grunn i avtaler som er inngått mellom eier av anlegget (SKB) og vertskommunen Forsmark om et deponi for brukt brensel. Dersom lovverket i Sverige eller Finland skulle ha tillatt å ta imot brensel fra andre land ville det likevel ikke være teknisk mulig å deponere det norske ustabile brukte brenselet (som utgjør i størrelsesorden 75 % av den totale mengde brukt brensel) i deponiene som skal bygges i Sverige og Finland.

En tredje mulighet er å sende alt brukt brensel til reprosessering. Dette er en tjeneste som er kommersielt tilgjengelig i dag, og som innebærer at Norge kan eksportere brukt brensel. Reprosessering som metode beskrives kort nedenfor, mens det i Vedlegg 7 gis en mer detaljert beskrivelse av teknologien, risikoer forbundet med reprosessering, og sentrale innvendinger mot denne tjenesten.

Ved en reprosessering utvinnes uran og plutonium fra brukt brensel slik at dette kan gjenbrukes i MOX-brensel²⁴ til drift av kjernekraftreaktorer. I tillegg til utvinning av uran og plutonium frigjøres andre fisjonsprodukter i prosessen. Disse blandes med smeltet glass og danner en fast og meget stabil form som er egnet for langtids lagring eller deponering, kalt vitrifisert avfall /D049/. Dette er høyaktivt avfall som må lagres eller deponeres, selv om strålingen fra dette avfallet er redusert med en faktor 10 sammenlignet med brukt brensel /D253/. Reprosessering utføres i Frankrike, India, Japan, Russland og Storbritannia, men kun Frankrike og Russland tilbyr i dag dette som en kommersiell tjeneste /D049/.

Dersom alt det norske brukte brenselet sendes til utlandet for reprosessering vil dette medføre i underkant av 100 kg vitrifisert avfall, samt noe kapslingsmateriale og prosessavfall. Ved reprosessering i Frankrike må det vitrifiserte avfallet ifølge fransk lov returneres tilbake til opprinnelsesnasjon, mens det russiske anlegget kan ta hånd om også dette i tillegg til uran og plutonium (jf. Vedlegg 2 og rapport fra Teknisk utvalg /D049/).

Reprosessering av alt brukt brensel betyr derfor at Norge ikke vil ha brukt brensel igjen. Derimot vil det være igjen en begrenset mengde med vitrifisert avfall som det må finnes en oppbevaringsløsning for i Norge i form av lagring eller deponering.

4.2 Mulige løsninger for annet radioaktivt avfall som kan deponeres i Himdalen (LILW)

Dette er hovedsakelig kortlivet mellom- og lavaktivt avfall. Denne type radioaktivt avfall deponeres i dag ved anlegget KLDRA Himdalen. Anlegget mottar også begrensede mengder lavaktivt avfall som kan inneholde små mengder av langlivede isotoper, men dette avfallet utgjør en langt mindre strålingsrisiko enn f.eks. brukt brensel.

KVU-gruppen finner det rimelig å anta at Norge følger dagens strategi for oppbevaring av dette avfallet, som er deponering /D338/ og andre muligheter enn dagens løsning, som er deponering i Norge, er derfor ikke analysert videre for denne kategorien av radioaktivt avfall.

Det å utvide KLDRA Himdalen eller å bygge et nytt deponi på annen lokasjon er å anse som konseptuelt like og kun varianter innenfor samme konsept.

4.3 Mulige løsninger for annet radioaktivt avfall som ikke kan deponeres i Himdalen (LL-ILW)

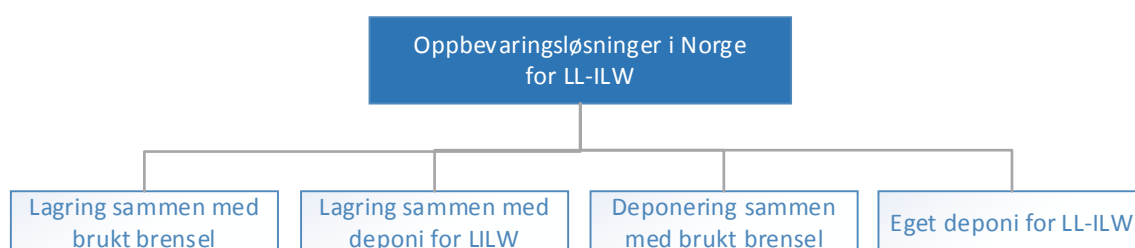
Som vist i Tabell 2-4 i kapittel 2.4.2 har Norge avfall som ikke er brukt brensel, men som etter dagens konsesjonskrav heller ikke er mulig å deponere i KLDRA Himdalen. Totalt utgjør dette 166 tønner med plutoniumholdig avfall som er plassert i lagerhall i Himdalen, uran plassert i Lagerbygg I på Kjeller i form av ikke-bestrålt materiale fra uranrenseanlegget (1,2 tonn), samt anriket og naturlig uran som er overskuddsmateriale fra brenselproduksjon (ca. 2,7 tonn). For sistnevnte gruppe har IFE nylig inngått

²⁴ MOX står for «Mixed Oxide» brensel, og består av UO₂ og PuO₂. Brukt brensel består av ca. 96% «ubrukt» U, 3% fisjonsprodukter og 1% Pu + andre likende elementer, for eks Am. Reprosessering var opprinnelig gjort for å gjenvinne Pu for bruk i våpen, men er nå gjort i bl.a. La Hague for å gjenvinne Pu for bruk i MOX brensel til sivile kjernekraftanlegg, da man i Frankrike definerer Pu som en ressurs og ikke som avfall /D440/.

en avtale med et mottak i UK for å få prosessert²⁵ dette. Denne gruppen vil dermed ikke utgjøre en del av det norske radioaktive avfallet. I tillegg vil det, dersom det treffes en beslutning om å reprocessere brukt brensel, som nevnt komme høyaktivt vitrifisert avfall samt noe kapslingsmateriale og prosessavfall i retur og som vil inngå i denne gruppen avfall.

I dag oppbevares denne gruppen avfall dels ved samlokalisering med deponi for lav og mellomaktivt avfall ved KLDRA Himdalen, men i hovedsak i lagerbygg I på Kjeller.

I Figur 4-5 er det skissert fire muligheter for oppbevaring av dette avfallet i Norge. Det er to ulike muligheter for lagring; lagring sammen med brukt brensel, og lagring sammen med lav og mellomaktivt avfall i et nytt deponi (som ved KLDRA Himdalen i dag). Det er videre to ulike muligheter for deponering; deponering i deponi sammen med brukt brensel, og eget deponi for denne typen avfall.



Figur 4-5 Mulige oppbevaringsløsninger for LL-ILW

Valg av løsning for denne type avfall avhenger av hvilken løsning som velges for brukt brensel. Dersom det besluttes at brukt brensel skal oppbevares i Norge bør avfall av typen LL-ILW oppbevares sammen med brukt brensel. Skulle en imidlertid velge å reprocessere alt brukt brensel, vil det være gevinster med å samlokalisere et lager for denne kategori avfall (LL-ILW) med et nytt deponi for lavt og mellomaktivt avfall (LILW) ved å etablere en ekstra fjellhall som kan benyttes som lager.

Et annet alternativ er at denne type avfall kan deponeres i dype borehull uavhengig av lokalisering av de øvrige kategorier av avfall. Dette betinger at teknologien er tilstrekkelig utviklet og utprøvd, og kan gjennomføres innenfor et akseptabelt risiko- og prisnivå.

4.4 Muligheter for samlokalisering av radioaktivt avfall i Norge

Ved valg av strategi for oppbevaring av radioaktivt avfall bør alle typer avfall ses i sammenheng. Dette henger sammen med at det kan være driftsmessige fordeler og en mulighet for å redusere kostnader ved å etablere løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall på samme lokasjon. Som nevnt vil type avfall som skal oppbevares påvirke utformingen av en oppbevaringsløsning ut fra krav til skjerming mot stråling og til «safeguards» (sikring mot uautorisert tilgang til avfallet), og her vil den type avfall som krever høyest grad av sikring være styrende for et felles anlegg.

Det å bygge et felles anlegg for alt radioaktivt avfall kan gi kostnadmessige gevinster – både i form av reduserte investeringskostnader, og kostnader til drift ved mulighet for felles administrasjon, vakt og fysisk sikring for et felles anlegg. I tillegg kan det gi en ekstra besparelse for samfunnet ved at færre området berøres.

²⁵Prosessering her menes bare at knuste brenselspellet løses opp og uranet oksideres (fra UO₂ til U₂O₃). Gjennom denne prosessen reverserer man sintringsprosessen man bruker når man produserer pellet slik at uranet igjen er i en pulverform klart til produksjon av nye pellet. Prosessen er relativt enkel, den stråler lite og gir ikke noen vesentlige utslipp eller avfallsstrømmer /D440/

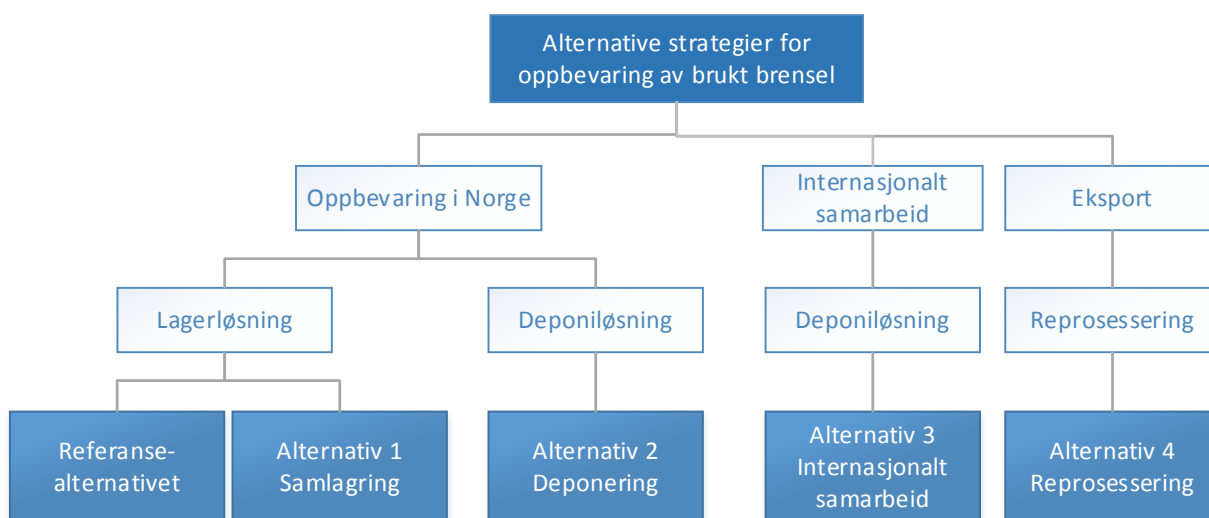
Dersom norske myndigheter velger å langtidslagre brukt brensel vil en samlokalisering av alt radioaktivt avfall kunne være en mulighet ved et kombinert deponi for LILW og lagring av LL-ILW og brukt brensel. Dette vil kunne være en løsning som er tilsvarende løsningen for KLDRA Himdalen med unntak av at brukt brensel og alt LL-ILW også skal lagres der.

Ved valg av en deponiløsning for brukt brensel og LL-ILW i Norge vil det være et behov for et mellomlager for brukt brensel og LL-ILW i påvente av at deponiet står klart til bruk. Dersom det velges en løsning for mellomlagring av brukt brensel i et fjellanlegg vil dette kunne kombineres med et kombinert lager og deponi tilsvarende som for KLDRA Himdalen. Etter overføring av brukt brensel og LL-ILW til deponiet, vil lagerdelen kunne omgjøres til et deponi for LILW.

KVU-gruppen har valgt ikke å definere dette som et eget alternativ. En strategi for brukt brensel vil være styrende for valg av helhetlig strategi for radioaktivt avfall. Det er derfor valgt kun å se på strategier for brukt brensel i alternativanalysen. Men det er viktig at man i den videre planleggingen ser alt radioaktivt avfall under ett for å kunne vurdere mulighet for samlokalisering.

4.5 Alternativer til videre analyse

Som beskrevet i kapittel 4.4 er det i alternativanalysen valgt å se på alternative strategier for oppbevaring av brukt brensel. Alternativene som går videre til alternativanalysen er som vist i Figur 4-6.



Figur 4-6 Alternative strategier til videre analyse

Alternativene som er valgt videreført til alternativanalysen er kort beskrevet i etterfølgende kapitler. I Vedlegg 9 er det gitt en mer detaljert beskrivelse av alternativene.

4.5.1 Referansealternativet: Fortsatt lagring på dagens lokasjoner

Referansealternativet innebærer at brukt brensel oppbevares på samme lokasjoner som i dag og det er på Kjeller og i Halden. Det legges til grunn gjenbruk av eksisterende lagre så langt dette er forsvarlig ut fra krav som stilles til denne type anlegg, og med en utvidelse av lagerkapasiteten når dette blir nødvendig for å opprettholde drift av reaktorene. Nødvendig kapasitet for oppbevaring av brukt brensel vil være avhengig av hvor lenge det vil være reaktordrift.

En viktig problemstilling er knyttet til oppbevaring av brukt brensel med dårlig lagringsbestandighet. Dette er nærmere omtalt i Vedlegg 2 og i Vedlegg 7. Dette brukte brenselet er lagret i JEEP 1 Stavbrønn på Kjeller og i tørrlageret i bunkerbygningen i Halden. Det er ikke tatt en endelig beslutning for hva som bør gjøres med det ustabile brukte brenselet. *Referansealternativet innebærer derfor at man ikke stabiliserer det ustabile brukte brenselet.*

Det er imidlertid en risiko forbundet med å fortsette å ha avfallet i dagens lagre i en periode som tilsvarer en analyseperiode på 100 år. KVVU-gruppen har derfor lagt til grunn i Referansealternativet at lagrene for ustabil brukt brensel erstattes med nye lagre som bygges ved reaktorene både i Halden og på Kjeller. Det ustabile brukte brenselet flyttes over i nye beholdere (transportable casks) for å øke sikkerheten for lagring av dette brenselet og lagres i de nye lagrene. Dette er vurdert som den mest realistiske løsningen dersom reprosessering av det ustabile brukte brenselet ikke velges. Brukt brensel vil da lagres på Kjeller og i Halden. Se Vedlegg 9 for en begrunnelse for valg av investeringer i Referansealternativet, og en nærmere beskrivelse av Referansealternativet.

4.5.2 Alternativ 1: Samlagring i Norge

I dette alternativet er det lagt til grunn at det etableres en ny lagerløsning hvor alt brukt brensel samles på én lokasjon. Det er ikke lagt inn kostnader for reprosessering av det ustabile brukte brenselet i dette alternativet. Alternativet innebærer dermed at det ustabile brukte brenselet flyttes til nye beholdere som for Referansealternativet og til nytt lager. Dette er tiltak som anses som nødvendige for å sikre gode lagringsforhold og bedre muligheter for overvåkning av det brukte brenselet.

Det er i denne KVUen ikke lagt vekt på å vurdere egnet lokasjon for en ny lagerløsning. Det er i hovedsak lagt til grunn at en ny lagerløsning etableres på ny lokasjon (alternativ 1a), men det er også gjort en vurdering om det kan være kostnadssparende å etablere en samlet lagerløsning i Halden eller på Kjeller. Det er dermed vurdert tre muligheter for samlokalisering av et nytt lager for alt brukt brensel.

Alternativ 1a) Samlagring på ny lokasjon

Alt brukt brensel flyttes til nytt lager på ny lokasjon. Det er lagt til grunn at lagret etableres som et fjellanlegg i et område med lav befolkningstetthet. Det er ikke tatt stilling til lokasjon for dette lageret, men forslag til videre prosess for å finne egnede lokaliseringer er omtalt i kapittel 6.3.5.

Alternativ 1b) Samlagring i Halden

Det etableres en lagerløsning for alt brukt brensel på IFEs område i Halden. Det er lagt til grunn gjenbruk av HBWR-våtlageret i bunkerbygningen, mens det som i Referansealternativet er antatt at det ustabile brukte brenselet som ligger i tørrlageret flyttes over i nye beholdere i et nytt lager. Det er lagt til grunn for kostnadsestimatene at de nye lagrene etableres som et industribygg.

Alternativ 1c) Samlagring på Kjeller

Tilsvarende som for Alternativ 1b, men her etableres det en lagerløsning på IFEs område på Kjeller. I dette alternativet vil som for 1b det ustabile brukte brenselet flyttes over til nye beholdere, og beholderne plasseres i et nytt industribygg.

4.5.3 Alternativ 2: Deponiløsning i Norge

En deponiløsning innebærer at det velges en strategi der norsk brukt brensel deponeres i Norge. Det forventes imidlertid at det vil ta lang tid før et deponi kan stå ferdig (anslagsvis 20-30 år ut fra erfaringer fra Sverige). I påvente av at et deponi står klart og det brukte brenselet kan overføres til dette, må det mellomlagres. Det er flere mulige løsninger for en mellomlagerløsning. Det brukte brenselet kan i denne perioden bli værende der det er i dag (som i Referansealternativet), eller det kan samlagres. Ved en samlagring kan lager enten etableres på ny lokasjon (som i Alternativ 1a), i Halden (Alternativ 1b) eller på Kjeller (Alternativ 1c).

Det er flere forhold som vil kunne påvirke hvilken lokasjon for et mellomlager som vil gi størst samfunnsøkonomisk verdi (nytte). De forhold som i størst grad vil påvirke hvilken lokasjon som gir størst nytte vil være:

- 1) hvor lang tid det tar før et deponi kan stå ferdig
- 2) hvor lenge reaktorene er i drift

Det vil i et scenario hvor reaktordriften i Halden legges ned i nær fremtid, mens reaktordriften på Kjeller fortsetter i flere tiår *kunne* lønne seg å etablere et lager på Kjeller i påvente av deponi. Men situasjonen vil kunne være annerledes om begge reaktorene er i drift frem til endelig deponi står klart.

I dette alternativet er det lagt til grunn at ustabil brukt brensel sendes til repressering, mens det for resterende mengder (stabil brukt brensel) utarbeides en løsning for deponering i Norge. Frem til deponiet er ferdigstilt legges det til grunn at nytt lager for brukt brensel etableres. I alternativanalysen er det sett på ulike scenarioer for varighet av reaktordrift. Hvor dette midlertidige lageret bør etableres vil være avhengig av dette forhold. De typer av lagre som er lagt til grunn i alternativanalysen, avhengig av de ulike scenarioer, er enten et fjellanlegg i et område med lav befolkningstetthet (likt Alternativ 1a) eller et industribygg på en (som i hhv Alternativ 1b og Alternativ 1c) eller på begge reaktortomtene (som i Referansealternativet).

4.5.4 Alternativ 3: Internasjonalt samarbeid

Dette alternativet er, som tidligere nevnt, en strategi hvor Norge søker å få til et internasjonalt samarbeid om en løsning for oppbevaring av brukt brensel i form av et deponi. Det må forventes at den politiske prosessen med å komme til enighet om en slik løsning vil kunne ta svært lang tid («flere tiår» jf. /D260/). Det vil også være en risiko for ikke å komme frem til en felles løsning.

En internasjonal felles deponiløsning vil måtte betinge en felles teknisk løsning og at brenselet som skal deponeres faktisk kan deponeres. Derfor må det norske ustabile brukte brenselet stabiliseres før deponering, se også kapittel 4.1.1 og Vedlegg 7 for mer informasjon.

Det er heller ikke valgt å beregne kostnader for et slikt alternativ da det vil være betydelig usikkerhet i anslagene. Det er antatt at en slik løsning kan være som Alternativ 2, men også andre løsninger kan være aktuelle. Det vil være kostnadmessige besparelser ved felles utvikling av løsning for både beholdere og til prosjektering og bygging av et deponi.

Dersom norske myndigheter ønsker å etablere et deponi vil det være en løsning å utrede en løsning i et internasjonalt samarbeid (Alternativ 3) i parallell med en løsning i Norge (Alternativ 2). Dette er også en anbefaling som ERDO working group (EURATOM) /D411/ kommer med og betegner «the dual track» der utvikling av en nasjonal og internasjonal løsning utvikles i parallell. Dersom et internasjonalt (europeisk) samarbeid om et deponi velges som strategi, bør en tettere tilknytning til EURATOM vurderes.

4.5.5 Alternativ 4: Reprosessering av alt brukt brensel

I dette alternativet er det lagt til grunn at alt brukt brensel sendes til utlandet for reprosessering. Ved reprosessering i Frankrike vil det bli en retur av høyaktivt avfall (vitrifisert avfall) samt noe kapslingsmateriale og prosessavfall, mens uran og plutonium gjenvinnes og kan inngå i nytt reaktorbrensel for kjernekraft.

Det vitrifiserte avfallet som returneres til Norge fra reprosessering av brukt brensel er imidlertid «enklere» og mindre kostnadskrevende å oppbevare enn brukt brensel. Dette skyldes flere forhold. Ved lagring av vitrifisert avfall vil det ikke være behov for å ta hensyn til kritikalitet (risiko for en ukontrollert kjernereaksjon). Materialkontroll blir langt enklere med kun en beholder med homogent innhold sammenlignet med mange brenselspinner. Videre vil ikke atomenergilovens forskrift om fysisk sikring komme til anvendelse på vitrifisert avfall, da dette ikke inneholder uran eller plutonium. Og tilsvarende er internasjonale anbefalinger på dette området enklere. Krav til strålingsskjerming vil imidlertid i stor grad være de samme, da det vil stråle omtrent like mye som brukt brensel. Til slutt vil de praktiske løsningene vil bli langt enklere ved at man kun har ett objekt som skal oppbevares /D447/.

I alternativet er det lagt til grunn at det vitrifiserte avfallet, kapslingsmaterialet og prosessavfallet oppbevares sammen med annet radioaktivt avfall, slik at det ikke er behov for en egen løsning for dette avfallet. Ved planlegging av et nytt anlegg tilsvarende KLDRA Himdalen, bør det også finnes en løsning for oppbevaring av avfall som kommer i retur fra reprosessering (høyaktivt) slik at dette kan lagres samlokalisert med deponi for radioaktivt avfall av kategorien LILW. Alternativt kan dette avfallet deponeres i dype borehull når denne teknologien er ferdig utviklet og tilstrekkelig utprøvd.

5 ALTERNATIVANALYSEN

Hensikten med alternativanalysen er å gi en systematisk vurdering av alternativene med hensyn til samfunnsøkonomiske virkninger. Dette danner det faglige grunnlaget for anbefalingen om hvilken strategi som bør velges når det gjelder oppbevaring av radioaktivt avfall og løsninger for dette.

Analysen er gjennomført i henhold til følgende gjeldende retningslinjer for samfunnsøkonomiske analyser; Finansdepartementets veileder fra 2005 /D304/, rundskriv R-109/14 /D341/ og NOU 2012:16 /D464/.

I den samfunnsøkonomiske analysen er det sett på virkninger knyttet til valg av *strategi for oppbevaring av norsk brukt brensel*. Som påpekt i mulighetsstudien omfatter ikke analysen alternative strategier for annet radioaktivt avfall, da en løsning for oppbevaring av brukt brensel er styrende for samlet strategi for oppbevaring av radioaktivt avfall. En etablering av ny oppbevaringsløsning, både når det gjelder brukt brensel og annet radioaktivt avfall, bør innebære en vurdering av om det er hensiktsmessig å samlokalisere alt radioaktivt avfall, se kapittel 4.45.6.

Innledningsvis er det gitt et kort sammendrag av alternativanalysen. Deretter følger en mer detaljert sammenstilling av resultatene fra analysen. Videre vurderes robustheten i konklusjonene i en sensitivitetsanalyse, og avslutningsvis følger drøfting av resultater og anbefaling.

5.1 Sammendrag

I alternativanalysen er det kun sett på alternativer for oppbevaring av brukt brensel, da dette vil være førende for valg av strategi for oppbevaring av annet radioaktivt avfall. Analysen viser at de ikke-prissatte virkningene skiller så lite mellom alternativene at dette ikke endrer rangeringen av alternativene når dette er gjort med bakgrunn i kostnader. Den samfunnsøkonomiske analysen fremstår i så måte som en *kostnadseffektivitetsanalyse*²⁶.

En anbefaling om hvilken strategi Norge bør velge for oppbevaring av brukt brensel avhenger av varigheten av reaktordrift for de to reaktorene, og om repressering av brukt brensel er akseptabelt for norske myndigheter.

Det er sett på følgende tre ulike scenarioer for varighet av reaktordrift:

- **Scenario α:** drift av begge reaktorer i hele analyseperioden (100 år). Dette innebærer at brukt brensel og annet radioaktivt avfall fra reaktorene vil genereres gjennom hele denne perioden.
- **Scenario β:** En tidlig nedstengning av begge reaktorene (satt til 2018) med mulighet for dekommisjonering av disse.
- **Scenario γ:** En tidlig nedstengning av én reaktor (år 2018) med mulighet for dekommisjonering av denne. Fortsatt drift av den andre reaktoren ut analyseperioden.

Resultatene fra analysen av de tre scenarioene er vist i etterfølgende tabell. Av tabellen fremgår kostnadsdifferanser for Alternativ 1, 2 og 4 sammenlignet med Referansealternativet (forventningsverdier i 2014 prisnivå i MNOK eks. mva., avrundet til nærmeste MNOK 10). Kostnadene inkluderer dekommisjonering av reaktorene i de alternativene der det er aktuelt. Positive verdier er kostnadsøkninger, og negative verdier er besparelser for samfunnet sammenlignet med Referansealternativet. Rangering av alle alternativene etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet er angitt per scenario. Alternativet som er rangert som nr. 1 er det samfunnsøkonomisk mest lønnsomme alternativet. Usikkerhet i kostnadsdifferansene er behandlet i rapporten.

²⁶ En kostnadseffektivitetsanalyse innebærer å rangere tiltak etter kostnader, og finne det tiltaket som vil realisere et ønsket mål til en lavest kostnad.

Scenario	Referanse- alternativet	Alternativ 1 Samlager i Norge	Alternativ 2 Deponi i Norge	Alternativ 3 Internasj. samarbeid	Alternativ 4 Reprosessere alt brensel
α: Fortsatt reaktor- drift på to lokasjoner	-	800	1 320	Ikke beregnet	290
Rangering	1	3	5	3	2
β: Tidlig ned- stengning av reaktordriften	-	-300	320	Ikke beregnet	-1 000
Rangering	3	2	5	3 ²⁷	1
γ: Fortsatt reaktor- drift på én lokasjon. Tidlig nedstengning av den andre	-	-580	920	Ikke beregnet	-320
Rangering	3	1	5	4	2

Som vist i tabellen er ulike alternativer rangert som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme for de tre scenarioene. Dette viser tydelig at rangeringen er følsom for varighet av reaktordriften.

Det scenarioet som er vurdert som mest realistisk ligger nærmere scenario β enn scenario α. Analysen viser at dersom begge reaktorer stenges ned i 2018 (scenario β) er det to alternativer som forventes å gi en kostnadsmessig besparelse sammenlignet med Referansealternativet. Alternativet som anbefales, og som gir størst besparelse sammenlignet med Referansealternativet (MNOK 1 000), er Alternativ 4 som innebærer reprosessering av alt brukt brensel, mens en Alternativ 1 Samlagring forventes å gi en besparelse på MNOK 300 sammenlignet med Referansealternativet.

Det er gjennomført en analyse av følsomhet for varighet av reaktordrift for å se nærmere på når endring av rangering av alternativene, etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet, skjer i tid.

Dersom begge reaktorer stenges ned før ca. 2100, viser analysen at Alternativ 4 Reprosessering er mest samfunnsøkonomisk lønnsomt, Referansealternativet er rangert som mest lønnsomt fra ca. 2100 og ut analyseperioden (2115). Dersom én reaktor legges ned i 2018 og den andre stenges ned før ca. 2060, vil Alternativ 4 Reprosessering være det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme også i et slikt scenario. Alternativ 1 Samlager er rangert som mest lønnsomt fra ca. 2060 og ut analyseperioden.

Beregningene er gitt dagens situasjon med de forutsetninger som ligger til grunn for analysen. Dersom det tar flere tiår før en nedstengning av reaktordriften skjer, vil usikkerheten knyttet til forutsetningene for analysen øke. En av forutsetningene som vil ha størst betydning vil være reprosesseringstjenestens tilgjengelighet, form og pris, og påvirker gjennomførbarheten av Alternativ 2, 3 og 4. Andre forutsetninger kan være knyttet til endringer i lov og forskrift, og utvikling av ny teknologi.

²⁷ Rangeringen av Alternativ 3 er usikker. Må være bedre enn Alternativ 2 for å velges, men hvor stor kostnadsreduksjon som oppnås sammenlignet med Alternativ 2 er avgjørende for om det er bedre enn Referansealternativet i scenario β og Alternativ 1 i scenario α.

Med bakgrunn i analysen og vurdering av tidshorisont med tilhørende usikkerhet for endring av forutsetninger, har KVV-gruppen følgende anbefalinger for valg av alternativ:

Alternativ 4 Reprosessering anbefales som løsning for brukt brensel under forutsetning av at en eller begge reaktorer stenges ned i løpet av de nærmeste tiår, og at reprosessering fortsatt er en kommersielt tilgjengelig tjeneste som i dag. Da anses denne rangeringen av alternativene og anbefalingen som robust.

Dersom reaktordriften vil vedvare ut over flere tiår, vil det være vanskelig å gi en tydelig anbefaling av løsning for oppbevaring for brukt brensel.

Videre gir resultatene fra alternativanalysen følgende anbefalinger:

Brukt brensel bør oppbevares på så få lokasjoner som mulig for å minimere kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold.

Dersom reprosessering av brukt brensel er akseptabelt for norske myndigheter, bør alt brukt brensel sendes til reprosessering og ikke kun det ustabile brukte brenselet.

Analysen viser at forventet merkostnad av å repossessere kun det ustabile brukte brenselet, sammenlignet med å repossessere alt brukt brensel (Alternativ 4), i beste fall er ca. MNOK 800. Det gjenværende stabile brukte brenselet forutsettes samlagret på ny lokalitet (Alternativ 1a). Tilsvarende forventet merkostnad ved å kondisjonere det ustabile brukte brenselet, der alt materiale (som vil være stabilt) sendes i retur for samlagring på ny lokalitet (Alternativ 1a), i beste fall vil være MNOK 1200.

Dersom repossessering ikke er en akseptabel løsning for norske myndigheter, må både stabilt og ustabil brukt brensel lagres i Norge. Det vil da være behov for å overvåke det ustabile brukte brenselet spesielt og utviklingen av tilstanden til dette i uoverskuelig fremtid. Det er per i dag ingen kjent teknologi for å kunne deponere ustabil brukt brensel. Valg av lokasjon for et lager avhenger av hvor lenge det vil være drift av den enkelte reaktor, muligheter for samlagring med annet radioaktivt avfall og varigheten av lagerløsningen.

5.2 Samfunnsøkonomiske virkninger av ny oppbevaringsløsning for brukt brensel

Norges to forskningsreaktorer er fortsatt i drift, men det er usikkerhet knyttet til hvor lenge reaktorene skal driftes videre. Analysen viser at lønnsomheten i alternativene i stor grad avhenger av hvor lenge det vil være reaktordrift på Kjeller og i Halden. Det gjelder både spørsmålet om hvorvidt det er reaktordrift på ingen, en eller begge lokasjoner, og tidspunkt for en eventuell nedstengning.

I den samfunnsøkonomiske analysen er det lagt til grunn en analyseperiode på 100 år med en restverdibetraktning (nåverdi av kostnader ut over 100 år i dette tilfellet).

Det er valgt å analysere tre hovedscenarier for varighet av reaktordrift. Innledningsvis er det gjennomført en analyse av to ytterpunkter. Det ene ytterpunktet er fortsatt drift av begge reaktorer i hele analyseperioden (scenario α) dvs. ut over 2115, mens det andre er en nedstengning av begge reaktorene i nær fremtid (scenario β). I analysen er 2018 valgt som et tidlig tidspunkt for nedstengning av begge reaktorer i sistnevnte scenario.



Figur 5-1 Illustrasjon av tidspunkt for nedstengning i scenarioene α og β .

I tillegg til nevnte to scenarier er det sett på et tredje scenario hvor kun en av reaktorene stenges ned tidlig i analyseperioden (2018), mens den andre reaktoren driftes ut analyseperioden (scenario γ).

Figur 5-2 gir en illustrasjon av dette scenario.



Figur 5-2 Illustrasjon av tidspunkt for nedstengning i scenario γ

Det vil være mange muligheter for tidspunkt for nedstengning av en eller begge reaktorene. De omtalte tre scenarier er valgt som grunnlag for å vurdere hvordan lønnsomheten i alternativene avhenger av varighet av reaktordrift. I sensitivitetsanalysen (kapittel 5.5) er det gjort ytterligere analyse av resultatenes følsomhet med hensyn på tidspunkt for nedstengning.

Identifiserte virkninger

Det er identifiserte kostnader og noen mulige nyttevirksomheter ved å etablere en ny løsning for oppbevaring av brukt brensel. I tillegg til prissatte kostnader for de omtalte scenarioene er det andre effekter som er vurdert kvalitativt, og som omtales som ikke-prissatte virkninger.

Analysen viser at de ikke-prissatte virkningene skiller så lite mellom alternativene at det ikke endrer rangeringen av alternativene når dette er gjort med bakgrunn i kostnader. Den samfunnsøkonomiske

analysen fremstår i så måte som en *kostnadseffektivitetsanalyse*²⁸. Dette gjelder når det ses på på et overordnet strategisk nivå. Ved valg av lokasjon for et eventuelt nytt lager eller deponi for brukt brensel i Norge, vil noen ikke-prissatte virkninger kunne ha større betydning, jf. diskusjon om *valg av lokasjon ved fortsatt lagring av brukt brensel i Norge* på side 48.

Kostnadene for etablering av ny oppbevaringsløsning for brukt brensel er delt inn i følgende kostnadsposter:

- Investering og behandlingskostnader
- Kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold
- Dekommisjoneringskostnader
- Skattefinansieringskostnader

Dekommisjoneringskostnaden gjelder kun i scenarioene hvor reaktoren(e) er nedstengt. Kostnadene som er lagt til grunn for analysen ved nedstengning er knyttet til friklassing av områdene, da dette er den anbefalte løsningen ved nedstengning av reaktorene. For nærmere beskrivelse av disse kostnadene, se KVVU-dekommisjonering. For flere detaljer rundt forutsetninger og beregninger av de andre kostnadene som ligger til grunn for analysene, se Vedlegg 10 Vedlegg 10 .

Gjennom kartlegging av behovene i behovsanalysen (kapittel 3.1) har det fremkommet noen sentrale behov når det gjelder oppbevaring av brukt brensel. De identifiserte ikke-prissatte virkningene er utformet på grunnlag av disse behovene. Følgende ikke-prissatte virkninger er identifisert og vurdert:

- Helse- og miljøvirkninger knyttet til stråling fra brukt brensel.
- Eksterne virkninger ved etablering av ny oppbevaringsløsning på ny lokasjon.
- Frigjøring av areal ved å flytte brukt brensel bort fra Kjeller og/eller Halden.

Et sentralt tema når løsninger for forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall skal utredes, er helse- og miljøvirkninger knyttet til stråling fra radioaktive kilder. I samfunnsøkonomiske analyser tillegges helse- og miljøvirkninger stor vekt. I denne analysen er denne type virkninger vurdert som små ut fra at det nukleære området er strengt regulert gjennom internasjonale forpliktelser og nasjonalt lovverk. Tilsynet av de nukleære anleggene i Norge ivaretar også forhold knyttet til helse- og miljøvirkningene i en grad som gjør at virkningene anses som marginale, og forskjellene mellom alternativene blir marginale. KVVU-gruppen har vurdert virkningene som så små at det ikke vil kunne påvirke rangeringen av disse. Dette gjelder også de to siste kulepunktene eksterne virkninger og frigjøring av areal. Alle tre virkninger blir likevel omtalt i analysen.

I løpet av KVVU-arbeidet er det identifisert en annen virkning som KVVU-gruppen finner riktig å peke på som kan ha betydning, men der det ikke er funnet belegg for å tillegge virkningen noen vekt i den samfunnsøkonomiske analysen. Det gjelder:

- Virkninger for Norges internasjonale omdømme ved å sende brukt brensel til reprosessering.

Dette er en virkning som under arbeidet har fremkommet som viktig når oppbevaringsløsninger for nukleært materiale skal vurderes, men som det ikke er faglig godt nok grunnlag til å kunne gis noen vekt i den samfunnsøkonomiske analysen. Det er hverken funnet empirisk belegg eller gode nok argumenter for på en systematisk måte å kunne vurdere denne som en ikke-prissatte virkning og temaet anses også som værende utenfor det som en KVVU skal inneholde. Denne mulige tilleggs-virkningen omtales derfor ikke i videre i alternativanalysen.

²⁸ En kostnadseffektivitetsanalyse innebærer å rangere tiltak etter kostnader, og finne det tiltaket som vil realisere et ønsket mål til en lavest kostnad.

5.3 Resultater fra den samfunnsøkonomiske analysen

I det følgende gis en vurdering av de alternative løsningene for hver av de tre skisserte hoved-scenariene for varighet av reaktordrift.

5.3.1 Scenario α: Reaktordrift på to lokasjoner

Vurdering av prissatte virkninger

Resultatene fra analysen av scenario α viser at dersom reaktorene er i drift ut hele analyseperioden så er den samfunnsøkonomisk beste løsningen å lagre brukt brensel nær reaktorene som i dag.

Referansealternativet fremstår dermed som den beste løsningen i et slikt scenario.

Tabell 5-1 gir en oversikt over kostnadsdifferansene for hvert av alternativene sammenlignet med Referansealternativet, og en rangering av disse basert på kostnader. I rangeringen inngår alle alternativer inkludert Referansealternativet.

Tabell 5-1 Scenario α: Samlede kostnader for etablering av en ny løsning for brukt brensel. Differanse fra Referansealternativet (positive verdier er økning i kostnad). Nåverdi og MNOK 2014-priser.

	<i>Ref.</i>	<i>Alternativ 1a Samlager i Norge</i>	<i>Alternativ 2 Deponi i Norge</i>	<i>Alternativ 3 Internasj. samarbeid</i>	<i>Alternativ 4 Reprosessere alt brensel</i>
Kostnader (totalt)	-	804	1 324	Ikke beregnet	285
<i>Investering- og behandlingskostnader</i>		216	843		209
<i>Dekommisjonerings- kostnader</i>		0	0		0
<i>Overvåkning-, drift- og vedlikeholdskostnader</i>		455	260		29
<i>Skattefinansieringskostnad</i>		134	214		41
Rangering	1	3	5	3	2

Årsaken til at Referansealternativet kommer bedre ut enn de andre alternativene i dette scenario skyldes lavere kostnader til investering, overvåkning, drift og vedlikehold. I alle alternative løsningskonsepter forventes det økte kostnader relativt til Referansealternativet. Økte kostnader skyldes høyere investering- og behandlingskostnader, men også at det i dette scenario ikke er en mulighet til reduserte kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold da drift av begge reaktorer pågår.

Alternativ 4 er det alternativet som er det nest rimeligste alternativet. Dette har en forventet kostnad som er ca. MNOK 300 høyere enn Referansealternativet, og ca. MNOK 500 lavere enn Alternativ 1a. Grunnen til at dette alternativet kommer bedre ut enn de andre alternativene skyldes at det i Alternativ 4 ikke er behov for etablering av en ny oppbevaringsløsning for brukt brensel i Norge. Eksisterende lagre kan benyttes videre etter at brukt brensel er sendt til reprosessering, og dermed er kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold på ytterligere en lokasjon spart.

Ved reprosessering av brukt brensel returneres det en mindre mengde (opp mot 100 kg) høyaktivt vitrifisert avfall (jf. Vedlegg 7). Dette avfallet må det også finnes en oppbevaringsløsning for. I scenario α er det lagt til grunn at dette avfallet lagres på Kjeller eller i Halden så lenge reaktorene driftes. Det vises til etterfølgende gjennomgang av scenario β for mer detaljert opplysninger om dette avfallet.

Alternativ 1a og Alternativ 2 har en forventet kostnad som er klart dyrere enn Referansealternativet. I disse alternativene etableres ytterligere en lokasjon for oppbevaring av brukt brensel i Norge. Da vil, så

lenge reaktorene er i drift, brukt brensel oppbevares på tre lokasjoner. Dette medfører betydelig kostnadsøkning for overvåkning, drift og vedlikehold.

Alternativ 3 er rangert som bedre enn Alternativ 2 da det vil være en forutsetning for et samarbeid at kostnadene vil bli lavere enn å bygge et deponi alene. Men det er imidlertid vanskelig å avgjøre rangeringen mellom Alternativ 3 og Alternativ 1a, og disse er derfor rangert likt. Rangeringen disse imellom vil blant annet avhenge av antall deltagende nasjoner og teknisk løsning for deponiet.

Vurdering av ikke-prissatte virkninger

De ikke-prissatte virkningene er tillagt så liten vekt at de ikke vil kunne endre rangeringen mellom alternativene. I det følgende gis det likevel en kort omtale av de ikke-prissatte virkningene hvor det i scenario a antas å være en liten forskjell i alternativene.

Helse- og miljøvirkninger

I samfunnsøkonomiske analyser tillegges helse- og miljøvirkninger stor vekt. Når det gjelder mulige *helse- og miljøvirkninger* fra radioaktivt avfall på mennesker, dyr og natur er dette knyttet til strålingen fra avfallet. Brukt brensel inneholder en betydelig mengde radioaktive kilder (nuklider) som ved store doser kan gi skadelige virkninger på helse og for miljø.

Risiko for at stråling fra norsk brukt brensel vil gi negative virkninger på den norske befolkningens helse og miljø anses som *meget lav*. Dette henger bl.a. sammen med relativt små mengder brukt brensel, og at store deler av brenselet har vært lagret over lang tid, har lav utbrenning og er lavt anriket. Området er strengt regulert og det gjennomføres jevnlig inspeksjoner både av norske (Strålevernet) og internasjonale tilsynsmyndigheter (IAEA).

Det er imidlertid noen sikkerhetsmessige bekymringer knyttet til fortsatt lagring av det ustabile brukte brenselet, og som gjør at en langsiktig lagring av dette i dagens lagre ikke anses av KVVU-gruppen som forsvarlig i en tidsperiode tilsvarende analyseperioden som er 100 år (jf. Vedlegg 7). Det er derfor lagt til grunn investeringer i nye lagerfasiliteter for det ustabile brukte brenselet i Referansealternativet som bedrer kvaliteten på oppbevaringen av dette brukte brenselet. Dette er nærmere beskrevet Vedlegg 9.

Konsekvensene for omgivelsene ved en eventuell ulykke ved lagrene synes å være begrensede. I IFEs sikkerhetsrapporter for lagrene på Kjeller og i Halden er det gjort en vurdering av sikkerheten ved lagrene /D352, D159/. Rapportene referer bl.a. til uhellsanalyser for lekkasjer og brann. Konklusjonene for lagrene på Kjeller er bl.a. at dersom en plutselig og omfattende brenselsskade skulle inntreffe vil *«konsekvensene begrense seg til det personellet som håndterer brenselet. (...) Hånderingspersonell vil kunne få doser på noen få mSv, men skader på lagret brensel vil ikke gi signifikante doser til folk utenfor anleggene»* /D352/.

I tillegg til at det kan skje ulykker ved brenselslagrene er det også en risiko knyttet til at brukt brensel kan komme på avveie. Alt brukt brensel vil på grunn av strålenivå kunne misbrukes til terrorformål. For brukt lavt anriket brensel vil framstilling av atomvåpen være teknisk krevende. Tradisjonelt anses dette derfor å kreve kapasiteter som stater heller enn terrororganisasjoner innehar /D465/. Dersom norsk brukt brensel skulle vært brukt i terrorformål, er det mest sannsynlig at dette hadde blitt brukt i skitne bomber. En hendelse med bruk av slike *«...kan gi stor uro i befolkningen og ressurskrevende opprydding»* /D465/. En vurdering av sannsynligheten for en slik hendelse anses som utenfor omfanget av denne KVVU og må ivaretas av det til enhver tid oppdaterte trusselbilde og tilhørende sikringstiltak for å beskytte lagret radioaktivt avfall.

På bakgrunn av overstående argumentasjon er det KVVU-gruppens vurdering at norsk brukt brensel generelt representerer en lav helse- og miljørisiko for det norske samfunnet. Dette både fordi

sikkerheten skal være ivaretatt gjennom gjeldende lov og forskrift på området, og fordi norsk brukt brensel i seg selv utgjør en liten risiko basert på omtalte sikkerhetsrapporter.

En eventuell endring av risikoen for skadelige helse- og miljøvirkninger fra strålingseksponering som følge av en ulykke eller ved sabotasje anses å ha begrensede virkninger, og skiller i liten grad mellom alternativene.

Det er imidlertid gjort en vurdering om at Alternativ 2 og Alternativ 4 vil gi en liten gevinst i form av redusert ulykkesrisiko ved norske anlegg for oppbevaring av radioaktivt avfall. Dette henger sammen med at *det ustabile brukte brenselet*, som utgjør den største risikoen for en ulykke ved norske anlegg, stabiliseres (reprosesseres) for Alternativ 2 og der resterende stabile brukte brenselet deponeres. Alt brukt brensel reprosesseres for Alternativ 4. Risikoen for en evt. ulykke som forårsaker utslipp til miljøet, eller at personell ved de norske anleggene blir eksponert for stråling fra brukt brensel, vil derfor reduseres noe og derfor skiller Alternativ 2 og Alternativ 4 seg noe fra de andre alternativene for denne type virkning. Men risikonivået er ansett som værende lavt i utgangspunktet.

Eksterne virkninger ved etablering av ny oppbevaringsløsning

Etablering av nytt anlegg på ny lokasjon er antatt å gi en negativ ekstern virkning for brukerne av området. Et nytt anlegg vil kunne ha innvirkning på friluftaktiviteter og turmuligheter i området, enten ved at det blir restriksjoner på bruken, eller ved at kvaliteten ved bruk oppleves som redusert. En slik virkning vil falle utenfor private inntekts- og kostnadsberegninger, og blir derfor kalt *ekstern virkning*.

Virkningen er avhengig av hvor mange som blir berørt, og hvordan disse verdsetter virkningen. Dette avhenger bl.a. av hvor et nytt lager eller deponi plasseres, og hva området i utgangspunktet benyttes til. Dersom dette er et område som benyttes av mange til friluftaktiviteter, vil det å etablere et nytt anlegg i området ha større effekt enn om dette er et område hvor bruken i utgangspunktet er begrenset, eller området ikke benyttes i særlig grad.

De eksterne virkningene er sannsynligvis knyttet til negative virkninger ved turopplevelsen, og i mindre grad til begrensinger i bruken av områdene (reduserte bruksmuligheter). Det er i denne KVV lagt til grunn at et lager for brukt brensel etableres i fjell (tilsvarende et KLDRA Himdalen anlegg). I en anleggsperiode er det sannsynlig at tur- og friluftaktiviteter vil kunne bli forstyrret, men at det i en driftsperiode sannsynligvis vil ha liten reell innvirkning på friluftaktiviteter. Den største effekten vil sannsynligvis være knyttet til vissheten om at det er radioaktivt avfall og brukt brensel i området, og at det kan forringe kvaliteten på turopplevelsen.

Virkningen tillegges som nevnt liten vekt når det gjelder å skille mellom alternativene. I scenario α styrker denne effekten imidlertid Referansealternativet og Alternativ 4, da det i disse alternativene ikke etableres anlegg på ny lokasjon.

Frigjøring av areal

Så lenge reaktorene er i drift vil ikke arealer frigjøres på Kjeller eller i Halden ved etablering av ny løsning for oppbevaring av brukt brensel. Denne virkningen er derfor ikke vurdert i scenario α .

5.3.2 Scenario β: tidlig nedstengning av begge reaktorene

Vurdering av prissatte virkninger

I dette scenario er det sett på hvilket alternativ som fremstår med størst samfunnsøkonomisk nytte dersom reaktorene stenges i nær fremtid. Det er i analysen lagt til grunn at reaktordriften stenges ned på begge lokasjoner i 2018.

I en situasjon hvor reaktorene stenges, vil brukt brensel kunne flyttes bort fra Kjeller og Halden, anlegget dekommisjoneres og arealene kan frigjøres til annen bruk (friklasses). I KVU-dekommisjonering er det vurdert at *dersom det ikke er brukt brensel på Kjeller eller i Halden*, er det mest lønnsomme alternativet å friklasse områdene fra nukleær kontroll. Kostnader for umiddelbar friklassing er derfor lagt til grunn i de alternativene hvor brukt brensel flyttes fra Kjeller og/eller Halden, dvs. i alle alternativer med unntak av Referansealternativet.

Kostnadsbildet endres betydelig dersom reaktordriften legges ned i nær fremtid.

Tabell 5-2 gir en oversikt over kostnadsdifferansene for hvert av alternativene samt en rangering av disse basert på kostnader.

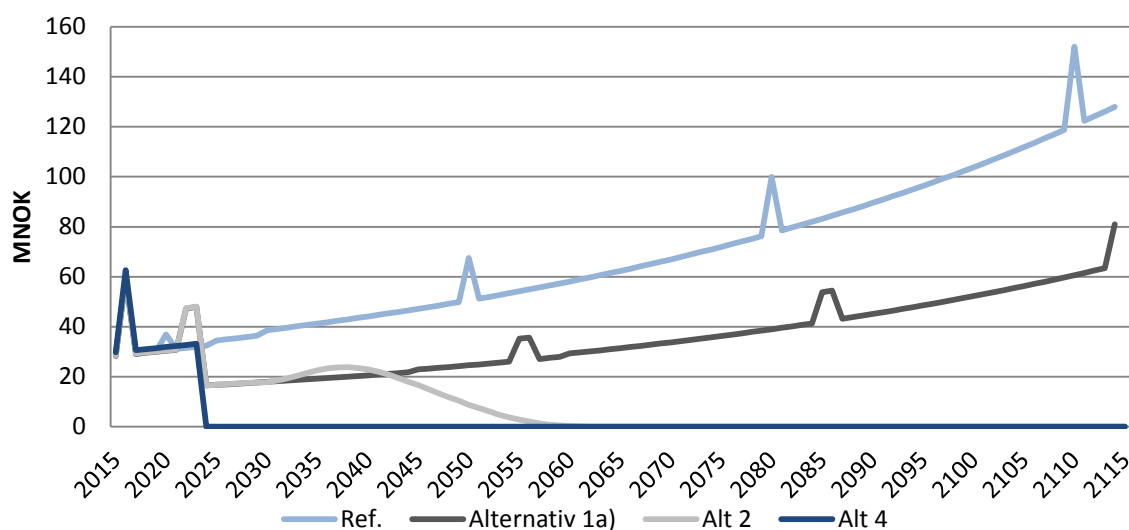
Tabell 5-2 Scenario β: Samlede kostnader for etablering av en ny løsning for brukt brensel. Differanse fra Referansealternativet (positive verdier er økning i kostnad, negative er besparelse). Verdiene er nåverdi, MNOK 2014-priser.

	<i>Ref.</i>	<i>Alternativ 1a Samlager i Norge</i>	<i>Alternativ 2 Deponi i Norge</i>	<i>Alternativ 3 Internasj. samarbeid</i>	<i>Alternativ 4 Reprosessere alt brensel</i>
Kostnader (totalt)	-	-298	321	Ikke beregnet	-1 000
<i>Investering- og behandlingskostnader</i>		193	1 105		237
<i>Dekommisjonerings- kostnader</i>		172	172		172
<i>Overvåkning-, drift- og vedlikeholdskostnader</i>		-612	-1 008		-1 241
<i>Skattefinansieringskostnad</i>		-51	52		-168
Rangering	3	2	5	3	1

Alternativ 4 rangeres som det beste alternativet i et scenario hvor reaktordriften stenges ned i løpet av nær fremtid, mens Alternativ 1a fremstår som det nest beste alternativet. Investering- og behandlingskostnader øker i alle alternativer sammenlignet med Referansealternativet, med høyest investeringskostnad i Alternativ 2 hvor det skal investeres i nytt deponi. Deretter har Alternativ 4 de nest høyeste investering- og behandlingskostnadene. Kostnader til dekommisjonering øker også i alle alternativer, mens det er en betydelige reduksjon i kostnader knyttet til overvåkning, drift og vedlikehold sammenlignet med Referansealternativet.

Kostnadsbesparelsene i hvert av alternativene er knyttet til overvåkning, drift og vedlikehold (OVD). Dette skyldes en reduksjon i antall lokasjoner med brukt brensel. Resultatet fra analysen viser at jo færre lokasjoner hvor brukt brensel oppbevares, jo mer kostnadsbesparende. *Det lønner seg derfor å minimere antall lokasjoner hvor brukt brensel oppbevares.* I Referansealternativet og Alternativ 1 vil det være behov for OVD-kostnader «til evig tid». Dette er hensyntatt i analysen ved at det er lagt til en restkostnad.

Figur 5-3 illustrerer årlige kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold for hvert alternativ i scenario β.



Figur 5-3 Årlige kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold for hvert alternativ i scenario β. MNOK 2014-priser. For detaljer rundt kostnadsberegningene se Vedlegg 10 .

Størst besparelse når det gjelder kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold er det i Alternativ 4. I dette alternativet sendes alt brukt brensel til utlandet for repressering, og det eliminerer behovet for en oppbevaringsløsning for brukt brensel i Norge. Kostnader til både overvåkning, drift, vedlikehold av brukt brensel er dermed spart. Dette vises i Figur 5-3 hvor årlige overvåkning-, drift- og vedlikeholds-kostnader er null etter at brukt brensel er sendt til repressering (ca. år 2025).

Både Alternativ 1a og Alternativ 4 forventes å ha besparelser (akkumulert hhv. MNOK 300 og MNOK 1 000) sammenlignet med Referansealternativet, med klart størst besparelser i sistnevnte. Dersom det i Alternativ 1a velges en lagerløsning med samlokalisering av brukt brensel og annet radioaktivt avfall, vil dette kunne redusere forskjellen i kostnadene. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 5.6 som omhandler mulige gevinster ved samlokalisering.

Som beskrevet i kapittel 5.3.1 for scenario α vil valg av Alternativ 4 som løsning medføre at det fra repressering av brukt brensel vil komme i underkant av 100 kg²⁹ med vitrifisert (glassifisert) høyaktivt avfall i retur, og som krever en oppbevaringsløsning. I tillegg er det i dag lagret langlivet radioaktivt avfall (LL-ILW) som heller ikke kan deponeres i Himdalen-anlegget (jf. Tabell 2-4 på side 17) og som det må etableres en lagerløsning for i Alternativ 4.

I Alternativ 4 for scenario β er det lagt til grunn at et nytt «Himdalen-anlegg» vil måtte designes for å oppbevare denne typen avfall. Dette er ivarettatt i investeringskostnadene for Alternativ 4.

Videre lagring i Norge (Alternativ 1) er også mulig på dagens lokasjoner. Analyser viser at fortsatt lagring i Halden (Alternativ 1b) eller på Kjeller (Alternativ 1c) kan gi kostnadsbesparelser sammenlignet med å etablere et nytt lager på en ny lokasjon (Alternativ 1a). En totalvurdering av prissatte og ikke-prissatte virkninger avgjør hvilket av disse tre alternativene som fremstår som mest samfunnsøkonomisk lønnsomt. Dette er nærmere diskutert i avsnittet *valg av lokasjon ved fortsatt lagring av brukt brensel i Norge* på side 48.

Alternativ 2 fremstår som det samfunnsøkonomisk minst lønnsomme alternativet. Dette skyldes høye investeringskostnader. En fordel med deponering er imidlertid at det er varig løsning og som innebærer

²⁹ Vitrifisert avfall vil sannsynligvis i volum utgjøre mindre enn 0,2 m³. Se Vedlegg 2 og teknisk utvalg /D049/.

at kostnader for overvåkning, drift og vedlikehold opphører. Et annet forhold som går i favør av en deponiløsning som en av to mulige «end-states» for brukt brensel der reprosessering er den andre, er at dette er i tråd med gjeldende internasjonale anbefalinger (IAEA /D305/, EURATOM /D407/).

Alternativ 3 er rangert som bedre enn Alternativ 2 da en forutsetning for et samarbeid vil være at kostnadene blir lavere enn å bygge dette alene. Men det er imidlertid vanskelig å avgjøre rangeringen mellom Referansealternativet og Alternativ 3, og disse er derfor rangert likt. Rangeringen disse imellom vil blant annet avhenge av antall deltagende nasjoner som kostnadene kan deles mellom og teknisk løsning for deponiet.

Kostnader knyttet til behandling av brukt brensel og investeringer i ny oppbevaringsløsning er høyere i alle alternativer sammenlignet med Referansealternativet. Høyest investeringskostnad er det i Alternativ 2 hvor det skal investeres i nytt deponi.

Vurdering av ikke-prissatte virkninger

I tillegg til prissatte virkninger er det, som i scenario α , vurdert tre ikke-prissatte virkninger.

Som nevnt i scenario α anses risikoen for at norsk brukt brensel vil gi *helse- eller miljøvirkninger* generelt sett som meget lav. Vurderingen av denne virkningen, samt vurderingen av *eksterne virkninger*, er lik som i scenario α , og beskrives derfor ikke på nytt. Vurderingen av *frigjort areal* har imidlertid en effekt i dette scenario og omtales derfor nærmere.

Frigjøring av areal på Kjeller og i Halden

Når reaktordriften stenges ned er det to forhold som er viktig for en evt. frigjøring av areal. Det ene er om brukt brensel blir værende på områdene eller ikke, og det andre er til hvilket nivå det skal dekommisjoneres. For sistnevnte forhold er det to hovedalternativer for dekommisjoneringsnivå: 1) friklassing av området (frigjøring av areal fra myndighetenes kontroll), og 2) kontrollert område (områdene forblir under myndighetenes kontroll). I sistnevnte vil ikke arealene frigjøres, og alternativet vil heller ikke gi noen nyttegevinst.

I KVV-dekommisjonering er, som tidligere nevnt, friklassingsalternativet vurdert som det samfunnsøkonomisk beste alternativet *dersom* brukt brensel er flyttet fra områdene. Dette gjelder alle alternative løsningskonsepter unntatt Referansealternativet der brukt brensel forblir på områdene.

En frigjøring av areal kan ha to virkninger. Det ene er en direkte virkning som medfører endret bruksverdi av områdene på Kjeller og i Halden. Den andre effekten kan knyttes til fremtidig by- eller næringsutvikling av områdene, som kan medføre en *netto ringvirkning*³⁰. Begge effekter er vurdert i KVV-dekommisjonering.

I KVV-dekommisjonering viser analysen at det er få eller ingen netto ringvirkninger av arealfrigjøring på Kjeller eller i Halden. Det kan være fremtidige virkninger, men de anses imidlertid som små, og neddiskontert antas disse å ha en neglisjerbar effekt.

Når det gjelder endring i bruksverdi er også denne effekten ansett som liten totalt sett, og spesielt dersom det ses på relative forskjeller mellom alternativene. Det er, både for områdene på Kjeller og i Halden, begrensede arealer som kan frigjøres til annen bruk som en følge av en dekommisjonering. IFES område i Halden utgjør totalt 7 mål, og arealene som omfattes av en dekommisjonering på Kjeller utgjør ca. 12 mål. Det vises til KVV-dekommisjonering for ytterligere beskrivelse av virkningen knyttet til arealfrigjøring.

³⁰ Netto ringvirkninger og mernytte, er omtalt i /D464/ og /D465/.

Valg av lokasjon ved fortsatt lagring av brukt brensel i Norge

Det er usikkert om repressering er en akseptabel løsning for norske myndigheter da spørsmålet om repressering har vært, og fortsatt er omstridt. Dersom det skulle være uaktuelt å sende alt norsk brukt brensel til repressering, vil Alternativ 4 ikke lenger være en aktuell løsning. Alternativ 2 og alternativ 3 kan fortsatt være aktuelle, men det betinger enten å stabilisere det ustabile brukte brenselet, eller finne løsninger for direkteponering av dette. Det antas at stabilisering av det ustabile brukte brenselet på andre måter, eller utarbeiding av en metode for direkteponering, vil kunne gi en betydelig kostnadsøkning sammenlignet med repressering (Alternativ 4).

Uansett vil det, dersom repressering av *alt* brukt brensel er akseptabelt, være et behov for lagring av brukt brensel i Norge i minst 20 -40 år (dvs. frem til et evt. deponi kan stå ferdig). Det vil da være et spørsmål knyttet til hvor et lager for oppbevaring av brukt brensel bør ligge. I foregående kapitler er det sett på to alternativer; Referansealternativet og nytt lager på ny lokasjon (Alternativ 1a). Resultatene fra analysen viser at når reaktorene er nedstengt så er det lønnsomt å oppbevare brukt brensel på en lokasjon fremfor to lokasjoner.

Som vist i Tabell 5-2 er Alternativ 1a (lager på ny lokasjon i Norge) det samfunnsøkonomisk nest beste alternativet. En mulighet for samlagring av alt brukt brensel kan imidlertid være å benytte en av de to lokasjonene (Kjeller og Halden) hvor brukt brensel lagres i dag. I det følgende er det gjort en vurdering av om det kan være kostnadsbesparelser ved å etablere en lagerløsning på en av disse to lokasjonene, Kjeller eller Halden, fremfor på en ny lokasjon.

Tabell 5-3 viser antatt kostnadsbesparelser for etablering av et felles lager for alt brukt brensel på ny lokasjon, i Halden eller på Kjeller i forhold til Referansealternativet.

Tabell 5-3 Differansekostnader ved samlagingsløsning i Norge, og ikke-prissatte virkninger. Verdiene er nåverdi, MNOK 2014-priser.

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

Ved etablering av lagerløsning på Kjeller eller i Halden i stedet for på ny lokasjon er det forventet en besparelse på om lag MNOK 250. Dette skyldes noe lavere investeringskostnader, samt besparelser i dekommisjonering- og skattefinansieringskostnader.

Grunnen til at det er noe høyere investeringskostnader ved etablering av lager på Kjeller enn i Halden, er at det er lagret mer brukt brensel i Halden enn på Kjeller. På den annen side er det noe høyere kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold av lageret i Halden. Dette skyldes at et våtlager (basseng), som det er i Halden, er dyrere å drifte. I tillegg til disse kostnadene viser tabellen at det er forventet noe

høyere kostnader ved dekommisjonering av Kjeller enn dekommisjonering av Halden. Samlet sett er det forventet størst kostnadsbesparelse ved etablering av lager på Kjeller, gitt at begge reaktorene er avvirket, men dette er helt marginalt.

For Alternativ 1a kan kostnadene reduseres ved en samlokalisering av brukt brensel og annet radioaktivt avfall (jf. kapittel 5.65.6), og tilsvarende reduseres kostnadsforskjellene mellom dette alternativet og Alternativ 1b og Alternativ 1c. Det gjelder både reduserte investeringskostnader og reduserte kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold (stordriftsfordeler), og tilhørende reduserte skattefinansieringskostnader.

Det er tidligere påpekt at de ikke-prissatte virkningene ikke vil endre rangeringen av alternativene ved valg av strategi. Når det gjelder valg av lokasjon for lager for brukt brensel vil de ikke-prissatte virkningen imidlertid kunne ha en innvirkning på rangering av disse. Dette gjelder verdien av frigjorte arealer på Kjeller og/eller i Halden, eksterne virkninger, samt helse- og miljøvirkninger.

I Alternativ 1a vil arealene på Kjeller og i Halden frigjøres til ny bruk noe som gir en nyttegevinst sammenlignet med Referansealternativet, men også sammenlignet med Alternativ 1b og Alternativ 1c. Som nevnt er det relativt sett små arealer som frigjøres, og effekten på bruksverdien av arealene anses som liten. På den annen side vil en etablering av et lager for brukt brensel på ny lokasjon innebære at en båndlegger et nytt areal. Dette kan ha en negativ ekstern virkning for brukerne av området, jf. diskusjonen i kapittel 5.3.1.

Det kan også være at plassering av et lager for brukt brensel på ny lokasjon (i et område med lav befolkningstetthet) sammenlignet med lagring på Kjeller eller i Halden, kan gi en reduksjon i risikoen for skadelige helse- og miljøvirkninger som følge av stråling fra brukt brensel. Dette er imidlertid antatt å ha begrensede nyttevirksomheter da risikoen i utgangspunktet anses som meget lav. Men sammen med nyttevirksomhet ved frigjøring av areal kan dette ha betydning for valg av lokasjon.

Dersom verdien av frigjøring av areal på Kjeller eller i Halden og redusert risiko for skadelige helse- og miljøvirkninger, mer enn veier opp for kostnadene (inkludert ekstern virkning) ved å flytte brukt brensel bort fra områdene, kan plassering av et lager for brukt brensel på en ny lokasjon (alternativ 1a) anses som samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Anbefalinger knyttet til lokasjon for lager

Det er to forhold som hovedsakelig synes å være avgjørende for valg av lokasjon. Det ene er langsiktigheten i løsningen, og det andre er reaktordrift.

Når det gjelder langsiktigheten i lagerløsningen anses det som lite lønnsomt å flytte lagrene bort fra Kjeller og/eller Halden dersom det skal være en mellomlagerløsning i påvente av et deponi (Alternativ 2), internasjonalt samarbeid (Alternativ 3) eller eksport (Alternativ 4). Dersom det vurderes en periode på f.eks. 30–50 år, er det lite trolig at nytteverdien av de ikke-prissatte virkningene i løpet den perioden overstiger kostnaden ved å flytte lagrene bort fra Kjeller og Halden.

Det som kan tale for å flytte lageret til en ny lokasjon i denne mellomperioden, er hvis kostnadsbesparelsen ved å samlokalisere det med annet radioaktivt avfall, er større enn besparelsen ved å lagre det på Kjeller eller i Halden.

Skulle det imidlertid være en strategi å ha brukt brensel på lager i et langsiktig perspektiv, er det ikke like klart hvilken lokasjon som lønner seg. Dette avhenger av verdsettingen av ikke-prissatte virkninger i hele denne perioden.

Reaktordriften er også avgjørende for valg av lokasjon. Analysen har vist at det er lønnsomt å minimere antall lokasjoner hvor brukt brensel oppbevares. Neste kapittel tar for seg scenario γ – som ser på lønnsomheten i alternativene når kun en av reaktorene stenges ned tidlig i perioden, mens det er reaktordrift i hele analyseperioden for den andre.

5.3.3 Scenario γ: Nedstengning av en av reaktorene

Vurdering av prissatte virkninger

I dette scenario er det sett på hvilket alternativ som fremstår som mest lønnsomt om en av reaktorene avvikes i løpet av en kort periode mens driften fortsetter ved den andre. Det er i dette eksemplet lagt til grunn for analysen at reaktordriften i Halden stenges ned i 2018, mens driften fortsetter på Kjeller ut analyseperioden. Resultatene av analysen er vist i Tabell 5-4.

Tabell 5-4 Scenario γ: Samlede kostnader for etablering av en ny løsning for brukt brensel. Differanse fra Referansealternativet (positive verdier er økning i kostnad, negative er besparelse). Verdiene er nåverdi, MNOK 2014-priser

	<i>Ref.</i>	<i>Alternativ 1c Samlagring på Kjeller</i>	<i>Alternativ 2 Deponi i Norge</i>	<i>Alternativ 3 Internasj. samarbeid</i>	<i>Alternativ 4 Reprosessere alt brensel</i>
Kostnader (totalt)	-	-577	924	Ikke beregnet	-318
<i>Investering- og behandlingskostnader</i>		-62	821		56
<i>Dekommisjonerings- kostnader</i>		77	172		172
<i>Overvåkning-, drift- og vedlikeholdskostnader</i>		-495	-222		-491
<i>Skattefinansieringskostnad</i>		-97	153		-54
Rangering	3	1	5	4	2

Resultatene fra analysen av scenario γ viser at så lenge det er reaktordrift på en lokasjon, er den samfunnsøkonomisk beste løsningen å lagre brukt brensel nær reaktoren som fortsatt er i drift. I dette tilfellet på Kjeller (Alternativ 1c), mens Alternativ 4 er nest best.

Dersom tilfellet er motsatt, dvs at Kjeller legges ned tidlig og Halden driftes videre, viser analysen tilsvarende rangering av alternativene som vist ovenfor, men med Alternativ 1b som den beste løsningen.

Referansealternativet fremstår som det tredje beste alternativet, mens Alternativ 2 også i dette scenarioet har høyest samfunnsøkonomisk kostnad. Besparelsene som kan oppnås ved et internasjonalt samarbeid forventes ikke å kunne bli så store at Alternativ 3 blir mer lønnsomt enn Referansealternativet. Besparelsene med et internasjonalt samarbeid om en deponiløsning med i så fall overstige i størrelsesorden MNOK 900 sammenlignet med Alternativ 2 for å være mer lønnsomt enn Referansealternativet. Alternativ 3 er derfor rangert som nr. 4.

5.4 Usikkerhet i kostnadsanslagene

I etterfølgende figurer er usikkerheten i kostnadene angitt for de ulike alternativene for alle tre scenarioer. Kostnadene som presenteres inneholder kun kostnader for investeringer, evt. behandling av brukt brensel, og til overvåkning, drift og vedlikehold (OVD) for analyseperioden (2015-2115). Disse kostnadene skiller seg derfor noe fra kostnadene som er presentert i resultatene fra den samfunnsøkonomiske analysen (jf. kapittel 5.3), som i tillegg også inneholder skattekostnader og evt. dekommisjoneringskostnader.

For mer detaljerte analyser av kostnader og usikkerhet, se Vedlegg 10 .

OVD utgjør i de fleste alternativer den største andelen av totalkostnadene, men har noe mindre usikkerhet enn flere av de store investerings- og behandlingskostnadene da driftskostnadene er basert på erfaringstall anleggene på Halden og Kjeller. Derfor reduseres det relative standardavviket for totalkostnadene, sammenlignet med investering- og behandlingskostnadene. Relativt standardavvik er derfor oppgitt både med og uten OVD i resultatene presentert i etterfølgende tabeller for de tre scenarioene.

Scenario α

I tabellen nedenfor er kostnader for alle alternativer presentert, gitt at drift av reaktorer fortsetter ut analyseperioden (scenario α).

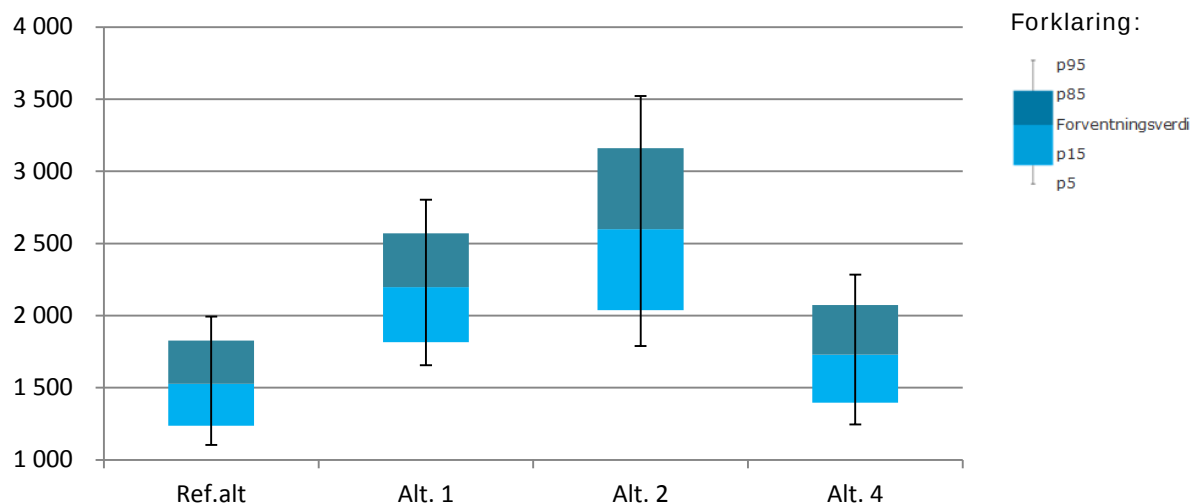
Tabell 5-5 Kostnader alle alternativer scenario α (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

	<i>Referansealt.</i>	<i>Alternativ 1</i>	<i>Alternativ 2</i>	<i>Alternativ 4</i>
<i>Totalkostnad</i>	1 530	2 200	2 600	1 730
<i>Investeringer</i>	280	490	780	-
<i>Behandling</i>	20	30	330	480
<i>OVD</i>	1 230	1 680	1 490	1 250
<i>Rel. stdv (totalt)</i>	18 %	16 %	21 %	18 %
<i>Rel. stdv (inv. og beh.)</i>	25 %	24 %	33 %	31 %

Basert på kostnadene alene, er Referansealternativet det alternativet med den laveste nåverdien, og dernest Alternativ 4 med MNOK 200 høyere kostnad. Alternativ 1 er dyrere enn Referansealternativet og Alternativ 4 pga. overvåkning, drift og vedlikehold for tre lokasjoner, i stedet for to for de to andre alternativene. Deponialternativet (Alternativ 2) krever en lang og kostbar utredning som øker kostnadene betydelig og som gjør dette til det dyreste alternativet.

Som det fremgår av resultatene presentert i Tabell 5-5, skiller Alternativ 2 seg ut med høyest forventet kostnad og samtidig den høyeste usikkerheten. Utredning av teknisk løsning og lokasjon for et deponi er svært omfattende, og kan forventes å ta mer enn 20 år, noe som gir betydelig usikkerhet for kostnadsanslaget. Det er så langt ikke ferdigstilt noen deponier for brukt brensel på verdensbasis, så erfaringstall for hva et slikt anlegg kan koste er derfor ikke tilgjengelig. Alternativ 1 har lavest usikkerhet i %.

Figur 5-4 viser usikkerhetene i kostnader for alle alternativer i et boks-plot.



Figur 5-4 Kostnader alle alternativer for scenario α (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

Scenario β

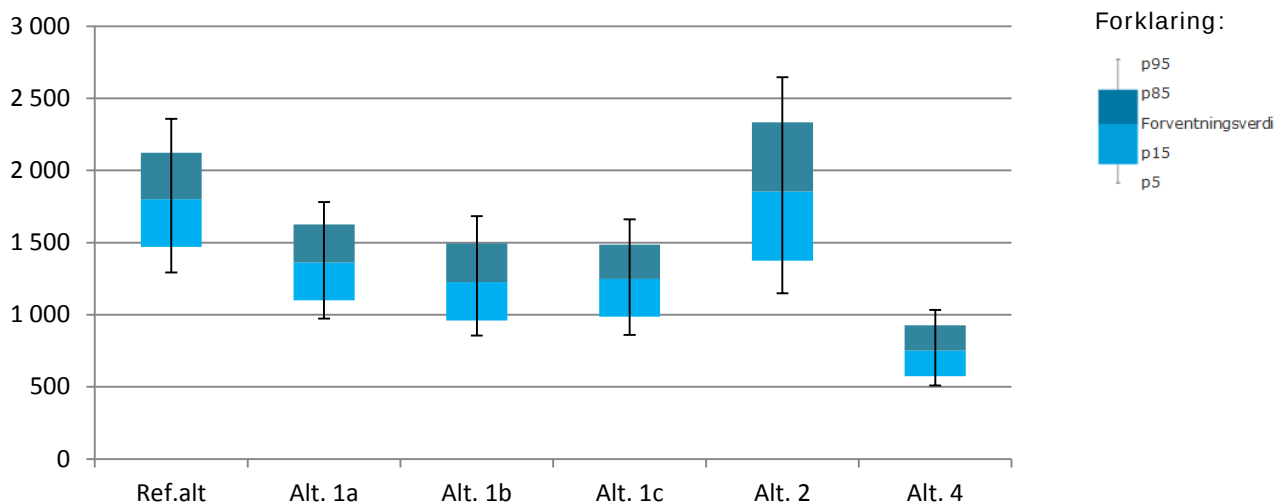
I tabellen nedenfor er kostnader for alle alternativer presentert, gitt at drift av reaktorer opphører i 2018. For å kunne få frem forskjeller i de ulike alternativene mht. oppbevaring av brukt brensel i et «evighetsperspektiv», dvs. etter at reaktorene er lagt ned og ut over analyseperioden på 100 år, er det beregnet en restkostnad for drift av lager i et evighetsperspektiv. Dette fordi et lager krever OVD-kostnader så lenge de eksisterer, mens det ikke er behov for dette for et deponi etter det er forseglet med unntak av kontrollmålinger av radioaktivitet. For Alternativ 4 vil det ikke være behov for hverken lager eller deponi for *brukt brensel* da brenselet er sendt til repressering.

Tabell 5-6 Kostnader alle alternativer for scenario β (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

	<i>Ref.alt</i>	<i>Alt. 1a</i>	<i>Alt. 1b</i>	<i>Alt. 1c</i>	<i>Alt. 2</i>	<i>Alt. 4</i>
<i>Totalkostnad</i>	1 800	1 360	1 220	1 230	1 860	750
<i>Investeringer</i>	270	440	290	360	1 040	30
<i>Behandling</i>	20	30	20	20	320	460
<i>OVD</i>	1 510	890	910	850	500	260
<i>Rel. stdv (totalt)</i>	19 %	18 %	20 %	19 %	25 %	22 %
<i>Rel. stdv (inv.+beh.)</i>	25 %	24 %	25 %	26 %	31 %	30 %

Basert på kostnadene alene, har Alternativ 4 den klart lavest nåverdien. Reduksjonen i nåverdi for scenario β sammenlignet med scenario α skyldes at både områdene i Halden og på Kjeller kan friklasseres, og dermed reduseres kostnadene til OVD med ca. MNOK 1000. Alternativ 1b og 1c har omtrent like kostnader, mens Alternativ 1a blir noe dyrere enn disse hovedsakelig pga. noe høyere investeringskostnader. Deponialternativet har lavere kostnader for OVD enn for Alternativ 1a/b/c. Dette skyldes at når det brukte brenselet er deponert, elimineres behov for kostnader til OVD, tilsvarende som for Alternativ 4. For de andre alternativene vil det være utgifter til OVD i all tid. Men totalkostnadene for Alternativ 2 er fortsatt høyest, grunnet høyere investeringskostnader.

Usikkerhetene er tilsvarende som for scenario α . Figur 5-5 viser usikkerhetene i kostnader for alle alternativer i et boks-plot.



Figur 5-5 Kostnader alle alternativer scenario β (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

Scenario γ

I dette scenarioet legges en av reaktorene ned umiddelbart (år 2018 er valgt), mens den andre reaktoren driftes videre ut analyseperioden, dvs. ut over år 2015. For analysens del er det valgt at Kjeller driftes videre, men det kunne likeså godt vært Halden. Det brukte brenselet på Halden må da flyttes til Kjeller, der det etableres et nytt industribygg og der alt brukt brensel fra Halden lagres i casks og ustabilt brukt brensel på Kjeller flyttes over i nye cask som lagres i det samme industribygget.

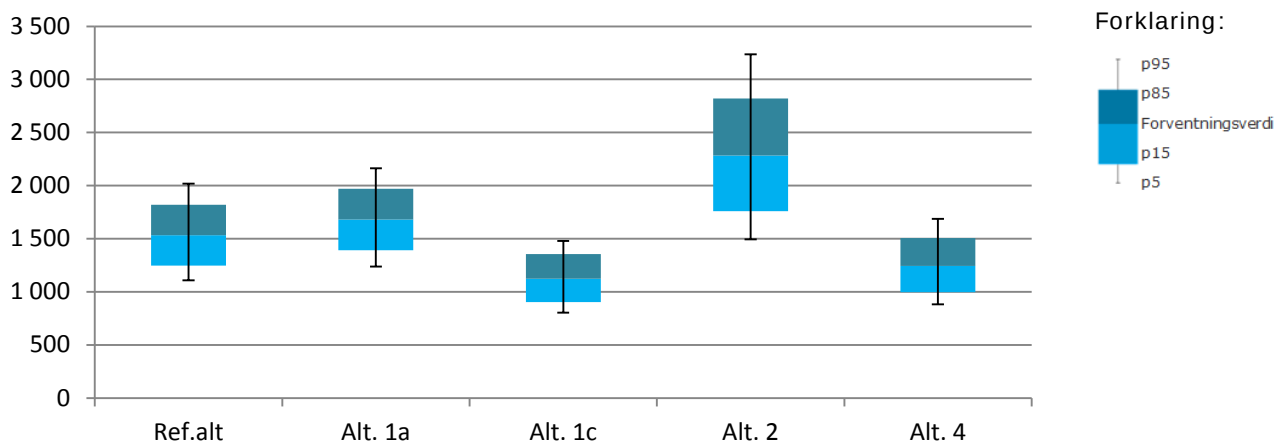
Tabell 5-7 Kostnader alle alternativer scenario γ (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

	<i>Ref.alt</i>	<i>Alt. 1a</i>	<i>Alt. 1c</i>	<i>Alt. 2</i>	<i>Alt. 4</i>
<i>Totalkostnad</i>	1 540	1 680	1 130	2 280	1 240
<i>Investeringer</i>	290	450	380	940	20
<i>Behandling</i>	20	30	20	340	490
<i>OVD</i>	1 230	1 200	730	1 000	730
<i>Rel. stdv (totalt)</i>	18 %	17 %	18 %	23 %	19 %
<i>Rel. stdv (inv. og beh.)</i>	25 %	25 %	25 %	32 %	29 %

For dette scenarioet er det fortsatt lagring (uten stabilisering) på Kjeller (Alternativ 1c) som kostnadmessig kommer best ut. Kostnadene ville i størrelsesorden vært tilsvarende om det i stedet var videre drift av Halden (Alternativ 1b) som var lagt til grunn. Alternativ 4 er ca. MNOK 100 dyrere. Alternativ 1a blir dyrere pga. høyere kostnader for OVD (to lokasjoner), mens Alternativ 2 (deponi) har vesentlig høyere investerings- og behandlingskostnader enn Alternativ 1c, samt høyere kostnader til OVD pga. drift av to lokasjoner fra det tidspunktet deponiet åpnes. Dette skyldes at deponiet ikke kan lukkes og forsegles da en av reaktorene fortsatt vil være i drift. Alternativ 2 blir derfor ca. MNOK 1 150 dyrere enn Alternativ 1c.

Årsaken til Alternativ 4 har økt betydelig i kostnader sammenlignet med scenario β , er at det fortsatt er reaktordrift ut analyseperioden (>2115) på en lokasjon, noe som medfører driftskostnader for lagre på denne lokasjonen i hele perioden.

Usikkerhetene er tilsvarende som for scenario α og β . I Figur 5-6 er resultatene presentert i et boks-plot.



Figur 5-6 Kostnader alle alternativer for scenario γ (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

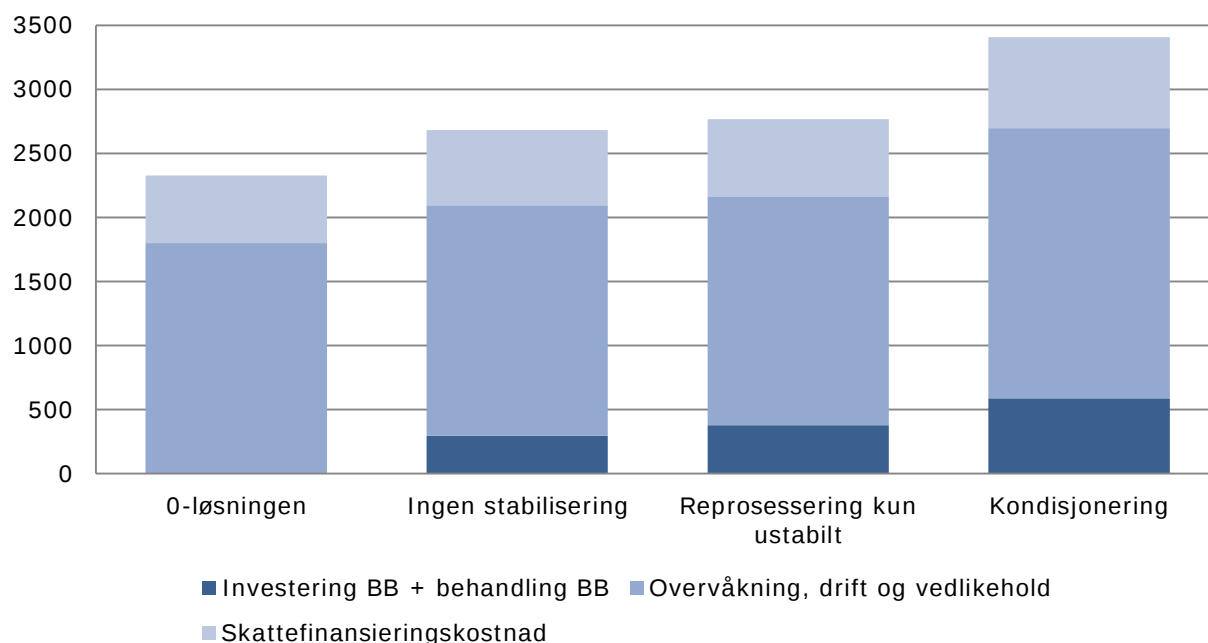
5.5 Sensitivitetsanalyse

Hensikten med en sensitivitetsanalyse er å vurdere hvor robust konklusjonen er for en endring i forutsetningene. I det følgende er det sett på de faktorene som synes mest kritiske for den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Det er endringer i hva som legges inn i Referansealternativet av investeringer, og det er hvordan en beslutning om stabilisering av ustabilt brukt brensel som skal lagres (Referansealternativet og Alternativ 1) vil påvirke rangering av alternativene. Videre er det sett på hvordan endringer i scenarioene for tidspunkt for nedstengning av reaktorene vil påvirke rangeringen av alternativene.

5.5.1 Endring i Referansealternativet

Som påpekt i mulighetsstudien er det lagt inn investeringer i Referansealternativet (jf. kapittel 4.5.1). Dette skyldes at det i Norge er ustabilt brukt brensel som det anses som ikke forsvarlig å oppbevare i dagens lagre på lang sikt, og at kapasiteten av lagrene for brukt brensel vil nås i løpet av analyseperioden (avhengig av scenario), jf. diskusjon om Referansealternativet i Vedlegg 9.

Utformingen av Referansealternativet er derfor følsomt for en beslutning om hva som bør gjøres med det ustabile brukte brenselet og endringer i avfallsmengder. Figur 5-7 viser kostnadene i Referansealternativet (fortsatt lagring på Kjeller og i Halden) ved ulike beslutninger knyttet til det ustabile brukte brenselet.



Figur 5-7 Figuren viser kostnaden i referansealternativet knyttet til beslutning om behandling av det ustabile brenselet (scenario β).

Figuren viser at 0-løsningen er det klart rimeligste. Her er det ikke lagt inn noen investeringskostnader når det gjelder det ustabile brukte brenselet. En beslutning om «Ingen stabilisering» som innebærer ompakking av det brukte brenselet til et tørt miljø, er rimeligere enn reprosessering av det ustabile brukte brenselet. Dette skyldes lavere behandlings- og investeringskostnader.

Alternativet «ingen stabilisering» er valgt som Referansealternativ, se Vedlegg 9 for videre begrunnelse for dette valget. Investeringene som er lagt inn i Referansealternativet utgjør i størrelsesorden ca. MNOK 280 i nåverdi. Dersom disse investeringene *ikke* gjennomføres i Referansealternativet vil det bety en tilsvarende økning i kostnadene for de andre alternativene ved sammenligning med Referansealternativet.

I scenario α , hvor Referansealternativet fremstår som den minst kostbare løsningen, vil en slik endring i Referansealternativet ytterligere styrke dette alternativet som det mest lønnsomme alternativet (jf. Tabell 5-1). Men når det gjelder scenario β vil lønnsomheten i de beste alternativene svekkes. Lønnsomheten i Alternativ 4 reduseres ift. Referansealternativet, men alternativet vil allikevel fortsatt være klart mest lønnsomt. Det gjelder imidlertid ikke Alternativ 1a som vil gå fra å være bedre til å være dårligere enn Referansealternativet. Lønnsomheten i alternativ 1b og 1c vil også reduseres, men vil fortsatt gi en besparelse sammenlignet med Referansealternativet (jf. Figur 5-3 og Tabell 5-4). Rangeringen i scenario γ påvirkes ikke, og Alternativ 1c vil fortsatt være klart mest lønnsomt, samt at Alternativ 4 fortsatt vil være nest beste alternativ (jf. Tabell 5-4).

Referansealternativet vil imidlertid i en situasjon uten de antatte investeringene innebære en større helse- og miljørisiko, i tillegg til at en hendelse med det ustabile brukte brenselet kan gjøre at det blir svært krevende og kostbart å flytte dette. Som omtalt i Vedlegg 7 vil fortsatt lagring av det ustabile brukte brenselet i dagens lagre innebære følgende risiko:

Skulle det skje en eksplosjon kan dette frigjøre plutonium og fisjonsprodukter. Disse vil være i form av partikler eller gass, alt avhengig av hvilke elementer som er tilstede, mengden, temperatur, trykk osv. Hvis bygningen forblir intakt, så vil det bli kontaminering på alle flater, og opprydningen av bygningen må foretas med fullt verneutstyr. Opprydning vil være krevende, ta lang tid og bli kostbar. Håndtering av brenselet vil også være problematisk, dette fordi en av barrierene blir borte, og geometrien blir forandret. Konsekvensen kan bli at det ikke er mulig å transportere dette brenselet til et nytt oppbevaringssted /D368/.

Dersom de foreslåtte investeringene i Referansealternativet ikke gjennomføres, innebærer dette en betydelig reduksjon i risikoen i alternativene til Referansealternativet. Dette bør dermed tillegges vekt, og vil gi alternativene til Referansealternativet positiv nytteverdi.

Diskusjonen over viser at alternativet som er rangert som det med høyest lønnsomhet for hvert av de tre scenarioene ikke endres dersom tiltakene for forbedring av lagringsforholdene for det ustabile brukte brenselet ikke gjennomføres i Referansealternativet. Anbefalingen er derfor robust for endring av denne forutsetningen.

5.5.2 Beslutning om stabilisering av ustabilt brukt brensel

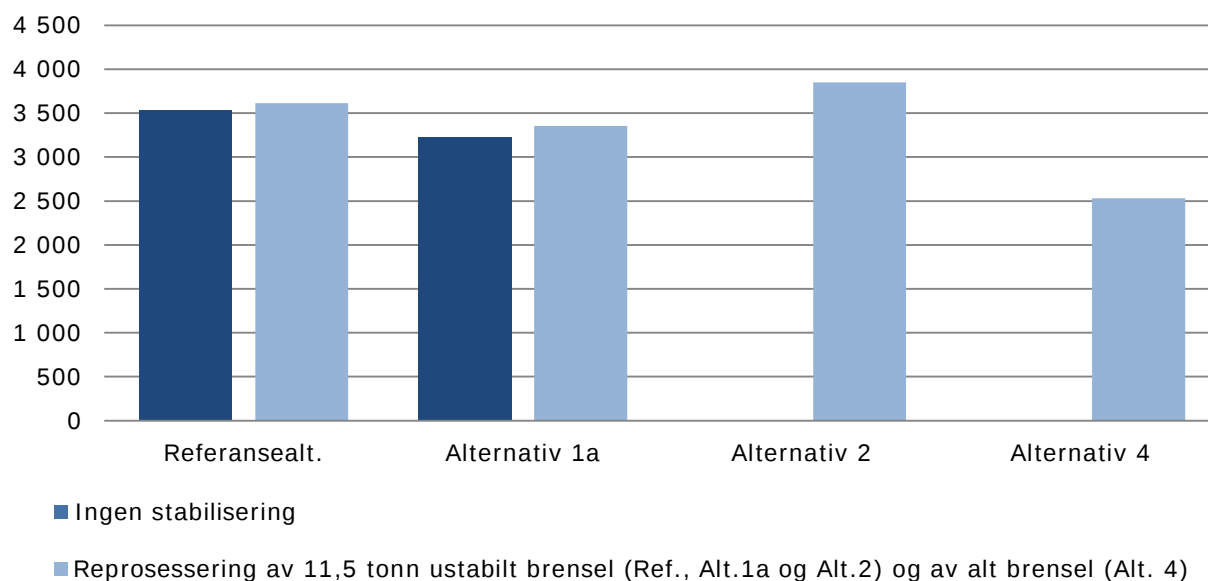
I analysen som er presentert i kapittel 5.3 er det i Referansealternativet og Alternativ 1 lagt til grunn at det ustabile brukte brenselet ikke stabiliseres før lagring, men i stedet gis bedre lagringsbetingelser enn det dagens lagre gir. I Alternativ 2 og Alternativ 3 er det derimot lagt til grunn at det ustabile brukte brenselet reposseseres før deponering, mens i Alternativ 4 reposseseres alt brukt brensel.

Det er gjort en sensitivitetsanalyse for å se om ulike beslutninger knyttet til stabilisering av det ustabile brukte brenselet vil endre rangeringen av alternativene ut fra samfunnsøkonomisk nytte. Dette innebærer at det gjøres en vurdering av om rangeringen av alternativene endres dersom det ustabile brukte brenselet stabiliseres før videre lagring også i Referansealternativet og Alternativ 1. Det er sett på to ulike former for stabilisering av det ustabile brukte brenselet før lagring: 1) Ustabilt brukt brensel sendes til repossessering og 2) Ustabilt brukt brensel kondisjoneres (jf. Vedlegg 7 for beskrivelse av kondisjonering). Ved kondisjonering av brukt brensel vil mengde stabilt avfall som mottas i retur utgjøre ca. 10 % mer enn den mengde som ble sendt til kondisjonering.

Beslutning om repossessering av ustabilt brukt brensel

Resultatene fra analysen viser at rangeringen er den samme mellom alternativene. Dette innebærer at dersom det skulle bli tatt en beslutning om repossessering av det ustabile brukte brenselet vil Alternativ 4 fortsatt være mest lønnsomt, og Alternativ 1 det nest mest lønnsomme. Rangeringen er derfor robust for en slik endring i forutsetninger.

Figur 5-8 viser kostnadsanslagene for hvert alternativ med og uten repossessering av det ustabile brukte brenselet i Referansealternativet og Alternativ 1a i scenario β . De samme konklusjoner vil også gjelde dersom scenario α (fortsatt drift av begge reaktorer i hele perioden) legges til grunn.



Figur 5-8 Kostnader for hvert alternativ gitt hhv. ingen stabilisering og reposessering av det ustabile brukte brenselet (scenario β). Verdiene er i nåverdi og MNOK 2014-priser.

Figuren viser at dersom reposessering legges til grunn for det ustabile brukte brenselet i Referansealternativet og Alternativ 1 så øker kostnadene med ca. MNOK 100 i begge alternativene. Økningen skyldes at de forventede kostnadene for å gjennomføre reposessering er høyere enn tilsvarende reduksjon i behovet for antall casks (beholdere for lagring) dersom ustabil brukte brensel reposesseres. Kostnaden for Alternativ 2 og Alternativ 4 er lik som tidligere analyser, da disse alternativene i utgangspunktet inneholder reposessering av henholdsvis ustabil brukte brensel og alt brukte brensel.

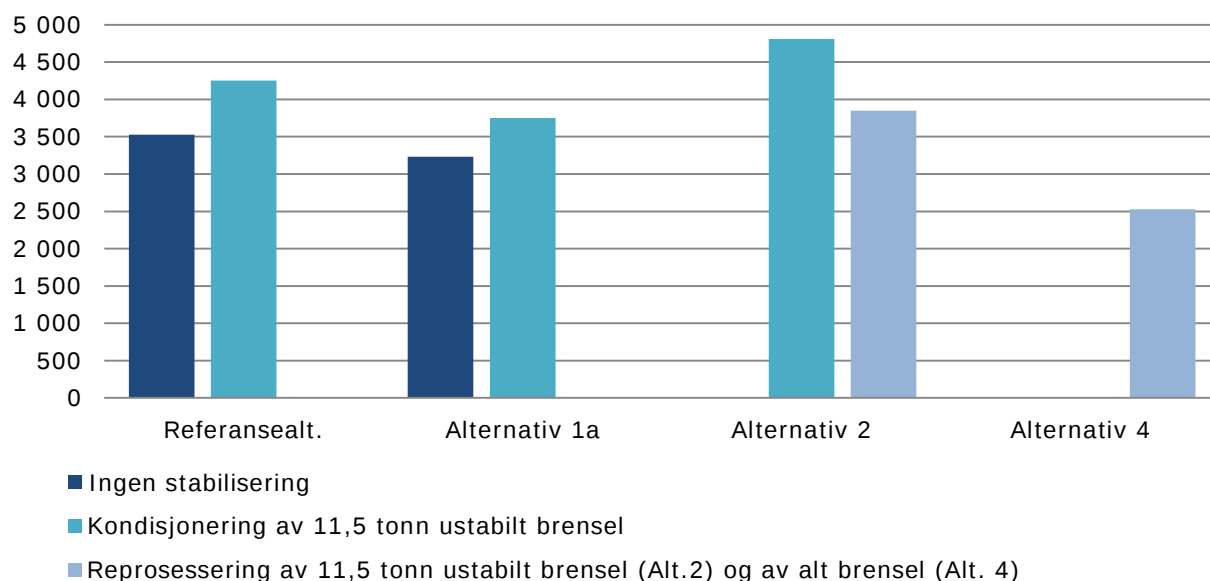
Differansen fra alternativ 4 til Referansealternativet og Alternativ 1a, når en legger reposessering til grunn, er på hhv. ca. MNOK 1100 og MNOK 800. Dette betyr at *dersom det velges kun å reposessere det ustabile brukte brenselet (11,5 tonn), så vil kostnadsdifferansen av ikke å reposessere også det stabile brenselet (4,8 tonn) i beste fall være MNOK 800.*

Beslutning om kondisjonering av ustabil brukte brensel

Resultatene fra analysen viser at rangeringen i scenario β er den samme mellom alternativene ved valg om å kondisjonere det ustabile brukte brenselet før lagring (jf. Tabell 5-2). Da vil Alternativ 4 fortsatt være mest lønnsomt, og Alternativ 1 fremstå som det nest mest lønnsomme. Rangeringen er derfor robust for denne endring i forutsetning.

Rangeringen endres derimot noe om scenario α eller scenario γ legges til grunn. I disse scenarioene var det ved ingen stabilisering av det ustabile brukte brenselet hhv. Referansealternativet og Alternativ 1c. som var det mest lønnsomme alternativet, og med Alternativ 4 som nest mest lønnsomme. Dersom kondisjonering av det ustabile brukte brenselet legges til grunn, vil i stedet Alternativ 4 være det mest lønnsomme i begge disse scenarioene. Referansealternativet og Alternativ 1c blir i stedet nest mest lønnsomt for hhv. scenario α og γ pga. kostnadsøkninger for å gjennomføre kondisjoneringen.

Figur 5-9 viser kostnadsanslagene for hvert alternativ med og uten kondisjonering av det ustabile brukte brenselet i Referansealternativet, Alternativ 1a og i Alternativ 2 i scenario β .



Figur 5-9 Kostnader for hvert alternativ gitt hhv. ingen stabilisering og kondisjonering av det ustabile brukte brenselet (scenario β). Verdiene er i nåverdi og MNOK 2014-priser.

Figuren viser at dersom kondisjonering legges til grunn for det ustabile brukte brenselet i Referansealternativet, Alternativ 1a og Alternativ 2 så øker kostnadene med hhv. ca. MNOK 700, MNOK 500 og MNOK 950. For Alternativ 4 er kostnadene for reprosessering av alt brukt brensel tatt med i oversikten for få frem kostnadsforskjellen til dette alternativet, så denne er uendret. For Referansealternativet og Alternativ 1 skyldes økningen behandlingskostnadene (kondisjoneringen). For Alternativ 2 skyldes økningen i kostnader behovet for casks for mellomlagring av det kondisjonerte brukte brenselet, og i tillegg økning i antall beholdere til deponiet. I tillegg til økte kostnader for casks og/eller beholdere, så øker kostnadene til fysisk sikring samt tilsyn og kontroll pga. returnering av plutonium for Referansealternativet, Alternativ 1a og Alternativ 2. Dette fordi plutonium klassifiseres i klasse 1 jfr. Atomenergiloven³¹.

Figuren viser at Alternativ 4 er ytterligere styrket som det mest lønnsomme dersom kondisjonering legges til grunn for stabilisering av det ustabile brukte brenselet. Differansen mellom Alternativ 4 og Referansealternativet er nå ca. MNOK 1700, til Alternativ 1a er den ca. MNOK 1200, mens til Alternativ 2 er den MNOK 2300. Dette betyr at *dersom det velges å kondisjonere det ustabile brukte brenselet (11,5 tonn), så vil kostnadsdifferansen av ikke å repossessere alt brukt brensel, som i Alternativ 4, i beste fall være MNOK 1200.*

Oppsummering

Alternativ 4 det mest lønnsomme alternativet uavhengig av om repossessering eller kondisjonering legges til grunn for behandling av det ustabile brukte brenselet. Denne konklusjon gjelder for scenario β .

Kostnadsanalysene viser at kondisjonering av det ustabile brukte brenselet forventes å gi meget høye kostnader. En slik løsning innebærer både høye behandlingskostnader (kondisjonering) og høye kostnader for casks for lagring og/eller beholdere for deponering, samt høyere kostnader til vakt og fysisk sikring ved returnering av plutonium ved lagring av dette avfallet.

³¹ Atomenergiloven LOV-1972-05-12-28 Helse- og omsorgsdepartementet

KVU-gruppen vil fremheve at *reprosessering av kun det ustabile brukte brenselet har en meget høy merkostnad sammenlignet med å reprosessere alt brukt brensel*. Reprosessering av også den siste mengden brukt brensel (ca. 4,8 tonn stabilt brukt brensel) vil gi en forventet reduksjon av de totale kostnadene med MNOK 800 ift. valg av Alternativ 1a. Dersom Alternativ 1a skal rangeres som det samfunnsøkonomisk mest lønnsomme alternativet må summen av de ikke-prissatte virkningene vurderes til å forsvare en kostnadsøkning på MNOK 800.

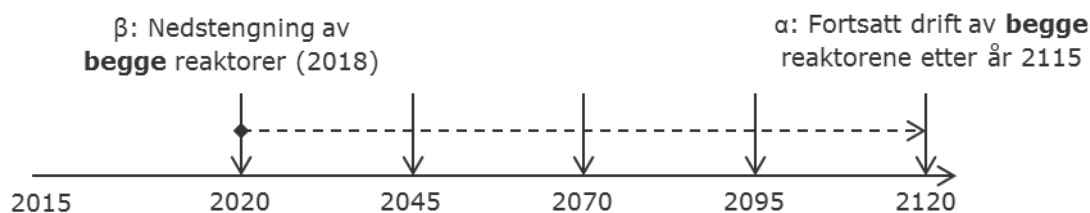
I tillegg til alternativene vist i Figur 5-8 og Figur 5-9 er også Alternativ 3 (internasjonalt samarbeid) en mulig løsning. Som påpekt i mulighetsstudiet er dette en løsning som sannsynligvis ikke er realiserbar dersom Norge har ustabil brukt brensel. Men gitt at Norge skulle velge å stabilisere det ustabile brukte brenselet (reprosessere eller kondisjonere), som analysert over, vil et internasjonalt samarbeid om en felles deponiløsning kunne være aktuelt. Alternativ 3 kan dermed bli en rimeligere løsning enn om Norge skulle bygget et deponi selv representert ved kostnadene vist i Figur 5-8 og Figur 5-9. Men reduksjonen i kostnader må være høyere enn MNOK 1 300 (ved reprosessering) eller MNOK 2 300 (ved kondisjonering) for at Alternativ 3 skal lønne seg fremfor Alternativ 4. En så omfattende kostnadsreduksjon ved en felles deponiløsning (Alternativ 3) vurderes av KVU-gruppen som lite sannsynlig.

5.5.3 Endringer i scenarioer for nedstengningstidspunkt for reaktorene

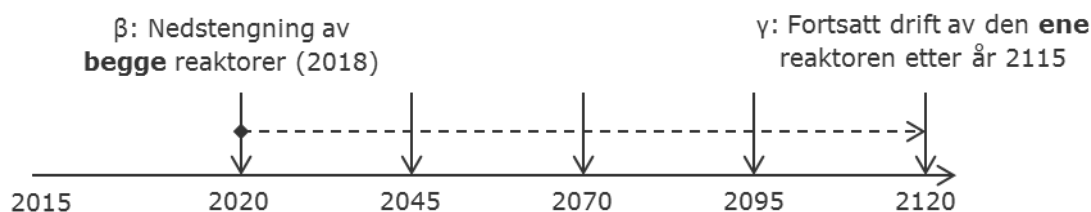
Som beskrevet tidligere, så er nedstengningstidspunkt av en eller begge reaktorer avgjørende for rangeringen av alternativene. Dette vises tydelig ved at det er ulike alternativer som er rangert som beste alternativ: I scenario α er Referansealternativet mest lønnsomt, i scenario β Alternativ 4, mens i scenario γ er det Alternativ 1 som er det mest lønnsomme alternativet. Det er derfor gjennomført en analyse av kostnadene for hvert alternativ dersom nedstengningstidspunktet for en eller to reaktorer endres mellom år 2020 og 2120.

Det er gjennomført en sensitivitetsanalyse av hvordan denne rangeringen endres dersom:

- tidspunkt for dekommisjonering av begge reaktorene skjer ved fem ulike tidspunkter mellom 2020 og 2120. Ytterpunktene i denne analysen tilsvarer omtrent scenario α og β (Figur 5-10).
- tidspunkt for dekommisjonering av én reaktor skjer ved fem ulike tidspunkter mellom 2020 og 2120, mens den andre reaktoren er nedstengt fra år 2018. Ytterpunktene i denne analysen tilsvarer omtrent scenario β og γ (Figur 5-11).

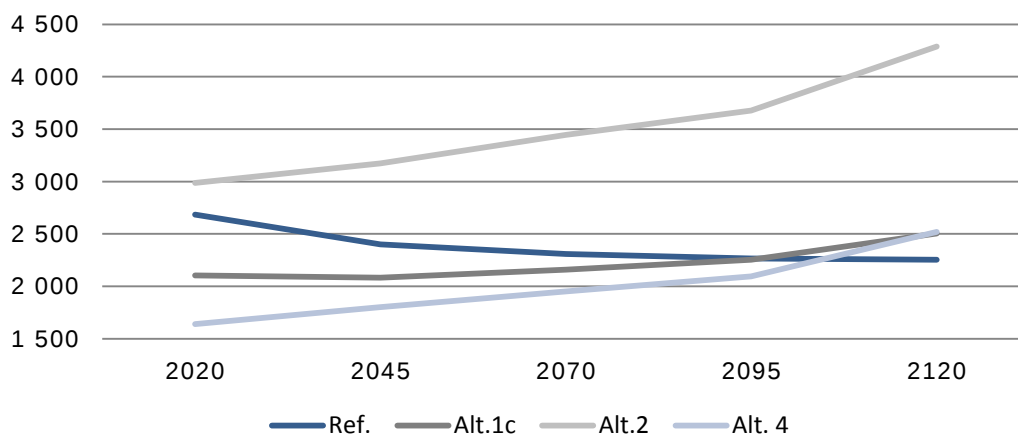


Figur 5-10 Illustrasjon av ulike tidspunkter for nedstengning av begge reaktorer



Figur 5-11 Illustrasjon av ulike tidspunkter for nedstengning av én reaktor, mens den andre reaktoren stenges ned i 2018

Figur 5-12 illustrerer hvordan totalkostnadene (nåverdi av investeringer, evt. dekommisjonering, behandling, drift og skattefinansieringskostnad) endres dersom tidspunktet for nedstengning av reaktorene endres. For Alternativ 1 «Samlagring i Norge» er Alternativ 1c valgt som alternativ da dette er det mest lønnsomme av de tre delalternativene (a, b og c) for Alternativ 1.

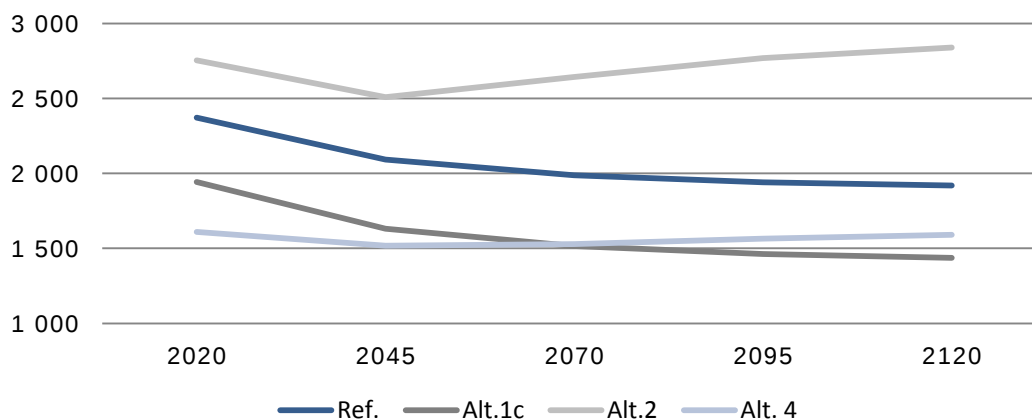


Figur 5-12 Totalkostnad (y-aksen) som funksjon av tidspunkt (x-aksen) for nedstengning av begge reaktorer (nåverdi, MNOK 2014)

Figur 5-12 viser at dersom både reaktordriften i Halden og på Kjeller stenges ned samtidig, så er:

- Alternativ 4 det klart mest lønnsomme alternativet i scenarioer med et tidspunkt for nedstengning før ca. år 2100
- Alternativ 1c nest mest lønnsomt for scenarioer med nedstengning før år ca. 2090
- Referansealternativet mer lønnsomt enn Alternativ 1c ved nedstengning enn ca. 2090, og passerer også Alternativ 4 som mest lønnsomt ved nedstengning senere enn ca. år 2100
- Alternativ 2 det dyreste alternativet uavhengig av nedstengningstidspunkt.

I Figur 5-13 er tilsvarende illustrert for et tilfelle der en reaktor legges ned i 2018 mens tidspunktet for nedstengning av den andre reaktoren varierer.



Figur 5-13 Totalkostnad (y-aksen) som funksjon av tidspunkt (x-aksen) for nedstengning av én reaktor. Den andre reaktoren stenges ned i 2018 (nåverdi, MNOK 2014)³²

³² I scenario β er restkostnad for drift av lager etter 2115 (til evig tid) inkludert i kostnadene. Dette er ikke inkludert i kostnadene for scenario γ presentert i Figur 5-13, derfor kan ikke kostnadene presentert rundt år 2020 direkte sammenlignes med år 2020 for Figur 5-12. Om

Figur 5-13 viser at dersom den ene reaktoren stenges ned i løpet av perioden, mens den andre stenges ned i 2018, så er:

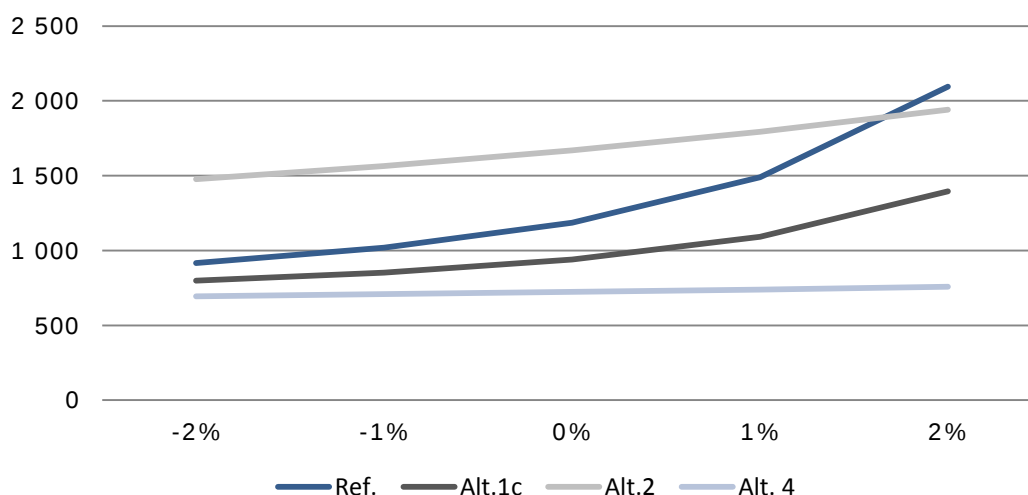
- Alternativ 4 det klart mest lønnsomme alternativet helt frem til ca. år 2060
- Alternativ 1c mer lønnsomt enn Alternativ 4 ved nedstengning senere enn ca. år 2060
- Referansealternativet det nest dyreste alternativet uavhengig av nedstengningstidspunkt
- Alternativ 2 det dyreste alternativet uavhengig av nedstengningstidspunkt

Nåverdiene som denne sensitivitetsanalysen gir (jf. Figur 5-12 og Figur 5-13) baseres på at det ikke skjer vesentlige endringer av forutsetningene for den perioden som analyseres. Det er derimot ikke usannsynlig at det vil skje med bakgrunn i at analyseperioden er veldig lang. Noen eksempler på vesentlige endringer i forutsetninger som kan medføre endringer i resultatene er: større endringer av tilgjengelig teknologi for stabilisering (herunder tilgang til kommersielle anlegg for reprosessering), lagring og deponering av brukt brensel; endring av nasjonal lovgivning og internasjonale avtaler mht. håndtering av radioaktivt avfall; det nasjonale og internasjonale politiske bildet mht. muligheter for å finne felles løsninger for håndtering av radioaktivt avfall; og endringer i driftsforutsetninger for reaktorene på Halden- og Kjeller.

Sensitivitetsanalysen viser at det ved nedstengning av begge reaktorene i løpet av *de nærmeste tiårene* vil Alternativ 4 være det samfunnsøkonomisk mest fordelaktige alternativet. Innenfor dette tidsrommet forventes det ikke at endringene i en eller flere av forutsetningene blir så omfattende at det endrer rangeringen.

5.5.4 Reallønnsvekst

I analysene presentert over er det benyttet en reallønnsvekst på 1,6 % i overenstemmelse med anbefalingen i NOU 2012:16 /D464/. Det er gjennomført en sjekk av om rangeringen av alternativene etter samfunnsøkonomisk nytte vil påvirkes dersom reallønnsveksten settes til hhv. -2 %, -1 %, 0 %, 1 % eller 2 %.



Figur 5-14 Sensitivitetsanalyse av reallønnsvekst (Scenario β). Verdi i MNOK 2014.

Figuren over viser hvordan nåverdien av kostnadene endres dersom reallønnsveksten endres. Kostander for dekommisjonering er ikke tatt med i figuren over, da det er kostnadene til overvåkning, drift og vedlikehold i hele analyseperioden som i størst aller størst grad påvirkes av en endret reallønnsvekst.

restkostnad også var lagt til grunn for scenario γ, ville Alternativ 4 være beste alternativ enda lenger pga. at kostnadene for Alternativ 1c vil øke noe. Denne forskjellen i behandling av restkostnader har derfor ingen påvirkning på konklusjonene i sensitivitetsanalysen.

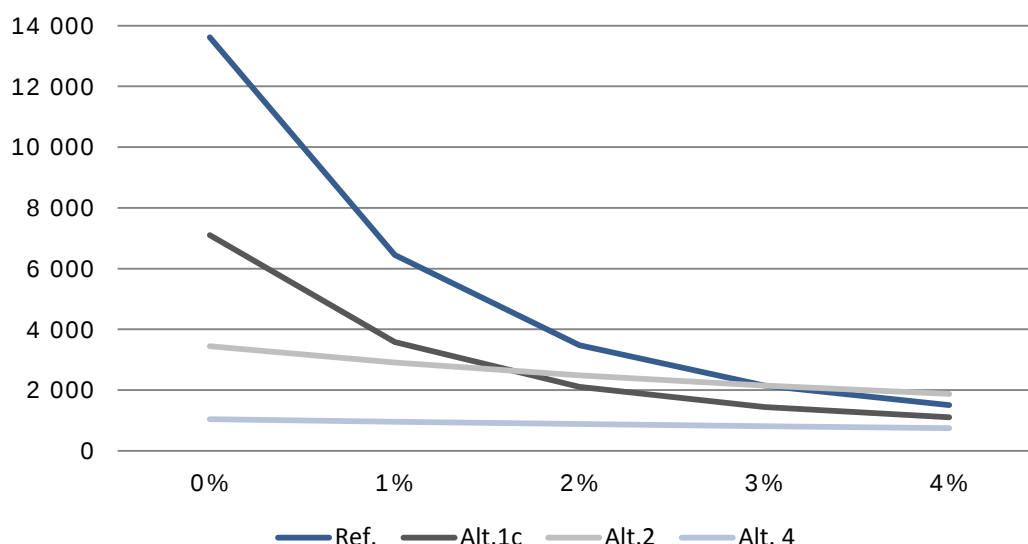
Som figuren viser, vil en reallønnsvekst lavere enn de benyttede 1,6 % ikke medføre noen endring av rangering. Derimot vil en høyere reallønnsvekst enn ca. 1,8 % medføre at Referansealternativet blir dyrere enn Alternativ 2. I Referansealternativet vil reaktoren både Halden og Kjeller måtte driftes i hele analyseperioden, mens Alternativ 2 (og tilsvarende Alternativ 4) påvirkes i mindre grad av endret reallønnsvekst pga. langt lavere kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold.

For scenario α og γ er det ingen endring i rangering (jf. Tabell 5-1 og Tabell 5-4) dersom reallønnsveksten endres i det intervallet som angitt i Figur 5-14.

Denne sensitivitetsanalysen viser at anbefaling av alternativ ikke påvirkes av endringer i reallønnsvekst i det intervallet som er vurdert, og at rangeringen av alternativene også i liten grad påvirkes. Rangering av alternativer anses derfor som robust for endring av denne forutsetningen.

5.5.5 Diskonteringsrente

I analysene presentert over er en diskonteringsrente på 4 % benyttet da det er i overenstemmelse med anbefalingen i NOU 2012:16 /D464/. Det er gjennomført en sjekk av om rangeringen av alternativene etter samfunnsøkonomisk nytte vil påvirkes dersom diskonteringsrenten settes til hhv. 0 %, 1 %, 2 %, 3 % eller 4 %.



Figur 5-15 Sensitivitetsanalyse av diskonteringsrente (Scenario β). Verdi i MNOK 2014.

Figuren over viser hvordan nåverdien av kostnadene endres dersom diskonteringsrenten endres. Kostnader for dekommisjonering er ikke tatt med i figuren over, da endring i diskonteringsrente vil forholdsmessig gi samme tilsvarende endringer på alternativene siden tidspunkt for nedstengning av reaktorene er det samme (2018).

For scenario β er Alternativ 4 det alternativet med lavest samfunnsøkonomisk kostnad uavhengig av diskonteringsrente. For rente lavere enn 3 % fremstår Alternativ 2 som bedre enn Referansealternativet, og ved rente lavere enn 2 % er Alternativ 2 også bedre enn Alternativ 1 (jf. Tabell 5-2).

For scenario α og γ er det ingen endring i rangering (jf. Tabell 5-1 og Tabell 5-4) dersom diskonteringsrenten endres i det intervallet som angitt i Figur 5-15.

Denne sensitivitetsanalysen viser at anbefaling av alternativ ikke påvirkes av diskonteringsrenten i det intervallet som er vurdert, og at rangeringen av alternativene også i liten grad påvirkes. Analysen anses derfor som robust for endring av denne forutsetningen.

5.6 Gevinster ved samlokalisering av brukt brensel og annet radioaktivt avfall

Som påpekt i mulighetsstudiet er det antatt at en samlokalisering av nødvendige lagre og/eller deponi for ARA og brukt brensel kan gi kostnadsbesparelser. Noen av områdene som kan gi besparelser i drift- og investeringskostnader er listet under:

- Drift
 - Ved å ha færre lokasjoner kan spesielt kostander for fysisk sikring og overvåkning reduseres. Men også drift og vedlikehold kan gi besparelser på ett større anlegg enn to separate.
- Investeringskostnader
 - Ved å bygge et større anlegg kan det bli besparelser på utredning av lokasjon, prosjektering, utbygging (herunder spesielt «rigg og drift»), felles adkomsttunnel ved et fjellanlegg, bygg for administrasjon og drift, og til fysisk sikring av anlegget.
 - Muligheten for å endre bruk av anlegget. Gjøre om fjellhaller som benyttes til lagring av brukt brensel frem til et deponi står klart - til deponi for ARA (økt kapasitet for ARA)
- Reduksjon i negative eksterne virkninger
 - Beslagleggelse av færre lokasjoner.

Innen ovennevnte områder vil det være mulig å redusere kostnadene for en ny lagerløsning og eller deponiløsning for brukt brensel ved å samlokalisere denne med lager og/eller deponi for ARA, og dermed påvirke både kostnader og nytte i Alternativ 1 og Alternativ 2.

5.7 Drøfting av resultater og anbefaling av alternativ

Analysen er gjennomført på basis av tre hovedscenarier for reaktordrift. Resultatene fra analysen i de tre scenarioene viser at anbefalt oppbevaringsløsning av norsk brukt brensel er følsom for hvor lenge Norge kommer til å ha reaktordrift på Kjeller og i Halden. Det gjelder både spørsmålet om *tidspunkt* for evt. nedstengning, og hvorvidt det er reaktordrift på ingen, en eller to lokasjoner. Resultatene fra analysen presenteres i Tabell 5-8.

Tabell 5-8 Rangering av alternativer for hvert scenario for reaktordrift (α , β , γ) der 1 er best

Scenario	Referanse- alternativet	Alternativ 1 Samlager i Norge	Alternativ 2 Deponi i Norge	Alternativ 3 Internasj. samarbeid	Alternativ 4 Reprosessere alt brensel
α : Fortsatt reaktordrift på to lokasjoner	1	3	5	3	2
β : Tidlig nedstengning av reaktordriften	3	2	5	3	1
γ : Reaktordrift på én lokasjon. Tidlig nedstengning av den andre	3	1	5	4	2

En hovedkonklusjon er at jo færre lokasjoner med oppbevaring av brukt brensel jo lavere kostnader, og derav mer samfunnsøkonomisk lønnsomt. Dette skyldes at det er betydelige kostnader å spare til overvåkning, drift og vedlikehold av en oppbevaringsløsning ved å samle dette på så få lokasjoner som mulig.

Hovedresultater fra analysen for de tre scenarioene

Dersom begge reaktorer er i drift i hele analyseperioden (scenario α), vil lagring av brukt brensel nær reaktoren fremstå som den mest lønnsomme løsningen (Referansealternativet).

Ved en tidlig nedstengning av reaktordriften på kun én lokasjon (scenario γ), vil det være mest lønnsomt å samle alt brukt brensel ved reaktoren som fortsatt er i drift, så lenge reaktordriften fortsetter ut analyseperioden (Alternativ 1).

Ved en tidlig nedstengning av begge reaktorene (scenario β), vil det være mest lønnsomt å sende alt brukt brensel til utlandet for repressering (Alternativ 4). Det vil da ikke lengre være noe brukt brensel oppbevart i Norge, og kostnader knyttet til overvåkning, drift og vedlikehold av oppbevaringsløsninger for brukt brensel er spart.

Videre vurderinger

I sensitivitetsanalysen (kapittel 5.5) er det sett på følsomheten for endring i varighet av reaktordriften, dvs. endring i tidspunkt for nedstengning. Denne analysen viser at *dersom begge reaktorene stenges ned på et eller annet tidspunkt før år 2100*, dvs. i løpet av de neste ca. 80 årene, så er Alternativ 4 fortsatt det mest lønnsomme alternativet. Ved fortsatt reaktordrift på en eller to lokasjoner etter år 2100 vil lagring av brukt brensel nær reaktoren fremstå som den mest kostnadseffektive løsningen.

Det er imidlertid viktig å påpeke at analysen er basert på at det *ikke skjer vesentlige endringer i forutsetningene* som er lagt til grunn for hvert alternativ. Dette vil kunne påvirke resultatene i analysen.

Det er større usikkerhet i resultatene jo lenger tid det tar før reaktordriften stenges ned. Dette henger sammen med at jo lenger tid det tar før reaktordriften avvikles, jo mer usikkerhet er det knyttet til hvorvidt alternativ 4 er gjennomførbart med de forutsetninger som er lagt til grunn. Alternativet innebærer at det alt brukt brensel sendes til repressering for å frigjøre kapasitet i dagens lagre til å kunne ta i mot nytt brukt brensel (så lenge reaktorene er i drift), for på den måten å unngå investering i nye lagre. Og videre at resterende mengde brukt brensel sendes til repressering når reaktordriften er avviklet.

Tar det flere tiår før en evt. nedstengning av reaktordriften skjer, så vil det være usikkerhet knyttet til represseringstjenestens tilgjengelighet, form og pris. Dersom repressering ikke lengre er tilgjengelig ved en nedstengning, vil brukt brensel måtte lagres i Norge. Denne løsningen vil kunne bli svært dyr sammenlignet med en tidlig nedstengning av reaktorene og repressering av alt brukt brensel (Alternativ 4).

Dersom det velges å sende alt brukt brensel til repressering, vil det være en stor fordel at det ikke lenger er ustabil brukt metallisk brensel igjen i Norge. Men det gjøres oppmerksom på at brukt brensel som i dag genereres ved JEEP 2 reaktoren på Kjeller har aluminiumskapsling og at dette brukte brenselet også er ustabil og kan med dagens kjente teknologi heller ikke direkteponeres. Denne type brukt brensel er ikke i samme grad ustabil som metallisk brukt brensel.

Et alternativ til å velge å repressere brukt brensel, der det er usikkerhet om varighet av reaktordriften, er å *utsette beslutningen om repressering*. Det innebærer å velge Referansealternativet eller Alternativ 1 først, for så å kunne velge Alternativ 4 ved et senere tidspunkt. Dersom beslutningen om repressering utsettes, vil det bety at nødvendige investeringer i lagerkapasiteten for å kunne opprettholde driften må foretas, alternativt vil det fremtvinge en nedstengning av reaktordriften innen ca. 10 år uten disse investeringene. Disse investeringene vil være tapt dersom det på et senere tidspunkt skulle velges å sende alt brukt brensel til repressering. Hvor store de tapte investeringene vil være avhenger av hvilken lagerløsning som blir valgt i mellomtiden, dvs. type lagringsbeholdere, lokasjon for oppbevaring og type bygg.

En utsettelse av en beslutning om repressering, eller ved valg av Referansealternativet eller Alternativ 1, vil også bety at det fortsatt er ustabil brukt brensel lagret i Norge. Det vil kunne medføre, om represseringstjenesten skulle forsvinne, at det kan bli langt dyrere å stabilisere dette *om* det skulle være ønskelig eller nødvendig på et senere tidspunkt. Men eventuell fremtidig ny teknologi kan på den andre siden også føre til at nye former for stabilisering utvikles og gjør det mindre kostbart å stabilisere ustabil brukt brensel i fremtiden.

Referansealternativet og Alternativ 1 innebærer fortsatt lagring av det ustabile brukte brenselet i uoverskuelig fremtid. Det påpekes at det alltid vil være en risiko forbundet med å ha det ustabile brukte brenselet lagret på sin nåværende form da det er kjemisk ustabil. Dette også etter at det er pakket om i nye beholdere. Selv om risikoen vil være redusert vil det alltid være en viss sannsynlighet for en uønsket hendelse så lenge det brukte brenselet ikke er stabilisert. Det er betydelig usikkerhet knyttet til hvor lenge dette brukte brenselet kan ligge på nye beholdere, men det er gjort en vurdering av at dette kan være mulig i minst 100 år til, ref. Vedlegg 2 .

Det ustabile brukte brenselet var et tema i Stranden-rapporten hvor det ble gjort en anbefaling om å sende dette til repressering. I denne KVVU er det ikke lagt til grunn en slik investeringsbeslutning, men det er sett på resultatenes følsomhet dersom det tas en beslutning om stabilisering av kun det ustabile brukte brenselet. Da er det sett på to forhold for stabilisering; repressering og kondisjonering. Analysen viser at kostnadene for Referansealternativet og Alternativ 1 vil øke noe ved å stabilisere det ustabile brukte brenselet og således øke kostnadsdifferensen til Alternativ 4. Rangeringen av

alternativene er derimot ikke i særlig grad følsom for om det legges til grunn en beslutning om stabilisering. I scenario β vil Alternativ 4 komme best ut uansett.

Det er gjennomført beregninger som viser at merkostnaden av å repossessere kun det ustabile brukte brenselet sammenlignet med å repossessere alt brukt brensel i beste fall ligger på i størrelsesorden MNOK 800 der det stabile brukte brenselet forutsettes samlagret på ny lokalitet (Alternativ 1a).

Det betyr at dersom det først tas en beslutning om repossessering av det ustabile brukte brenselet bør også det stabile brukte brenselet sendes til repossessering.

En deponiløsning i Norge fremstår som mest kostbare alternativ i alle scenarioer pga. store investeringskostnader. Når det gjelder alternativ 3, internasjonalt samarbeid, er det rangert som bedre enn Alternativ 2 da en forutsetning for et samarbeid må være at kostnadene blir lavere enn å utvikle og bygge et nasjonalt deponi.

Både Alternativ 2 og Alternativ 3 forutsetter imidlertid, slik de er definert, repossessering av ustabil brukte brensel. Skulle repossessering som en kommersiell tjeneste forsvinne, vil det mest sannsynlig medføre at disse alternativene blir betydelig dyrere da det brukte brenselet først må stabiliseres på en annen måte enn ved repossessering, og at mengden stabilisert brukt brensel bli betydelig større sammenlignet med repossessering av ustabil brukte brensel der det ikke vil være ustabil brukte brensel tilbake.

Anbefaling

Dersom det er overveiende sannsynlig at begge reaktorene stenges ned i løpet av de nærmeste tiår, og repossessering er en tilgjengelig kommersiell tjeneste i denne perioden, bør det innledes en prosess med å sende alt brukt brensel til repossessering.

KVU-gruppens anbefaling avhenger således av varighet av reaktordrift og at repossessering er tilgjengelig som en kommersiell tjeneste. Dersom det ikke forventes en nedstengning av reaktordriften de nærmeste tiårene eller at repossessering ikke lenger vil være kommersielt tilgjengelig, viser analysen at det er større usikkerhet knyttet til hvilket alternativ som bør anbefales.

Dersom repossessering ikke er en akseptabel løsning, vil både stabilt og ustabil brukte brensel måtte oppbevares i Norge. Det er KVU-gruppens anbefaling at antall lokasjoner hvor brukt brensel oppbevares bør reduseres til et minimum da dette er kostnadsbesparende. Valg av lokasjon for oppbevaring avhenger av hvor lenge det vil være drift av de enkelte reaktorer, muligheter for samlagring med annet radioaktivt avfall og varigheten av lagerløsningen.

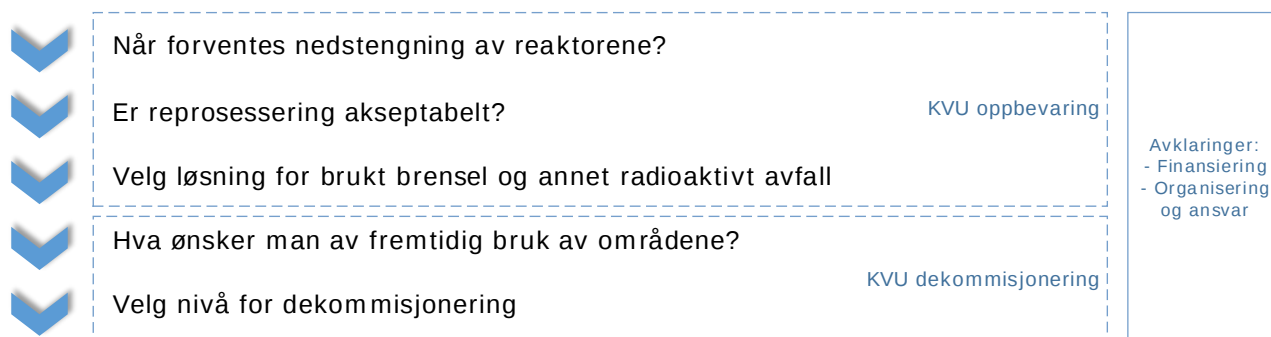
6 ANBEFALINGER FOR VIDERE PLANLEGGING

Anbefalinger for videre planlegging er basert på anbefalingene om valg av alternativ i foregående kapittel. Det er to sentrale spørsmål som norske myndigheter må ta stilling til i en tidlig fase. Utfallet av valgene gir begrensninger både for hvilke av alternativene som er aktuelle, og rangering av alternativene ut fra samfunnsøkonomisk kostnad. Dette vil dermed påvirke hvilke alternativer som det anbefales å gå videre med i en etterfølgende fase. De to spørsmålene som vil være avgjørende å få tatt stilling til er spørsmålet om reprosessering av brukt brensel er akseptabelt som metode eller ikke for norske myndigheter, og det er spørsmålet om hvor lenge reaktorene ved anleggene i Halden og på Kjeller vil være i drift. Anbefalingene for videre planlegging og aktiviteter i en forprosjektphase er gitt ut fra ulike utfall av stillingtagen til disse spørsmålene.

Det er videre sett på hvordan behov best kan ivaretas i videre fase der det er tatt utgangspunkt i behov fra behovsanalysen som er presentert i kapittel 3.1 Dette omfatter behov som kan relateres til utforming av løsning eller gjennomføring av tiltakene, og behov som er knyttet til ønskede ringvirkninger.

6.1 Overordnede valg som bør tas tidlig

Strategi for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall vil i stor grad påvirkes av utfallet av noen overordnede valg som anbefales gjort så tidlig som mulig. Figur 6-1 viser anbefalt beslutningsstruktur som reflekterer sammenhengen mellom de to KVU for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall (denne KVU) og KVU for dekommisjonering. Som figuren viser vil ulike valg innledningsvis påvirke valg av løsning for brukt brensel, noe som igjen vil påvirke muligheter for fremtidig bruk av områdene, og nivå for dekommisjonering og når en dekommisjonering kan skje.



Figur 6-1 Beslutningsstruktur

I etterfølgende kapitler er det sett nærmere på hvilke konsekvenser ulike valg på de to ovennevnte spørsmål har for løsning for brukt brensel og annet radioaktivt avfall.

6.1.1 Varigheten av reaktordrift påvirker rangering av alternativer

Ved fortsatt reaktordrift i hele analyseperioden på 100 år (scenario α) er det Referansealternativet som har størst samfunnsøkonomisk nytte. Referansealternativet representerer en løsning der det vil være lagre for brukt brensel både på Kjeller og i Halden.

Dersom varigheten av reaktordriften blir vesentlig redusert vil det skje en endring i rangering av hvilket alternativ som har størst samfunnsøkonomisk nytte. Det vil være andre alternativer som vil komme best ut samfunnsøkonomisk dersom det skjer en tidlig nedstengning av reaktordriften i én (scenario γ) eller begge reaktorer (scenario β) som omtalt i kapittel 5 og som vist i Figur 6-2.

I tillegg til at ovennevnte spørsmål påvirker rangering av alternative løsninger for oppbevaring av brukt brensel, så påvirker også varigheten av reaktordrift lønnsomheten av å samlokalisere anleggene for lagring av brukt brensel og deponi for radioaktivt avfall.

6.1.2 Valg av repressering eller ikke påvirker hvilke alternativer som er mulige

En beslutning om hvorvidt Norge skal sende brukt brensel til repressering i utlandet bør vurderes på bakgrunn av de faktiske konsekvensene repressering innebærer. Hovedhensikten med repressering er å gjenvinne uran (U-235) og plutonium (Pu-239), som videre kan benyttes i MOX-brensel til bruk i kjernekraftreaktorer. Men U-235 og Pu-239 kan også benyttes i kjernefysiske våpen, og ikke-spredningsarbeid for atomvåpen vil dermed aktualiseres som et tema.

Problemstillingen knyttet til spørsmålet om å velge repressering som metode for å stabilisere det ustabile brukte brenselet er kompleks, og har vært, og er fortsatt gjenstand for stor motstand fra miljøvernorganisasjoner.

Slik KVV-gruppen ser det vil det være fire forhold som peker seg ut som krever spesiell vurdering ved en beslutning om repressering som metode bør anvendes; risiko knyttet til transport av nukleært materiale over landegrenser, utslipp av radioaktivitet til miljøet fra repressering av brukt brensel, en mulig ulykke ved represseringsanlegget som kan medføre store utslipp til omgivelsene, og hvordan det uran og plutonium som utskilles ved represseringen er tenkt anvendt. Disse forholdene er omtalt i kapittel 4, kapittel 5 og Vedlegg 7 og er viktige i vurderingen av om repressering av bruk brensel vil være en aktuell metode.

I diskusjonen knyttet til hvorvidt repressering som metode er akseptabelt eller ikke vil sistnevnte forhold (anvendelse av uran og plutonium som skilles ut ved repressering) være det forhold som det vil være mulig å påvirke ved å se på alternativt anvendelse.

Repressering er slik det er definert en metode som anvendes der man ser på brukt brensel som en ressurs og ikke som avfall. Ved å utskille uran og plutonium kan råmaterialene gjenvinnes for produksjon av nytt kjernebrensel. Ved repressering vil uran og plutonium forbli i den nasjonen som utfører represseringen for bruk i MOX-brensel. I dette tilfellet ses uran og plutonium som en ressurs. Dersom brukt brensel betraktes som avfall vil en løsning være kondisjonering og der en løsning kan være at plutonium og uran som skilles ut ved prosessen med repressering sendes i retur til Norge for deponering i tillegg til det vitrifiserte avfallet, kapslingsmaterialet og prosessavfallet. Alternativt at det velges en løsning med kondisjonering der ett stabilt materiale bestående av uran, plutonium og restprodukter fås i retur og som kan lagres eller deponeres. Sistnevnte løsning er betinget av om represseringsanlegget kan tilby denne varianten av stabilisering. Dette er nyanser knyttet til hvordan brukt brensel kan gjenvinnes (represseres) eller kondisjoneres på to ulike måter og omformes til ett eller flere stabile radioaktive typer av materiale som kan deponeres. KVV-gruppen ser denne informasjon som viktig i sammenheng med norske myndigheters stillingtagen til spørsmålet om repressering er akseptabelt eller ikke alternativt kondisjonering der Norge selv tar hånd om uran og plutonium.

En ytterligere vurdering er knyttet til om det kun er det ustabile brukte brenselet som bør represseres, eller om alt brukt brensel bør sendes til repressering. Innvirkningen som mengde brukt brensel som sendes til repressering har på hvilke alternativ som er mulige, og som vil ha samfunnsøkonomisk størst nytte, er omtalt i etterfølgende kapittel. Den økonomiske siden av kun å sende det ustabile brukte brenselet til repressering i stedet for å sende alt brukt brensel (Alternativ 4), er omtalt i kapittel 5.5.2.

En viktig konsekvens av å ikke akseptere repressering som løsning, er at det kun er lagringsalternativer som vil være aktuelle ut fra dagens tilgjengelige teknologiske løsninger. Det er, som tidligere

nevnt, i dag ikke en tilgjengelig løsning for direkte deponering av det ustabile brukte brenselet, og det er heller ikke tilgjengelig en kommersiell tjeneste for å stabilisere det ustabile brukte brenselet slik at dette kan deponeres.

Dersom Norge kun velger en strategi for langtidslagring av det ustabile brukte brenselet uten aktivt å finne løsninger for deponering, så vil dette ikke være i tråd med IAEA eller EUs anbefalinger.

6.2 Strategiske veivalg påvirker anbefaling av alternativ

Som vist til innledningsvis er det viktig å ta en beslutning om hvor lenge det skal være drift av reaktorene, og om reprosessering er akseptabelt eller ikke. Beslutningene bør tas tidlig i prosessen da beslutningene vil påvirke henholdsvis hvilke alternativ som gir størst samfunnsøkonomisk nytte, og hvilke løsningsalternativ som er aktuelle. I det etterfølgende er det sett på kombinasjoner av utfall av ovennevnte sentrale spørsmål.

Figur 6-2 oppsummerer hvilke alternativer som har størst samfunnsøkonomisk nytte avhengig av utfallet på spørsmålet om reprosessering er *akseptabelt* eller ikke.



Figur 6-2 Aktuelle alternativer rangert etter samfunnsøkonomisk nytte for kombinasjoner av mengde brukt brensel som reprosesseres, og scenarier for varighet av reaktordrift

Dette er illustrert ved de tre ulike radene i figuren med henholdsvis; repressering av alt brukt brensel er ansett som akseptabelt, kun akseptabelt å repressere det ustabile brukte brenselet, eller repressering som metode anses som ikke akseptabel. Langs den andre aksene er det sett på de tre ulike scenarioene for varighet av reaktor drift som er omtalt i alternativanalysen (jf. kapittel 5.3).

For tilfellet der det er akseptabelt å repressere alt brukt brensel (første rad i tabellen) så er hele mulighetsrommet av alternativer aktuelle og derfor vist med rangering.

Alternativ 3 Internasjonalt samarbeid aktualiseres i realiteten bare i tilfellet der kun det ustabile brukte brenselet represseres (midterste rad i tabellen) og der det ønskes en deponiløsning for det stabile brukte brenselet. Det er flere tilfeller der Alternativ 3 er et aktuelt alternativ at det ikke er mulig å gi en eksakt rangering av dette. (jf. diskusjon av Alternativ 3 i kapittel 5.3). I Figur 6-2 kan rangeringen av alternativ 3 være noe usikker som omtalt i kapittel 5 og dette er markert med piler mellom alternativene der rangering er usikkert (gjelder kun for scenario α og β).

I etterfølgende kapitler er det sett på hvilke aktiviteter i et forprosjekt som er aktuelle uavhengig av valg av alternativ løsning for oppbevaring av brukt brensel. Videre er det sett på aktiviteter i forprosjektfasen avhengig av kombinasjoner av sannsynlige scenarioer for reaktor drift, og om det vil være aksept for repressering av brukt brensel eller ikke.

6.2.1 Aktiviteter i en forprosjektfase som er uavhengig av valgt alternativ

Uavhengig av hvilket alternativ som velges for oppbevaring av brukt brensel så bør følgende aktiviteter gjennomføres i en forprosjektfase:

1. Norske myndigheter bør vurdere å ta kontakt med amerikanske myndigheter for å se om det kan være mulig å få til en avtale der USA kan motta det norske ustabile brukte brenselet som enten en del av returprogrammet eller utenom dette.
2. Gjennomføre en prosess med vertskommune for anlegget i Himdalen med formål å se på muligheter for en utvidelse av kapasiteten av eksisterende anlegg for deponering av LILW med mulighet for å lagre brukt brensel og LL-ILW. I parallell bør nye lokasjoner for et slikt anlegg undersøkes der det tas utgangspunkt i utredningsarbeidet som ble gjort ifbm etableringen av anlegget i Himdalen. Det anbefales at avtalen med en vertskommune skal dekke et deponi for LILW med opsjon på å lagre brukt brensel og LL-ILW ved behov. Prosessen bør gjennomføres basert på frivillighet og med nødvendige incitamenter for å komme til enighet. Dette er nærmere omtalt i et etterfølgende kapittel.
3. Grunnundersøkelser av aktuelle lokasjoner for å se hvilke som tilfredsstillende geologiske forutsetninger og barriere mot radioaktive utslipp til omgivelsene for et kombinert lager for brukt brensel og LL-ILW og et deponi for LILW. Dersom grunnundersøkelser for aktuelle lokaliseringer ikke viser tilfredsstillende resultater må nye områder vurderes.
4. Forprosjektering av et deponi for LILW med mulighet for å lagre brukt brensel og LL-ILW.
5. Oppfølging av program for undersøkelse av tilstand til ustabil brukt brensel som IFE gjennomfører. Vurdering av resultater og hvilke konsekvenser påvist tilstand kan ha for valg av løsning.
6. Gjennomføre en studie for å finne status på planer for deponier i Europa og andre aktuelle land og teknologiske løsninger for behandling av brukt brensel, beholdere og for deponiene.

7. Finne frem til måter å overvåke muligheter for repressering fremover i tid og å kunne varsle om denne muligheten evt. endres. Fra Strandenutvalgets rapport kom i 2011 og frem til i dag er f.eks. Sellafield i Storbritannia ikke lengre et kommersielt alternativ for det norske brenselet.
8. I tillegg bør det igangsettes studie med en kartlegging av dagens regelverk og dagens praksis for avfallsbehandling av type avfall som i dag sendes til radavfallsanlegget hos IFE på Kjeller og videre for deponering i KLDRA Himdalen. Fokus må være på regelverk, deklarasjonskrav til avfall som sendes til radavfallsanlegget, type informasjon som sendes med avfallet og kontroll med nuklideinnhold i mottatt avfall etc. Dette er forhold som er viktige for bedre å kunne skille på radioaktivt avfall som er deponeringspliktig og det som kan friklasses. I tillegg bør det også nærmere etableres en oversikt over hvor radioaktivt avfall som kan friklasses, men fortsatt inneholder radioaktivitet kan sendes til.

6.2.2 Aktiviteter ved tidlig nedstengning av begge reaktorer

Dersom begge reaktorer er forventet å stenge i løpet av de nærmeste tiårene vil aktuelle alternativer avhenge av om repressering er akseptabelt eller ikke, og videre om repressering kun er akseptabelt for det ustabile brukte brenselet eller for alt brukt brensel.

Alternativ 4, repressering av alt brukt brensel, er det klart mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativet.

Dersom kun repressering av det ustabile brukte brenselet er aktuelt, eller om repressering ikke tillates for noe brensel, vil Alternativ 1 (samlagring av brukt brensel) være det foretrukne alternativet for lagring av det gjenværende stabile brukte brenselet. Hvorvidt det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å innplassere lagret på ny lokasjon, eller om en av dagens lokasjoner (Halden eller Kjeller) skal benyttes videre, vil avhenge av vurderinger av de ikke-prissatte virkningene som er diskutert i kapittel 5.3.2 på side 48.

For Alternativ 4 vil følgende aktiviteter være aktuelle i et forprosjekt.

1. Etablering av formell kontakt både mellom franske og norske myndigheter, og mellom IFE og AREVA for å komme frem til en løsning, kommersielle betingelser og en plan for å gjennomføre repressering av det brukte brenselet så tidlig som mulig.
2. Det anbefales at det fremskaffes et tilstrekkelig underlag for å få frem hvilke risikoanalyser som har vært gjennomført ved represseringsanlegget i Frankrike for mulige hendelser, og at Strålevernet gjennomfører en analyse av hvilke konsekvenser en mulig hendelse ved anlegget i le Hague i Frankrike vil ha for Norge ved et tilsvarende scenario som ble undersøkt ved Sellafield i UK.
3. I tillegg til repressering av alt brukt brensel bør muligheten og betingelsene for å repressere også det som vil være igjen av LL-ILW i Norge (eksempelvis solidifisert uranløsning fra uranrenseanlegget som utgjør i størrelsen 1,2 tonn) tas opp med AREVA. Da vil det kun være igjen en meget begrenset mengde LL-ILW som er det vitrifiede avfallet, kapslingsmaterialet og prosessavfallet som fås i retur ved represseringen. Dette er avfallet er i utgangspunktet tenkt lagret i et nytt kombinert deponi for LILW og lager for LL-ILW.
4. Dersom repressering av avfall av kategorien LL-ILW ikke er aktuelt, bør det som et alternativ til å langtidslagre LL-ILW settes i gang et eget forprosjekt for å se på muligheten for å deponere LL-ILW i dype borehull.

5. Planlegge et midlertidig lager for brukt brensel på Kjeller eller i Halden som en mulig løsning dersom prosessen med å få i stand en avtale om repressering trekker ut i tid. Se på mulig innplassering av et nytt industribygg på Kjeller eller i Halden, alternativt se på muligheter for å utnytte plassen i et eksisterende lagerbygg eller i KLDRA Himdalen.

For Alternativ 1 vil følgende aktiviteter være aktuelle i et forprosjekt.

1. Gjennomføre en studie der det vurderes om hva som vil være beste løsning for lagring av brukt brensel: på en av dagens lokasjoner eller på en ny lokasjon. Samlokalisering med et nytt deponi for LILW bør være en del av vurderingen. Involvering av aktuelle kommuner vil være viktig i en slik prosess for å vurdere hva aktuelle arealer er tenkt benyttet til.
2. Dersom ny lokasjon anbefales, gjennomføre en prosess med aktuelle vertskommuner for å få i stand en avtale for etablering av et kombinert lager for brukt brensel og LL-ILW og et deponi for LILW. Alternativt kun et lager for brukt brensel og LL-ILW om en samlokalisering ikke er mulig. I sistnevnte tilfelle så kan det tas utgangspunkt i anbefalingene om lokalisering gitt av Stranden-utvalget. Men, prosessen bør gjennomføres basert på frivillighet og med nødvendige incitament for å komme til enighet.
3. Opprette kontakt med leverandører av beholdere (casks) for å finne frem til egnede beholdere for oppbevaring av brukt brensel ut fra forventet periode som brukt brensel skal oppbevares. Utarbeide spesifikasjon for beholdere som kan benyttes som underlag for mengder og kostnader.
4. Forprosjektering av anbefalte løsning for oppbevaring som beskrevet i de to førstnevnte punkter.
5. Forprosjektering av flytting av brukt brensel fra lagre som skal dekommisjoneres og over til nye beholdere med nødvendig forbehandling og inn i nytt lager.
6. Vurdere etablering av et nytt³³ radavfallsanlegg som er samlokalisert med et nytt deponi for LILW. Utarbeide spesifikasjon og kostnadsoverslag for dette dersom aktuelt.
7. Utarbeide konsekvensutredning for et nytt anlegg for lagring av brukt brensel og LL-ILW i mulig kombinasjon med deponi for LILW, og et mulig nytt radavfallsanlegg.
8. Aktiviteter knyttet til repressering (dersom ustabil brukt brensel represseres) – se punkt 1 og 2 under alternativ 4.

6.2.3 Aktiviteter dersom det planlegges med langvarig drift av reaktorer

Alternativanalysen viser at dersom begge reaktorer er tenkt driftet utover de nærmeste tiårene vil det være vanskeligere å komme med et anbefalt alternativ.

Dersom repressering er akseptabelt for norske myndigheter viser analysen at den beste løsningen er å sende alt brukt brensel til repressering. Analysen viser at dette er den beste løsningen frem til ca. 2100 dersom begge reaktorer er i drift så lenge, og frem til ca. 2060 dersom en reaktor stenger ned i 2018 og den andre driftes videre. Men, dette gjelder forutsatt at de forutsetninger som ligger til grunn for analysen ikke endres. I et slikt tidsperspektiv er det meget sannsynlig at dette skjer, men at dette også må også ses i sammenheng med hva som er sannsynlig varighet av reaktordriften.

³³ Dette avhenger av om radavfallsanlegget fortsatt skal ligge på Kjeller med IFE som operatør, eller om dette skal etableres et annet sted der et mulig norsk avfallsselskap skal ha ansvaret for driften.

Dersom reprosessering aksepteres er Alternativ 4 Reprosessering av alt brukt brensel en mulighet forutsatt at reprosesseringstjenesten er tilgjengelig og med øvrige forutsetninger som lagt til grunn for analysen. Se foregående kapittel for innhold i et forprosjekt for Alternativ 4.

Dersom reprosessering ikke aksepteres, bør brukt brensel samlagres. Analysen viser at Alternativ 1 er samfunnsøkonomisk mer lønnsomt enn Referansealternativet frem til ca. 2095 med begge reaktorer i drift, og at Alternativ 1 alltid er mer lønnsomt enn Referansealternativet dersom en reaktor legges ned og den andre driftes videre. Dersom kun en reaktor driftes utover de nærmeste tiårene så er det anbefalt at brukt brensel lagres ved reaktoren som er i drift. Dersom begge reaktorer driftes ut over de nærmeste tiårene bør også brukt brensel samlagres. Da er det et spørsmål om brukt brensel skal samlagres ved en av reaktorene (Alternativ 1b eller 1c) eller om det skal etableres et lager på en ny lokasjon (Alternativ 1a) samlokalisert med et deponi/lager for ARA. Det vises til kapittel 5.5.3 for mer detaljer om følsomhet for nedstengningstidspunkt av reaktorer ut over en periode på flere tiår.

Se foregående kapittel for innhold i et forprosjekt for Alternativ 1.

6.3 Hvordan sikre at behov knyttet til løsning blir ivarettatt

I kapittel 3 om behov, mål og krav er det listet opp en del behov som er knyttet til utforming av løsning og til gjennomføring av tiltakene. I tillegg er det også identifisert behov for ønskede ringvirkninger som en følge av en slik etablering. De viktigste behovene er omtalt i etterfølgende kapitler, og hvordan disse bør ivaretas i etterfølgende faser.

6.3.1 Effektiv bruk av anlegg og arealer

Det er behov for en effektiv bruk av anlegg og arealer som benyttes og å finne løsninger som gir en god logistikk for de aktiviteter som det vil være ved et nukleært anlegg. Ved innpassing av nye anlegg må sikkerheten ikke forringes gjennom en krevende logistikk med unødig antall og lengde på transport av radioaktivt materiale og avfall. Analysen har vist at en økning i antall lokasjoner med nukleære anlegg også gir økte kostnader, og det vil også kunne medføre økt transport og høyere risiko for uønskede hendelser.

6.3.2 Tilgang til riktig kompetanse til rett tid

Dette behovet fremkommer fra anleggseiere og ledelse ved anleggene. Det er viktig å ha tilgang på riktig kompetanse, i tilstrekkelig omfang, og til rett tid for å sikre at nødvendige funksjoner og roller ivaretas ved drift av et nukleært anlegg.

Det vil i tiden fremover både kunne være behov for kompetanse i tilknytning til dekommisjonering av de nukleære anleggene, og samtidig kompetanse på å planlegge og bygge nye anlegg i form av lagre og deponier for brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Løsningene som skal planlegges og bygges avhenger, som belyst ovenfor, av utfallet av en del viktige valg. Ved sammenfall i tid der det evt. både er en nedbygging av reaktorene og aktiviteter rettet mot etablering av nye løsninger er det viktig å unngå at verdifull kompetanse går tapt. Det må i et slikt tilfelle treffes tiltak for å sikre en overføring av personell som besitter verdifull kompetanse til nye oppgaver. Dette må også ses i sammenheng med en mulig opprettelse av et nytt statlig avfallsselskap og de oppgaver som vil bli tillagt dette selskapet.

Ansatte ved dagens nukleære anlegg har behov knyttet til eksisterende arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon dersom en tidlig nedstengning av reaktordriften er aktuell. Dette er forhold som må løses gjennom god og riktig informasjon til berørte parter, og planer for nye aktiviteter og prosjekter må tidlig defineres og kommuniseres. Dette vil være et viktig tiltak for å sikre tilgang på kompetanse som er nødvendig for planlegging og gjennomføring av prosjekter for dekommisjonering av nukleære anlegg og for å finne løsninger for behandling og oppbevaring av radioaktivt avfall.

6.3.3 Løsningene må være fleksible så ikke handlingsrommet låses i fremtiden

De løsninger som etableres for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall må planlegges og bygges i rett tid for å sikre tilstrekkelig kapasitet for alle typer av radioaktivt avfall. Lagringskapasitet for brukt brensel må være på plass for å sikre fortsatt drift av reaktorene og at de forskningsprogrammer som IFE har forpliktet seg til gjennom avtaler faktisk kan gjennomføres. Videre må det være tilstrekkelig kapasitet og fasiliteter for behandling og deponering av LILW som kontinuerlig genereres fra både IFE og fra andre institusjoner slik at mulighetene for å deponere avfallet ikke forhindres av manglende kapasitet.

Samlokalisering av anlegg

Det er tidkrevende å finne nye lokasjoner for nukleære anlegg og prosessene må starte opp i god tid. Derfor vil det være en fordel både kostnadsmessig gjennom driftsmessige besparelser, og for å båndlegge så lite areal som mulig, å finne muligheter for samlokalisering av anlegg.

De tidslinjer for oppbevaring av radioaktivt avfall som er utarbeidet i denne KVUen for de ulike alternativene (Vedlegg 9) vil kunne være et viktig hjelpemiddel i å planlegge med samlokalisering. Det bør søkes muligheter for å bygge inn fleksibilitet ved å kunne omgjøre interimløsninger for en type avfall til permanente løsninger for annet type avfall. Det er viktig å se på usikkerhet i tid for når ny kapasitet må stå ferdig da en endring i avfallsmengde får innvirkning på oppfyllingstakt i et lager eller deponi. Et tenkt eksempel er at dersom norske myndigheter ønsker å bygge et deponi for brukt brensel, så vil det være et behov for å bygge et anlegg for lagring av brukt brensel i påvente av et ferdig deponi. Dersom dette bygges i fjell, så kan anlegget etter at brukt brensel er overført til deponiet bygges om til å kunne være et deponi for LILW.

Utforming av et fleksibelt anlegg – både for type avfall og mengder

Ved utforming av et anlegg bør det tas hensyn til at det kan komme typer av radioaktivt avfall som man i dag ikke kjenner til. Det bør derfor legges inn tilstrekkelig mulighet for å kunne dele opp et anlegg i seksjoner med mulighet for f.eks. separat ventilasjon, drenering, varme/kjøling og fleksibilitet for inspeksjon avhengig av aktuelle behov. Dette kan gjelde både for et industribygg og for et fjellanlegg.

Det bør også i tilstrekkelig grad planlegges med muligheter for senere utvidelser av anlegget. Ved et industribygg må det være tilstrekkelig med areal for en fremtidig utvidelse. For et fjellanlegg bør en utvidelsesmulighet best sikres gjennom først og fremst å finne en lokasjon som har tilstrekkelig utstrekning av fjell med god nok kvalitet, men også å finne en god løsning for hvordan en utvidelse som innbefatter sprengningsarbeid kan skje ved full drift av anlegget.

Sikring av fleksibilitet for utvidelser i avfallsmengder og tid gjennom avtaler med vertskommuner er omtalt i et senere kapittel.

6.3.4 Klarhet i roller, ansvar, organisering og finansiering

I en forprosjektfase må det også ses nærmere på hvilke parter som må involveres i arbeidet med å finne løsninger for behandling og oppbevaring av radioaktivt avfall. Det må sikres klarhet i roller, ansvar og organisering og hvordan nødvendige investeringer skal finansieres.

Det er en rekke aktører som i dag innehar ulike roller innen det nukleære området, enten om det er utøvende myndighet gjennom et ansvar for lover og forskrifter, tilsyn eller finansiering. Og det er aktører som har roller som eiere og operatører av anlegg.

Det pågår et parallelt arbeid med å vurdere opprettelsen av et nytt statlig selskap som er tiltenkt et ansvar for å etablere, eie og operere lagre og deponi for radioaktivt avfall. I et arbeid med ett eller flere

forprosjekter etter at KVV og KS1 er gjennomført, vil en omorganisering av denne sektoren kunne få innvirkning på hvem som vil ha ansvar for å gjennomføre forprosjektene og etterfølgende gjennomføring av tiltak.

6.3.5 Prosess for å finne lokalisering av nye anlegg

Innplassering av et lager for brukt brensel vil være tidkrevende, og prosessen med å finne en lokalisering må bygges på gjensidig tillit og respekt mellom berørte parter.

Å lokalisere et deponi vil være enda mer tidkrevende. Det er teknisk mer utfordrende og det vil være mer krevende å få til en god lokal forankring. Det er viktig å ta hensyn til behov om å ivareta kvalitet på nærområder for rekreasjon, jakt og fiske og stedlig kulturell arv og historiske minnesmerker. Dette er viktige forhold som tidlig må avdekkes i en dialog med en mulig vertskommune. KVV-gruppen har gjennom behovsanalysen eksempler på at dette har vært et område for argumenter mot en etablering av et nytt lager for brukt brensel.

I Vedlegg 4 (Safety and Security and Emergency Preparedness, Localisation Aspects) og Vedlegg 5 (Protection of the Environment, Natural Resources and Society) er det beskrevet i detalj hvilke forhold som må vektlegges når det skal finnes en egnet lokasjon for et lager for brukt brensel og hvilke ytterligere krav som stilles dersom det skal opprettes en dyp geologisk deponering av brukt brensel.

Incentiver for en vertskommune bør vurderes etter modell fra Sverige (Mervärdesavtalet) mellom SKB og vertskommunene³⁴, men tilpasset målestokken på anleggene og den ulempen som et anlegg vil kunne påføre en vertskommune. Oppgradering av veger og infrastruktur til vann avløp, og kommunikasjonsløsninger kan bl.a. inngå i en slik avtale.

For å sikre staten tilstrekkelig fleksibilitet bør ikke avtalene med en vertskommune inneholde faste begrensninger for *varigheten* av et lager for brukt brensel og LL-ILW eller *mengden* av dette avfallet som skal lagres. Men dette forholdet bør reguleres for å sikre et balansert forhold mellom partenes gevinst og ulempe ved endringer av tiltenkt mengde og/eller varighet av anlegget.

I en ny prosess med å finne en lokasjon for et deponi for LILW bør heller ikke mengde radioaktivt avfall som skal deponeres begrenses for å sikre at det er mulig å utvide anlegget. Dette gjelder både at en utvidelse er fysisk mulig, men også at dette sikres gjennom de avtaler som inngås med berørte parter.

6.3.6 Behov for positive ringvirkninger av tiltakene

En etablering av et fjellanlegg i form av et lager for LL-ILW og deponi for LILW (tilsvarende KLDRA Himdalen) vil i begrenset omfang føre til en teknologisk kompetanseheving, mens utvikling og etablering av et deponi vil være mer utfordrende og kunne gi et bidrag til et teknisk miljø med forskning og utvikling på mulige løsninger for et deponi.

Ved etablering av nye anlegg vil en vertskommune ha behov for at etableringen skal kunne gi verdiskaping for lokalsamfunnet. En etablering av et nytt lager for brukt brensel eller deponi for LILW vil i liten grad skape nye arbeidsplasser og således ikke gi ringvirkninger hverken lokalt eller for storsamfunnet av betydning.

Derfor anbefaler KVV-gruppen at det ses nærmere på incentiver for å få en prosess med vertskommuner som er basert på frivillighet, se foregående kapittel.

³⁴ Se <http://www.skbmervarden.se/mervardesprosjekt/>

6.3.7 Interessenthåndtering - Åpenhet styrker opplevd trygghet

Aksept fra lokale myndigheter, fra lokalbefolkningen og fra storsamfunnet for øvrig er viktig for en god prosess ved etablering av nukleære anlegg. Negativ publisitet kan dessuten skape unødig utrygghet.

Arbeidet blir mer synlig for lokalbefolkningen ved oppstart av grunnundersøkelser. Derfor er en tidlig oppstart av informasjonsarbeid i en forprosjektfase meget viktig for å sikre en god prosess videre. Aksept og forståelse kan oppnås ved å vise åpenhet, gjennom aktiv dialog med de berørte i nærmiljøet og andre interessenter, og jevnlig nyhetsoppdateringer om prosessen.

En full oversikt over interessenter for etablering av løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall er vist i Vedlegg 11

6.4 Klarere regelverk, krav til dokumentasjon og bedre kontroll kan redusere mengde radioaktivt avfall som må deponeres

Regelverket og dokumentasjonskravene knyttet til håndteringen av radioaktivt avfall av kategorien LILW (avfall som i dag sendes til radavfallsanlegget og videre til Himdalen for deponering) bør forbedres og bedre tilpasses ny avfallsforskrift som trådte i kraft 1.1.2011. Radioaktivt avfall omfattes nå av denne forskrift. Før denne dato var det ingen retningslinjer i norsk lovverk for karakterisering av når avfall var radioaktivt eller ikke.

IFE peker selv på /D272/ at de bør innføre et system som tar høyde for ny forskrift for å kunne redusere avfallsmengden som er deponeringspliktig og som skal sendes til Himdalen. Dagens system er ikke i tilstrekkelig grad tilpasset ny forskrift og det ligger en mulighet for bedre å kunne skille på avfall som må deponeres og avfall som kan friklasses. IFE fremhever også selv at sorteringen av aktivt/ikke aktivt avfall kun kan utføres der hvor avfallet genereres. Derfor bør det ses på mer i detalj hvordan det best kan sikres en god nok deklareringsprosess av avfallet før avfallet sendes til avfallsbehandler. Det er uklart om det i dag er tilstrekkelige retningslinjer for hvor radioaktivt avfall som ikke er deponeringspliktig, men som er radioaktivt, bør oppbevares i en fase der henfall av radioaktivt avfall skjer, og om det er anlegg som er egnet for dette formål og med tilstrekkelig kapasitet. KVVU-gruppen anbefaler at dette området ses nærmere på for å bringe mer klarhet i gjeldende ordninger og mulighet for forbedringer. IFE peker på at dette området er utfordrende og etterlyser mer informasjon fra Strålevernet på dette området /D272/.

KVVU-gruppen mener det er et potensiale for forbedring av avfallsbehandlingen i Norge sammenlignet med andre land. Det bør innføres tydeligere WAC (Waste Acceptance Criteria), og bedre informasjon om innholdet i avfall som sendes til radavfallsanlegget til IFE.

Dette er en viktig forutsetning for å få til en effektiv RWM (RadWaste Managemet) med større grad av kontroll med innholdet i avfallet og muligheter for å kunne begrense mengden avfall som må deponeres.

Det vises til Vedlegg 1 for nærmere informasjon.

VEDLEGG

- Vedlegg 1: Technical Task Report 1, Radioactive waste inventory in Norway
- Vedlegg 2: Technical Task Report 2, Options for treatment of metallic uranium
- Vedlegg 3: Technical Task Report 3, Storage concepts for the Norwegian inventory of spent fuel and LL-ILW
- Vedlegg 4: Technical Task Report 4, Safety and security and emergency preparedness; localization aspects
- Vedlegg 5: Technical Task Report 5: Protection of the environment, natural resources and society
- Vedlegg 6: Technical Task Report 6: Operation of the intermediate storage facility
- Vedlegg 7: Utdypninger av tilstand til og muligheter for håndtering av brukt brensel med dårlig lagringsstabilitet
- Vedlegg 8: Om konseptvalgutredningen
- Vedlegg 9: Beskrivelse av alternativer til analysen
- Vedlegg 10: Kostnadsmodellen
- Vedlegg 11: Behovsanalysen
- Vedlegg 12: Referanser

Vedlegg 1 TECHNICAL TASK REPORT 1: RADIOACTIVE WASTE INVENTORY IN NORWAY

Studsvik

STUDSVIK/N-14/246

Radioactive waste inventory in Norway

Technical report, KVV on interim storage
in Norway, Task 1

Tommi Huutoniemi

Studsvik Report

Protected



Vedlegg 2 TECHNICAL TASK REPORT 2: OPTIONS FOR TREATMENT OF SPENT METALLIC URANIUM FUEL

Studsvik

STUDSVIK/N-14/226

Options for treatment of spent metallic uranium fuel

Technical report, KVVU on interim storage
in Norway, Task 2

Sture Nordlinder

Studsvik Report

Protected



Vedlegg 3 TECHNICAL TASK REPORT 3: STORAGE CONCEPTS FOR THE NORWEGIAN INVENTORY OF SPENT FUEL AND LLILW

Westinghouse Proprietary Class 2



Report

SEW 14-066, rev 0

Page 1 of 63

Westinghouse Electric Sweden AB

Storage concepts for the Norwegian inventory of spent fuel and other radioactive waste (ORW)

Author, telephone
Peter Cronstrand, +46 (0)21-34 75 85
Åke Anunti, +46(0)21-34 79 58

Dept
SEC

Distribution

Order No

Abstract

A selection of storage concepts have been developed for the Norwegian inventory of spent fuel and other radioactive waste (ORW) and evaluated according to their compliance with evaluation criteria comprising technical, economical, safety and ethical aspects. All proposed storage concepts fulfil technical as well as fundamental safety requirements. In order to ultimately decide appropriate concepts additional weightings need to be applied to the evaluation criteria in order to reflect the relative importance attributed to the criteria by the stakeholders. Any decision process needs to consider the implications of the time frames for storage and operation, because of the long-term accumulation of operation costs as well as the potential need for flexibility.

Applicable agreement for transfer of information in this document:	Agreement No 7010-08
The information in this report is Proprietary: The information contained in this document may only be used for Your own plants. The information may be shared with 3 rd 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	SEC/Peter Cronstrand VT/Åke Anunti	SEC/Lena Oliver	SEC/Johan Göteborg	October 22, 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

Vedlegg 4 TECHNICAL TASK REPORT 4:
SAFETY AND SECURITY AND EMERGENCY PREPAREDNESS:
LOCALISATION ASPECTS

KVU - Handling of Norwegian Spent Fuel and other Radioactive Waste

Task 4: Safety and Security and Emergency Preparedness: Localisation Aspects



Richard Metcalfe

Alan Paulley

James Penfold

QRS-1669A-TN1

Version 0.8 (Draft)

October 2014

Quintessa

Vedlegg 5 TECHNICAL TASK REPORT 5:
PROTECTION OF THE ENVIRONMENT, NATURAL RESOURCES
AND SOCIETY

KVU - Handling of Norwegian Spent Fuel and other Radioactive Waste

Task 5: Protection of the Environment, Natural Resources and Society



Alan Paulley
James Penfold
Richard Metcalfe

QRS-1669A-TN1
Version 0.7 (Draft)

October 2014

Quintessa

Vedlegg 6 TECHNICAL TASK REPORT 6: OPERATION OF THE INTERMEDIATE STORAGE FACILITY

Studsvik

STUDSVIK/N-14/321

Operation of the intermediate storage facility

Technical report, KVVU on interim storage
in Norway, Task 6

Bengt Hallberg
Stefan Eneman

Studsvik Report

Protected



Vedlegg 7 UTDYPNINGER AV TILSTAND TIL OG MULIGHETER FOR HÅNDTERING AV BRUKT BRENSEL MED DÅRLIG LAGRINGSSTABILITET

Av det lagrede norske brukte brenselet er ca. $\frac{3}{4}$ metallisk brensel med aluminiumskapsling eller oksydbrensel med aluminiumskapsling. Dette er brukte brensel som er kjemisk ustabil og derfor har dårlig lagringsbestandighet (jf. Vedlegg 2), som medfører behov for behandling før langtids lagring og/eller deponering. Dette vedlegget omhandler kun dette ustabile brukte brenselet.

Det er en risiko forbundet med å ha dette brukte brenselet lagret slik det er i dag, selv om denne risikoen vurderes å være lav /D146/. Det er ikke tatt noen beslutning om hva som skal gjøres videre med det brukte brenselet, men dette har vært et sentralt tema i flere utredninger (senest i Teknisk utvalg /D049/) og er også sentralt i denne KVUen.

Hva Norge velger å gjøre med det ustabile brukte brenselet er avgjørende for hvilken strategi for oppbevaring av brukte brensel som er mulig å velge. I dette vedlegget skisseres de identifiserte mulighetene Norge har for håndtering av dette brukte brenselet. Først gis en beskrivelse av det ustabile brukte brenselet Norge har, og hvilken risiko som er knyttet til dette. Deretter gis en kort gjennomgang av de ulike alternativene.

Metallisk uran og brukte brensel med aluminiumskapsling

Brukt brensel i metallisk form og brukte oksydbrensel med aluminiumskapsling er kjemisk reaktivt, og har av den grunn dårlig lagringsbestandighet. Følgende tekniske utfordringer er generelt knyttet til aluminiumskapslet metallisk uranbrensel:

«Metallisk uran er pyrofort (selvantennelig i luft) og reagerer med vann slik at det dannes hydrogengass og pyrofort uranhydrid. Aluminiumskapslingen reagerer med vann og danner hydrogengass, og kan dessuten utsettes for en omfattende, alvorlig lokal korrosjon som kan ødelegge kapslingen og frilegge det metalliske uranbrenselet» /D049/.

Det er mulig å stabilisere slikt brukte brensel, eksempelvis som utført på det svenske R1-brenselet (jf. Vedlegg 2), men dette har ikke vært gjort for det norske ustabile brukte brenselet. Teknisk utvalg /D049/ skriver at dette må gjennomføres før mellomlagring eller deponering. Dette gjelder ca. 12 av totalt ca. 16 tonn av det lagrede brukte brenselet, hvorav ca. 10 tonn er metallisk-uran med aluminiumskapsling og ca. 2 tonn er uranoksid med aluminiumskapsling (jf. Vedlegg 1).

I 2011 og 2012 ble noen elementer av det ustabile brukte metalliske brenselet undersøkt³⁵. Undersøkelsen viste at det ikke var noen skader eller korrosjon på HBWR brenselet som ligger lagret i bunkerbygningen i Halden. For JEEP 1 brenselet, som er lagret i JEEP 1 Stavbrønn, ble det observert blemmer og antydninger til sprekkdannelser. Blemmene skyldes dannelse av uranhydrid (UH₃). I rapporten fra undersøkelsene /D146/ antas det at utviklingen av hydriddannelse i det brukte brenselet fra JEEP 1 trolig har stoppet opp. Det er sannsynlig at fuktighet i brenselementene stammer fra driften i JEEP 1 reaktoren mellom 1951 og 1953 eller fra den videre våtlagringen på 50-tallet. Dette fordi lignende defekter ble registrert under en visuell inspeksjon allerede i 1982, og som kan indikere at prosessene deretter har stoppet opp. Det kan ikke konkluderes med i hvilken grad det undersøkte elementet vil være representativt for de andre elementene i JEEP 1 stavbrønn. IFE har på bakgrunn av disse funnene utredet tiltak som bør gjennomføres for å ivareta sikkerheten til det brukte brenselet /D147/.

³⁵ Undersøkelsen omfattet fem brenselementer fra HBWR-bunker og ett element fra JEEP 1 stavbrønn/D146/.

I motsetning til JEEP 1 brenselet er HBWR brenselet anodisert før lagring. En anodisering er en behandling som resulterer i et tykkere beskyttende oksid-lag på overflaten. Det er ikke så langt i kartleggingen av tilstand observert tilsvarende skader på dette brukte brenselet /D146/. Men IFE har planer om å inspisere alt brensel fra JEEP 1 og HBWR første ladning for å få et komplett bilde av dette brenselets tilstand /D147/.

Mulige løsningsalternativer for håndtering av metallisk brukt brensel

Strandenutvalget /D048/ anbefalte at det ustabile brukte brenselet stabiliseres og at dette best gjøres ved å sende dette til reprosessering i utlandet. Naturvernforbundet m.fl. /D015/ er imidlertid sterke motstandere av en slik løsning, og mener at Norge må ta hånd om dette brenselet selv. De hevder at en løsning med reprosessering ikke er «rettferdiggjort verken teknisk, økonomisk, eller miljømessig». Videre sier de i sin høringsuttalelse til Strandenutvalgets rapport /D48/ at de «på det sterkeste vil fraråde en slik løsning» /D16/.

I det følgende gis en kort gjennomgang av hvilke overordnede muligheter Norge har for håndtering av dette ustabile brukte brenselet. Helt overordnet kan en si at det er følgende to mulige alternativer for håndteringen av dette:

- I. Ingen stabilisering. Dette innebærer, mer eller mindre, å la det ustabile brukte brenselet være slik det er i dag.
- II. Stabilisering av det ustabile brukte brenselet før videre oppbevaring

I. Ikke-stabilisering av ustabilisert brukt brensel

Dette alternativet innebærer at man ikke gjør noen tiltak for å stabilisere brenselet. Det betyr at brenselet fortsatt vil være kjemisk reaktivt. Det er i prinsippet tre muligheter for oppbevaring:

- A. Lagring i dagens lagre, men med økt overvåkning og iverksettelse av tiltak som må til for at sikkerheten skal ivaretas.
- B. Lagring i casks i nytt lager og med overvåkning.
- C. Direkte deponering.

Disse mulighetene beskrives mer i detalj nedenfor.

A. Videre lagring i dagens lagre

Det brukte brenselet forutsettes lagret videre i dagens lagrene. Men det anses ikke som realistisk uten å gjennomføre nødvendige sikringstiltak (jf. /D147/ der IFE kommer med forslag til tiltak). Dette har IFE bl.a. redegjort for i sikkerhetsrapporten for lager for bestrålt brensel på Kjeller/D352/. Risikoen er knyttet til brenselets tilstand, men også lagerets kvalitet og mulighet for overvåkning av det brukte brenselet. Men IFE konkluderer med at det er lite sannsynlig at det vil kunne oppstå *særlige hendelser* i det statiske lageret /D352/:

*Sentrale forhold ved det brukte, historiske brenselet og lagerets tilstand tilsier at den overordnede risikoen for hendelser er lav. Det statiske lageret inneholder barrierer mot utslipp. Det vurderes som lite sannsynlig at det vil oppstå reaksjoner i det statisk, lagrede brenselet som kan medføre utslipp til luft og vann. Det er sannsynlig at de observasjonene som er synlige nå oppsto tidlig og at utviklingen går sakte eller har stanset. Dette understreker at det er **liten risiko for særlige hendelser i tilknytning til lageret**. (...) Hendelsen kan skje i tilfelle hydrogengass dannes i de luftfylte beholderne og beholderne er gasstette. Allikevel, **dersom det anses som realistisk at hydrogenet som kan gi opphav til***

knallgassdannelse er maksimalt fra 0,2 ml vann, vil en eksplosjon ikke ha konsekvenser utenfor bygningen.

Skulle det imidlertid skje en eksplosjon kan det frigjøre plutonium og fisjonsprodukter. Disse vil være i form av partikler eller gass, alt avhengig av hvilke elementer som er tilstede, mengden, temperatur, trykk osv. Hvis bygningen forblir intakt, så vil det bli kontaminering på alle flater, og opprydningen av bygningen må foretas med fullt verneutstyr. Opprydning vil være krevende, ta lang tid og bli kostbar. Håndtering av det brukte brenselet vil også være problematisk, dette fordi en av barrierene blir borte, og geometrien blir forandret. Konsekvensen kan bli at det ikke er mulig å transportere dette brenselet til et nytt oppbevaringssted /D368/.

Dersom bygningen ikke dekontamineres etter en eksplosjon, vil det være nødvendig å overvåke området da det på lengre sikt kan oppstå lekkasjer som kan få miljøkonsekvenser.

KVU-gruppens vurderinger antar at sikker lagring av det ustabile brukte brenselet i dagens lagre i et lengre tidsrom (opp til 100 år) ikke kan garanteres (jf. Vedlegg 2), og at en slik situasjon ikke vil være akseptabelt. På bakgrunn av dette er derfor fortsatt bruk av dagens lagre for det ustabile brenselet ikke vurdert som en aktuell løsning og vil ikke bli lagt til grunn som en mulig løsning i KVUen.

B: Lagring i nytt lager og i nye beholdere

Dette alternativet er omtalt i Vedlegg 2, og er hovedkilden til vurderingene som er gjort nedenfor.

Langtidslagring (opp til 100 år) av det ustabile brukte brenselet kan være mulig, men krever gode lagringsforhold. Avgjørende for sikker lagring over en slik periode er å redusere korrosjon ved å kontrollere miljøet rundt brenselet, det vil si sikre at brenselet er tørt. Dette kan oppnås ved en omfattende tørking av brenselet, og ved å sikre at beholderne inneholder en tørr atmosfære. I tillegg bør det tilsettes inertgass for å forhindre at oksygen kommer i kontakt med brenselet. Et tørrlager er derfor vurdert å være beste løsningen.

Tørking er en metode som er brukt i USA på brukt metallisk brensel der det hadde begynt å bygge seg opp radioaktivt «sludge». Metoden innebærer å flytte brenselet over i flerbruksflasker deretter tørkes brenselet under vakuum ved 50 °C for deretter å fylle beholderne med inert gass. Deretter skal beholderne varmes opp til 300 °C for å fjerne vann som er kjemisk bundet til brenselet /D206/.

Sikker langsiktig lagring på denne måten er mulig. Det er antatt at lagring i et nytt anlegg gir riktige betingelser slik at nedbrytning av brenselet forhindres. En slik lagerløsning vil være forsvarlig, jf. Vedlegg 2, kap. 4.3.3.

C: Direkte deponering

Direkte deponering innebærer å deponere det brukte brenselet i samme fysiske og kjemiske form som det var ved uttak fra reaktoren. For uranoksidbrensel med zircaloy-kapsling, som er brenselet som benyttes i reaktoren i Halden (HBWR), kan dette gjennomføres da dette brenselet er kjemisk stabilt og har tilnærmet ingen reaksjon med vann. Det er derimot usikkert hvorvidt brukt brensel av metallisk uran eller brukt brensel med aluminiumskapsling kan direkte deponeres. Dette fordi disse er kjemisk reaktive med vann hvilket betyr at eksplosive reaksjoner kan inntreffe dersom brenselet kommer i kontakt med grunnvannet /D049/. Risikoen for korrosjon og med påfølgende risiko for å forringe barrierene i deponiet gjør at direkte deponering av brukt metallisk brensel og brukt brensel med aluminiumskapsling ikke anbefales internasjonalt da det vil være vanskelig å bevise at sikkerheten til deponiet kan ivaretas over lang tid (jf. Vedlegg 2).

II: Stabilisering av ustabilisert brukt brensel

Med stabilisering menes at det ustabile brukte brenselet behandles på en slik måte at det ikke lenger er kjemisk ustabilisert. Det finnes i dag kun én kommersielt tilgjengelig tjeneste for stabilisering av brukt brensel, Plutonium-Uranium Redox Extraction (PUREX). Denne prosessen kan benyttes for både brukt metallisk brensel og brukt brensel med aluminiumskapsling. I denne metoden deles brenselet opp i passende lengder og løses så opp i salpetersyre. Dette muliggjør ekstraksjon av uran og plutonium ved bruk av organiske løsningsmidler, mens fisjonsproduktene forblir i en flytende (salpetersyre) fase. Et ytterligere prosessstrinn muliggjør den etterfølgende separasjon av uran og plutonium fra hverandre. Uranet og plutoniumet kan så benyttes til å lage nytt brensel (kalt MOX³⁶). Det er vanlig at uran og plutonium som skilles ut blir værende igjen i det landet der reprosesseringen skjer. Brukt brensel fra forskningsreaktorer vil i prosessen bli blandet med brukt brensel fra kjernekraftreaktorer. Dette er nødvendig for å sikre at syreløsningen ikke vil ha for høy verdi av aluminium, som er kapslingen som ofte benyttes i brenselstaver fra forskningsreaktorer (eks. fra JEEP 2). Dette medfører at det vitrifiserte avfallet som returneres til Norge (om Norge skulle velge å reprosessere det ustabile brukte brenselet) kan inneholde avfall fra andre nasjoner, men at mengden avfall vil være i samsvar med den mengden brukt brensel som er sendt fra Norge til reprosessering.

Fisjonsproduktene blandes med smeltet glass og danner en fast og meget stabil form som er egnet for langtids lagring eller deponering, kalt vitrifisert avfall /D049/. Dette er høyaktivt avfall som må lagres eller deponeres, selv om strålingen fra dette avfallet er redusert med en faktor 10 ift. brukt brensel. Volumet av dette avfallet er også betydelig redusert i forhold til mengden brukt brensel som prosesseres: for det norske brenselet vil ca. 12 tonn med ustabilisert brukt brensel gi omtrent 50 kg vitrifisert avfall /D253/.

Dersom det vitrifiserte avfallet returneres til Norge vil ikke stabilisering eliminere behovet for lager og/eller deponi, selv om volumet er betydelig redusert. I tillegg til det vitrifiserte avfallet vil kapslingsmateriale og noe prosessavfall returneres.

Stabilisering med PUREX reduserer volumet av høyaktivt avfall, men reduserer ikke radioaktiviteten eller varmeutviklingen fra avfallet. Fisjonsproduktene avgir meget høy stråling, og lagres på egne kjøletanker inntil den radioaktive strålingen er redusert tilstrekkelig for videre behandling. Det er vanlig at dette høyaktive avfallet lagres på slike tankanlegg i opp til ti år. I denne prosessen frigis noe radioaktivt materiale til miljøet /D015/. Men det har vært et sterkt fokus på å redusere disse utslippene de siste 20 årene, der OSPAR-konvensjonen har spilt en viktig rolle mht. å redusere og overvåke utslipp fra nukleære installasjoner i Europa /D362/. Med dagens nivå på utslipp er det ikke påvist noe skade på mennesker eller miljø /D262/.

I følge referat fra et møte Teknisk utvalg gjennomførte hos AREVA (Frankrike) i 2009 vil gjennomføring av reprosessering der forventes å ta mellom 6 og 12 år. I forkant av dette estimeres det 3 til 6 år for transport av brenselet til AREVA, fra det tidspunktet kontrakt er inngått /D049/.

Det er flere risikoer knyttet til anvendelse av PUREX og nedenfor er tre av disse listet:

- Radioaktivt utslipp til miljøet kan gi strålingsskader til omgivelsene
- Høyaktivt flytende avfall lagres på store tanker, og utgjør en potensiell risiko for ulykker
- Uran og Plutonium skilles ut, og kan potensielt benyttes i kjernevåpen

³⁶ MOX står for «Mixed Oxide» brensel, og består av UO₂ og PuO₂. Brukt brensel består av ca. 96% «ubrukt» U, 3% fisjonsprodukter og 1% Pu + andre likende elementer, for eks Am. Reprosessering var opprinnelig gjort for å gjenvinne Pu for bruk i våpen, men er nå gjort i bl.a. La Hague for å gjenvinne Pu for bruk i MOX brensel til sivile kjernekraftanlegg, da man i Frankrike definerer Pu som en ressurs og ikke som avfall /D440/.

Nedenfor følger en kort gjennomgang av disse risikoene.

Utslipp av radioaktivitet til omgivelsene fra reprosesseringsanlegget

Som beskrevet over vil det være utslipp av radioaktivt materiale fra en stabilisering med PUREX. Selv om man kan rense ut mye av det radioaktive materialet, er det noe utslipp av dette fra anlegget /D015/.

Anlegget ved La Hague i Frankrike har utslippstillatelse for radioaktivitet til omgivelsene. Anlegget er underlagt IAEA/EURATOMs safeguard som inspiserer anlegget jevnlig. OSPAR har målt utslippene av radioaktive stoffer til omgivelsene. I en OSPAR rapport /D365/ konkluderes det med at AREVAs anlegg i La Hague har oppnådd mål for en industriell virksomhet om ikke å påføre ansatte ved anlegget, eller lokalbefolkningen, radioaktivitet i et omfang som kan utgjøre en risiko for helsen.

En mulig ulykke ved anlegget kan medføre store utslipp til omgivelsene

Høyaktivt flytende avfall fra PUREX prosessen lagres på kjøletanker ved anleggene. Norges Naturvernforbund uttaler i et opprop følgende: «*Tankanlegget på La Hague regnes som et høyrisiko-område. Skulle tankene ved et uhell miste kjølingen, vil de kunne overopphetes og kanskje eksplodere*» /D015/.

En ulykke ved La Hague vil kunne ha konsekvenser for Norge. En risikoanalyse Strålevernet gjennomførte med hensyn på en mulig ulykke ved reprosesseringsanlegget i Sellafield viste at miljøkonsekvensene for Norge ved en ulykke kan bli stor. Nedfallet av cesium-137 i Norge ble estimert til om lag 17 PBq, noe som er ca. syv ganger mer enn nedfallet fra Tsjernobyl-ulykken /D435/.

Anvendelsesområdet for uran og plutonium som utskilles ved PUREX

Ved en stabilisering med PUREX skilles uran og plutonium ut. Isotopene U-235 og Pu-239 kan også benyttes i kjernefysiske våpen. Det er derfor viktig å sikre kontroll med hvor dette materialet til en hver tid befinner seg og forholdene det lagres under. Kontroll med uran og plutonium utskilt vil underlegges IAEA/EURATOMs Safeguard som vil påse at anvendelsen av dette skjer som forutsatt /D049/.

Reprosessering

Behandling av brukt brensel med PUREX betegnes normalt som *reprosessering*³⁷, fordi hensikten er å utvinne uran og plutonium fra brukt brensel slik at dette kan gjenbrukes. Reprosessering utføres i Frankrike, India, Japan, Russland og Storbritannia, men kun Frankrike og Russland tilbyr i dag dette som kommersiell tjeneste /D049/. Det finnes flere metoder for reprosessering hvor den mest brukte, og den eneste som er kommersielt tilgjengelig, er PUREX.

I referat fra et møte Teknisk utvalg hadde med eier av anlegget i Frankrike (AREVA) /D049/ fremgår det at plutoniumet som skilles ut fra norsk brukt brensel vil kunne brukes i MOX-brensel og at dette vil underlegges IAEA/EURATOMs safeguard som vil påse at dette skjer. Dette er et forhold som må avklares dersom aktuelt, der ulike opsjoner for bruk av plutonium må vurderes. Iht. fransk lov må det vitrifiserte avfallet, kapslingsmaterialet og prosessavfallet returneres tilbake opprinnelsesnasjon, mens det russiske anlegget kan ta vare på dette også (jf. Vedlegg 2 og rapport fra Teknisk utvalg /D049/).

Etter at USA i 1976 og 1992 valgte å innstille reprosessering ble det forsøkt å finne alternative metoder for å behandle aluminiumskapslet brensel, men dette lyktes ikke av tekniske og økonomiske årsaker. USA har derfor valgt å gjeninnføre reprosessering som strategi. Sverige utførte en lignende utredning omkring alternativer til reprosessering, men også de kom til den konklusjonen at reprosessering

37 Reprosesseringsteknologien ble utviklet for å kunne skille ut og gjenopprette spaltbart plutonium fra brukt kjernebrensel. Hensikten var i utgangspunktet å skille ut plutonium for bruk i atomvåpen. Imidlertid har kommersialiseringen av kjernekraft ført til at repressert plutonium også brukes i brensel i kommersielle kjernekraftverk (jf. http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_reprocessing).

fremstår som beste alternativ /D049/. Det svenske brenselet (R1-brenselet, ca. 8 tonn) ble transportert til Sellafield (Storbritannia) for reprosessering i 2007 (jf. Vedlegg 2).

Kondisjonering

Hvis hensikten kun er å stabilisere brukt brensel (dvs. ingen videre bruk av uran og plutonium), er det korrekt å bruke begrepet *kondisjonering* selv om brenselet behandles med PUREX prosessen. Hensikten med kondisjonering er å omdanne ustabil brukt brensel til en form som gjør det mulig å håndtere, transportere, lagre og/eller deponere /D049/. Ved kondisjonering returneres avfallet til opprinnelseslandet, i en mengde som er tilnærmet samme mengde som man sendte til kondisjonering. I Norges tilfelle vil derfor behovet for lager- eller deponikapasitet være vesentlig større ved kondisjonering enn reprosessering, og antall casks (ved lager) eller beholdere (ved deponering) vil øke betydelig.

Tre hovedalternativer for kondisjonering ble vurdert i rapporten til Teknisk utvalgs /D049/. Dette var kondisjonering med PUREX-metoden, electrometallurgi og kalsinering. For nærmere beskrivelse av disse alternative kondisjoneringsmetodene, se Vedlegg 2 og rapporten fra Teknisk utvalg /D049/. PUREX er den eneste av disse metodene som er kommersielt tilgjengelige i dag, og er derfor den varianten som vurderes i denne KVUen.

Kondisjonering kan teknisk sett gjennomføres ved å benytte følgende to metoder:

1. Samme prosess som for reprosessering med PUREX-metoden, men der de tre separerte sluttproduktene (uran, plutonium, vitrifisert avfall, kapslingsmateriale og prosessavfall) returneres til opphavslandet /D440/.
2. PUREX-prosessen modifiseres slik at uran og plutonium ikke skilles fra hverandre. Sluttproduktet blir en stabil blanding av uran, plutonium og andre restprodukter (jf. Vedlegg 2)

AREVA tilbyr tjenesten gjengitt i pkt. 1 over /D049/, men det er usikkert om anlegget har mulighet for å endre prosessen slik at pkt. 2 kan utføres (jf. Vedlegg 2 og /D440/). Dersom mulig, har prosessen i pkt. 2 fordeler fremfor pkt. 1 ved at plutoniumet ikke skilles ut. Fordelen ved at plutonium ikke skilles ut er knyttet til vurderinger rundt plutoniumets kritiske masse, dets giftighet ved evt. utslipp og det at rent plutonium kan anvendes i kjernevåpen.

Valg av metode og mengde brukt brensel som skal stabiliseres

Det er et politisk spørsmål om Norge ønsker å gjennomføre reprosessering og kondisjonering, gitt at det besluttes at det ustabile brukte brenselet skal stabiliseres. For reprosessering er det i tillegg et spørsmål om kun det ustabile brukte brenselet skal stabiliseres, eller også det stabile brenselet (analysert i Alternativ 4). Kondisjonering medfører økte kostnader til lagring og/eller deponering ift. reprosessering, men medfører at Norge selv tar hånd om eget brensel. Reprosessering av alt brukt brensel medfører at Norge ikke besitter noe av dette etter en evt. nedleggelse av reaktordriften, som medfører besparelser for oppbevaringsløsning.

Vedlegg 8 OM KONSEPTVALGUTREDNINGEN

Hva er en konseptvalgutredning

Statens prosjektmodell stiller krav om utarbeidelse av en konseptvalgutredning (KVU). Utredningen skal inneholde en behovsanalyse, overordnet strategidokument (etablering av mål for tiltaket), overordnet kravdokument, et mulighetsstudie og etterfølgende alternativanalyse som beslutningsgrunnlag for Regjeringens valg av hvilket konsept som eventuelt skal videreføres i forprosjektfasen.

Konseptvalgutredningene følger Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter (KS1). Den overordnede beslutningsprosessen i Finansdepartementets regime er skissert i figuren nedenfor.



Figur V 8-1 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 V 8-2 viser hvordan kapitlene i KVUen dekker hovedkapitlene fra Finansdepartementets regime.

Finansdepartementets krav til struktur og innhold av en KVU	Rapportens struktur
	1. Innledning
Behovsanalyse	2. Situasjonsbeskrivelse
Mål og strategidokument	3. Behov, mål og krav
Overordnet kravdokument	3.1 Behov
Mulighetsstudie	3.2 Samfunns mål og effekt mål
Alternativanalyse	3.3 Overordnede krav
Føringer for videre planlegging	4. Mulighetsstudie
	5. Samfunnsøkonomisk analyse
	6. Anbefalinger for videre planlegging

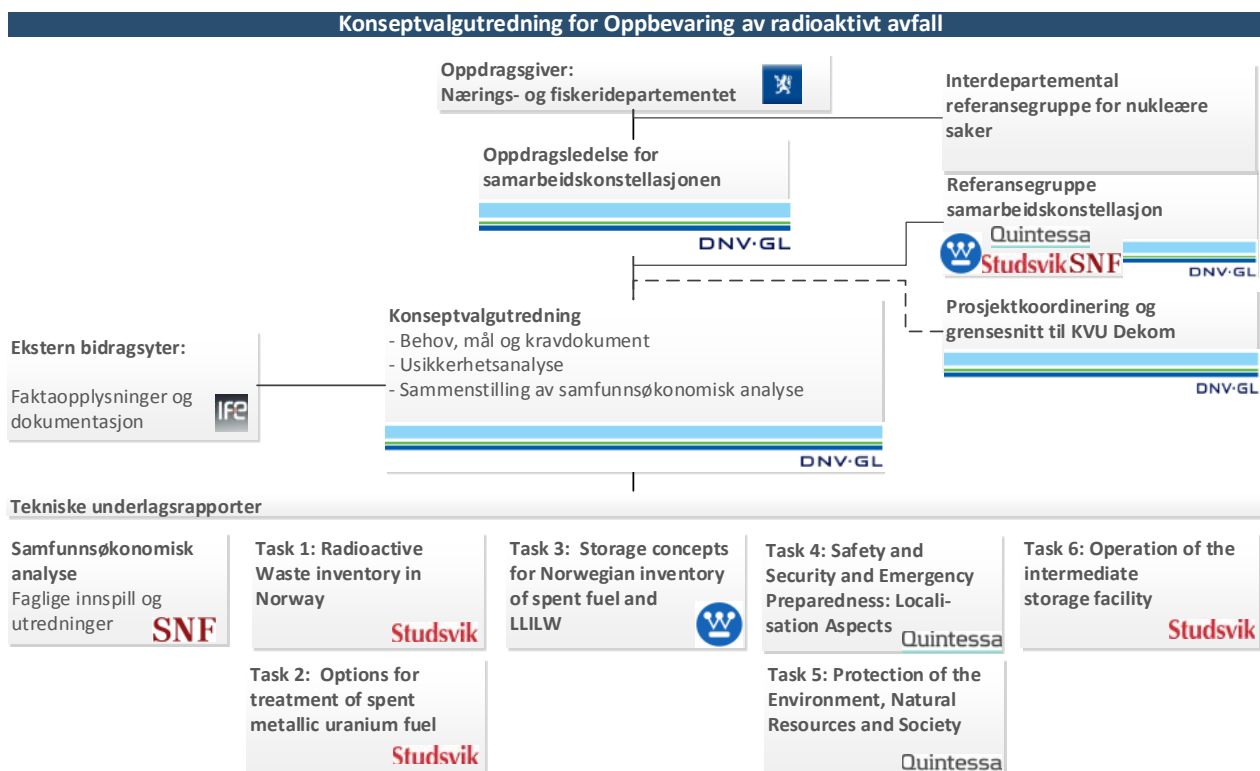
Figur V 8-2 Kapitlene i rapporten vs. krav til KVU

Du kan lese om regimet og metodikken på hjemmesidene til forskningsprogrammet Concept <http://www.concept.ntnu.no>.

Om gjennomføringen av KVV-arbeidet

På oppdrag fra Nærings- og Fiskeridepartementet (NFD) har DNV GL sammen med Studsvik, Westinghouse, Quintessa og SNF utarbeidet en konseptvalgutredning for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall.

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. Figuren nedenfor viser organiseringen av konstellasjonen.



Figur V 8-3 Organisering av samarbeidskonstellasjon for konseptvalgutredning

Arbeidsgruppen har involvert spesialist innen ingeniørgeologi (RockMass AS v/ Arvid Palmstrøm) og ressurser med erfaring fra tunneldriving og oppføring av industribygg (Advansia)

Arbeidsgruppen har også jobbet tett med IFE for å få tilgang til informasjon og for å verifisere fakta som er benyttet i rapporten. Under behovsanalysen har alle kartlagte interessenter blitt invitert til å gi innspill til prosessen (se beskrivelse i Vedlegg 11). 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 KVV er gjennomført i perioden fra september 2013 til og med januar 2015.

Studsvik, Westinghouse og Quintessa har i alt utarbeidet 6 tekniske rapporter som et grunnlag for hovedrapporten for konseptvalgutredningen og disse er lagt inn som separate frittstående vedleggsdokumenter til KVV-rapporten Vedlegg 1 – 6).



Det er utarbeidet følgende tekniske rapporter:

1. Oversikt over avfallstyper- og mengder av radioaktivt avfall i Norge (Studsvik)
2. Alternative behandlingsmåter for metallisk brukt brensel (Studsvik)
3. Konsepter for lagring av brukt brensel og LL-ILW (Westinghouse)
4. Trygghet, sikring og beredskap i tilknytning til lokalisering av et lager eller deponi (Quintessa)
5. Beskyttelse av miljøet, naturressurser og samfunn ved lokalisering av et lager eller deponi (Quintessa)
6. Drift av et lager for brukt brensel (Studsvik)

NFD har gitt et parallelt oppdrag om konseptvalgutredning for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge (heretter kalt KVV-Dekommisjonering) til denne samarbeidskonstellasjonen med unntak av Quintessa som kun har bidratt til KVV for håndtering av norsk radioaktivt avfall. De to KVVene er utarbeidet i parallell grunnet interne avhengigheter.

KVV-en skal kvalitetssikres eksternt i henhold til Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter (KS1). KVV-en og kvalitetssikringsrapporten (KS1-rapporten) vil foreligge som faglig innspill og underlag for Regjeringens beslutning om en strategi for håndtering av norsk radioaktivt avfall.

Vedlegg 9 BESKRIVELSE AV ALTERNATIVER TIL ANALYSEN

I dette vedlegget gis det en nærmere beskrivelse av de alternative løsningene for oppbevaring av radioaktivt avfall som analyseres videre i alternativanalysen. For ytterligere detaljering av kostnader og alternativene, se Vedlegg 10 .

Hvilken løsning for oppbevaring av radioaktivt avfall som er mest optimal er følsom for type avfall, mengder som finnes i Norge i dag og prognoser for fremtidig generering av avfall. Det er to viktige forhold som står sentralt og som ikke er avklart. Det første gjelder om Norge fortsatt skal ha reaktordrift, og i så fall hvor lenge. Dette har stor innvirkning på antall lokasjoner det er behov for å drifte og å sikre. Det andre er hvilken stilling norske myndigheter tar til spørsmålet om hva en bør gjøre med det ustabile brukte brenselet.

Når det gjelder det første forholdet om reaktordrift er det i alternativanalysen sett på tre scenarier:

- **Scenario α :** drift av begge reaktorer i hele analyseperioden (100 år). Dette innebærer at brukt brensel og annet radioaktivt avfall fra driften av reaktorene vil genereres gjennom hele denne perioden.
- **Scenario β :** En tidlig nedstengning av begge reaktorene (satt til 2018). Dette påvirker mengden avfall da fremtidig driftsavfall fra reaktordrift opphører.
- **Scenario γ :** umiddelbar nedlegging av en reaktor (år 2018), men fortsatt drift av den andre reaktoren ut analyseperioden.

I dette vedlegget er det vist illustrasjoner i form av tidslinjer, som viser når reaktorer stenges og ulike anlegg for oppbevaring legges ned og/eller etableres, kun for scenario α og scenario β da disse inneholder all relevant informasjon. Tidslinjer for scenario γ vil være en kombinasjon av disse.

Basert på resultater fra mulighetsstudien, er det fire alternative konseptuelle løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall i Norge, i tillegg til dagens løsning. Disse vil bli presentert her, mens analysen av disse finnes i Alternativanalysen (kapittel 5). Tabellen under gir generell oversikt over alternativene.

Tabell V 9-1 Oversikt over løsningsalternativer til alternativanalysen

Alternative løsninger	Brukt brensel
Referansealternativ	Lagring av ustabilt brukt brensel i nye casks på Kjeller og i Halden i nytt industribygg. Stabilt brukt brensel i eksisterende lager.
Alt. 1: Samlager i Norge	Alt brukt brensel lagres i nye casks i et nytt fjellanlegg på ny lokasjon
Alt. 2: Deponi i Norge	Deponi for brukt brensel. I påvente av at dette kan ferdigstilles, lagres brukt brensel i nye casks i nytt industribygg.
Alt. 3: Internasjonalt samarbeid	Norge søker å få til et internasjonalt samarbeid om en løsning for oppbevaring av brukt brensel.
4: Reprosessering av alt brukt brensel	Alt brukt brensel reprosesserer. LL-ILW lagres i deponi for ARA.

Alternativer for oppbevaring av brukt brensel

Referansealternativet: Oppbevaring av brukt brensel på dagens lokasjoner

Referansealternativet er det alternativet som de andre alternativene skal sammenlignes med i alternativanalysen. I prinsippet skal et referansealternativ kun inneholde igangsatte investeringer og investeringstiltak som det er bevilget midler til /D304/. En investering i nye lagre skal derfor etter denne definisjonen ikke inkluderes i referansealternativet.

Finansdepartementets retningslinjer i Concept veileder nr. 8 /D347/ åpner imidlertid for at fremtidig behovstilfredsstillelse i referansealternativet ikke skal «bli dårligere enn på beslutningstidspunktet». Referansealternativet skal derfor kunne holde samme tjenestenivå over hele analyseperioden. Det er KVVU-gruppens oppfatning at det i denne sammenheng er en mer hensiktsmessig definisjon. Dette henger sammen med at dersom oppbevaringskapasiteten *ikke* utvides vil drift av reaktoren måtte stoppe opp.

Referansealternativet er definert som at brukt brensel oppbevares på samme lokasjoner som i dag, dvs. på Kjeller og i Halden. Det legges til grunn gjenbruk av eksisterende lagre så langt dette er forsvarlig, med en utvidelse av lagerkapasiteten når ytterligere kapasitet blir nødvendig for å opprettholde driften av reaktorene. Nødvendig kapasitet for oppbevaring av brukt brensel vil være avhengig av hvor lenge det vil være reaktordrift, og investeringene avhenger av hvilket scenario for reaktordrift som legges til grunn. Det er som omtalt sett på tre scenarioer for varighet av reaktordrift, og to av disse (scenario a og scenario β) gjennomgås lenger ned.

En annen viktig problemstilling er knyttet til oppbevaring av brukt brensel med dårlig lagringsbestandighet. Dette er nærmere omtalt i Vedlegg 2 og i Vedlegg 7.

Det er ikke tatt en endelig beslutning for hva som bør gjøres med det ustabile brukte brenselet.

Referansealternativet innebærer derfor at man fortsetter å lagre dette avfallet som i dag, dvs. ingen stabilisering (reprosessering eller kondisjonering).

Det er imidlertid en risiko forbundet med å fortsette å ha avfallet i dagens lagre, og spørsmålet er om en slik løsning vil være forsvarlig i det tidsperspektiv som analyseperioden dekker (100 år).

Det er sett på to muligheter innenfor «dagens løsning»;

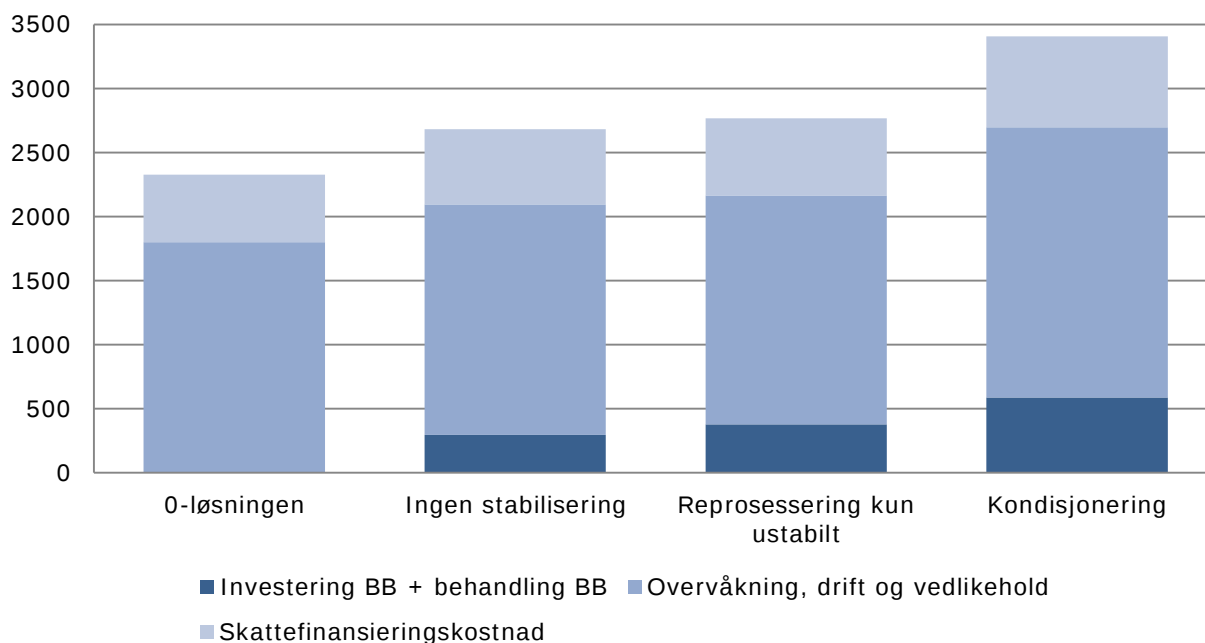
- En ren «0-løsning» uten investeringer hvor det ustabile brukte brenselet fortsatt lagres i dagens lagre, men med nødvendig undersøkelse av tilstanden til alt det brukte brenselet og nødvendige vedlikehold og sikringstiltak for en sikker og trygg lagring. I /D147/ har IFE gjort noen vurderinger rundt nødvendige tiltak dersom brenselet blir liggende der det er.
- En modifisert 0-løsning der det ustabile brukte brenselet flyttes over i et nytt lager og i nye beholdere (transportable casks) for å øke sikkerheten for dette brenselet. Investeringene som disse tiltakene representerer inngår i Referansealternativet.

Det første alternativet (0-løsningen) med fortsatt lagring i dagens lagre anses ikke som en realistisk løsning i hele analyseperioden på 100 år. Lagrene er over 50 år gamle og sannsynligheten er stor for at de i løpet av analyseperioden må oppgraderes for å tilfredsstille fastsatte sikkerhetskrav. Det er også betydelig usikkerhet knyttet til hvorvidt det ustabile brukte brenselet av sikkerhetsmessige årsaker kan oppbevares slik det gjøres nå ut analyseperioden.

En oppgradering vil kunne gi gevinster i form av bedre driftsforhold, økt sikring og bedre muligheter for overvåking av det brukte brenselet. Dersom det etableres nye lagre vil lagre som brukt brensel overføres fra kunne stenges ned.

KVU-gruppen har lagt en modifisert 0-løsning til grunn som referansealternativ med bakgrunn i at det er stor usikkerhet om 0-løsningen vil være en mulig løsning i hele analyseperioden ut fra sikkerhetsmessige betraktninger. Dette er vurdert som det mest realistiske scenario dersom man skulle velge ikke å stabilisere det metalliske brukte brenselet og fortsatt ha lagre på Kjeller og i Halden eller en samlagring på ett av stedene.

Figur V 9-1 nedenfor viser fire mulige referansealternativ hvor det to første er det som ovenfor er omtalt som «dagens løsning». De to siste innebærer stabilisering av det ustabile brukte brenselet ved hhv. repressering og kondisjonering. For nærmere omtale av dette se Vedlegg 7 .



Figur V 9-1 Kostnader i Referansealternativet knyttet til beslutning om behandling av det ustabile brukte brenselet

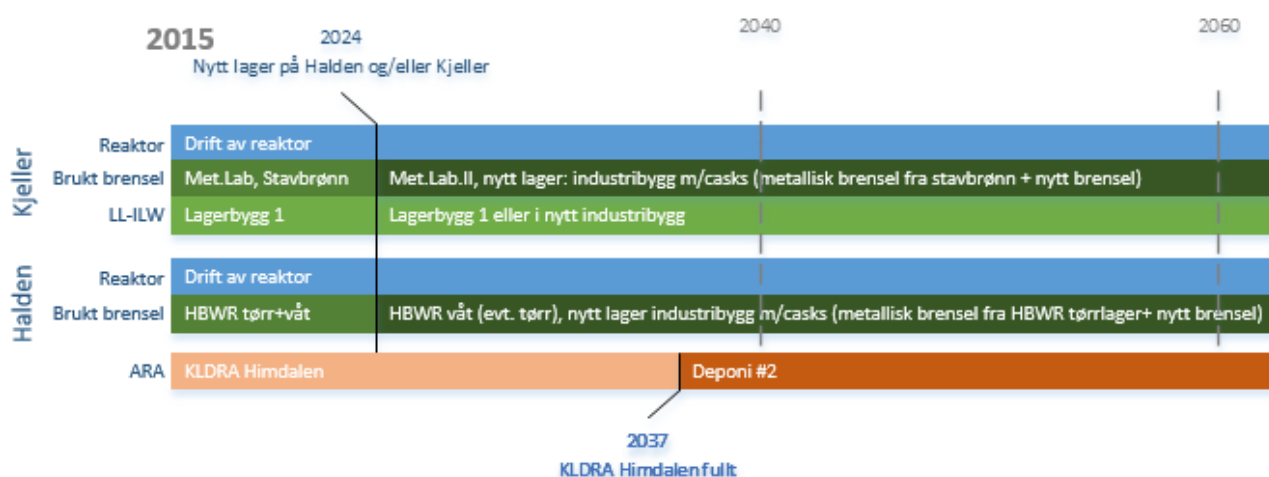
Figuren viser at 0-løsningen er det rimeligste. Her er det som omtalt ikke lagt inn noen investeringskostnader når det gjelder det ustabile brukte brenselet. Ingen stabilisering som innebærer ompakking av brenselet til et tørt miljø, er rimeligere enn repressering av det ustabile brukte brenselet. Dette skyldes lavere investerings- og behandlingskostnader.

En beslutning om kondisjonering er den klart dyreste løsningen. En kondisjonering vil medføre økte kostnader, og er relativt sett en dyr løsning. Dette er fordi man må ha flere cask ved lagring, og flere beholdere ved deponering. Norge vil få tilbake lag 10 % større mengde tilbake enn det man sendte. Dessuten får Norge tilbake Pu som medfører økte kostnader til fysisk sikring samt tilsyn og kontroll. Dette fordi Pu klassifiseres i klasse 1, som er den strengeste klassen, i hht. atomenergilooven.

I Referansealternativet legges til grunn at det bygges et nytt lager for å kunne oppbevare det ustabile brukte brenselet, og at JEEP 1 stavbrønn på Kjeller og tørrlageret i bunkerbygningen i Halden stenges ned.

Det er lagt til grunn å benytte et enkelt industribygg for det nye lageret, og hvor brukt brensel lagres i transportable casks (jf. Vedlegg 3). Hvorvidt det bygges ett felles lager enten i Halden eller på Kjeller, eller et mindre lager på hver av lokasjonene har ikke KVV-gruppen tatt stilling til da dette vil være et forhold som IFE må vurdere nærmere for å finne en løsning gir best logistikk. Det vil være behov for en ny cask ca. hvert 8. år, dersom dagens produksjon av brukt brensel legges til grunn og at man velger en type cask som kan romme ca. 1 tonn brensel. Casks kan også bestilles for å romme betydelig større mengder brukt brensel, men det vil kreve store kraner og lastebiler, samt store og kraftige bygg.

Nedenfor er en tidslinje for der de vigtigste momentene i dette alternativet er vist. For tidslinjer som viser hele analyseperioden (2015-2115), se figurer sist i dette vedlegget.

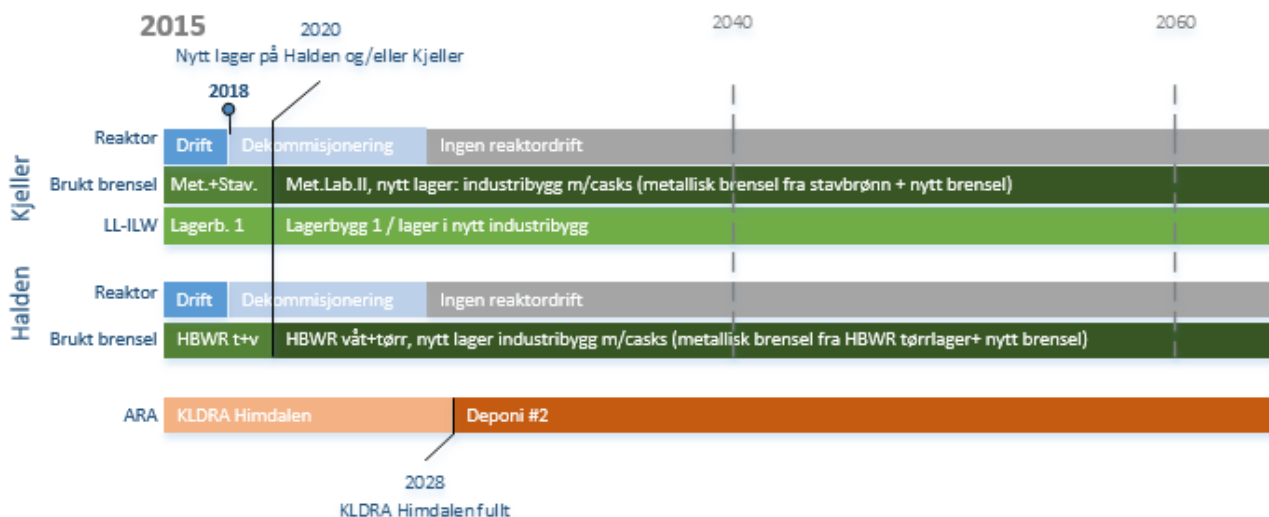


Figur V 9-2 Tidslinje: Referansealternativet (Scenario α)

Scenario β : tidlig nedstengning av begge reaktorene

Tilsvarende løsning som for scenario α , men det vil ikke være behov for flere casks utover i perioden etter overføring av brukt brensel fra JEEP I stavbrønn og tørrlager i bunkerbygningen da reaktordrift opphører tidlig i analyseperioden.

Nedenfor er en tidslinje der de viktigste momentene i dette alternativet er vist.



Figur V 9-3 Tidslinje: Referansealternativet (Scenario β)

Alternativ 1: Samlagring i Norge

I dette alternativet er det lagt til grunn at det etableres en ny lagerløsning hvor brukt brensel samles på én lokasjon. Det er ikke lagt inn kostnader for reprosesering av det ustabile brukte brenselet i dette alternativet. Alternativet innebærer dermed at det ustabile brukte brenselet flyttes til nye beholdere og til nytt lager slik det er, men med nødvendige tiltak for å sikre gode lagringsforhold og bedre muligheter for overvåkning av det brukte brenselet.

Det legges til grunn at anlegget ferdigstilles så raskt som mulig, og senest 2024 som sammenfaller med tidspunktet for når lagret i Halden når sin kapasitet. Dersom dette ikke er mulig vil det være kapasitet til å ta imot brukt brensel fra Halden til lageret på Met.Lab 2 frem til ca. 2027. Avfall i kategorien LL-ILW skal også lagres i samlageret.

Det er i denne KUVen ikke lagt vekt på å vurdere egnet lokasjon for en ny lagerløsning. Det er i hovedsak lagt til grunn at en ny lagerløsning etableres på ny lokasjon (alternativ 1a), men det er også gjort en vurdering om det kan være noe å spare ved å etablere en samlet lagerløsning i Halden eller på Kjeller. Det er dermed vurdert tre muligheter for samlokalisering av et nytt lager for alt brukt brensel. Disse alternativene er:

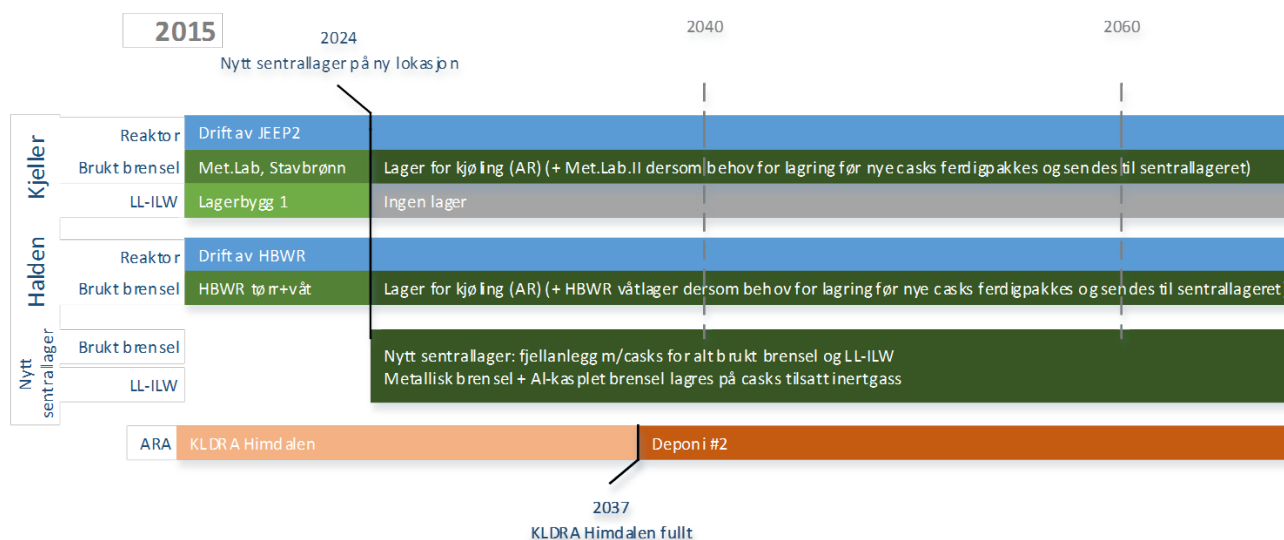
- Alternativ 1a) Samlagring på ny lokasjon
- Alternativ 1b) Samlagring i Halden
- Alternativ 1c) Samlagring på Kjeller

Dersom samlageret etableres på Kjeller eller i Halden vil dette bygges som et industribygg og med oppbevaringsløsning i form av transportable casks, mens det på ny lokasjon (Alternativ 1a) vil etableres i et fjellanlegg.

Alternativets utforming vil være avhengig av om det er fortsatt reaktordrift i hele analyseperioden eller om det vil være en tidlig nedstengning av reaktorene. Nedenfor følger en gjennomgang av tidspunkt for investeringene i de tre mulighetene (jf. punktlisten over).

Scenario α: reaktordrift i hele analyseperioden

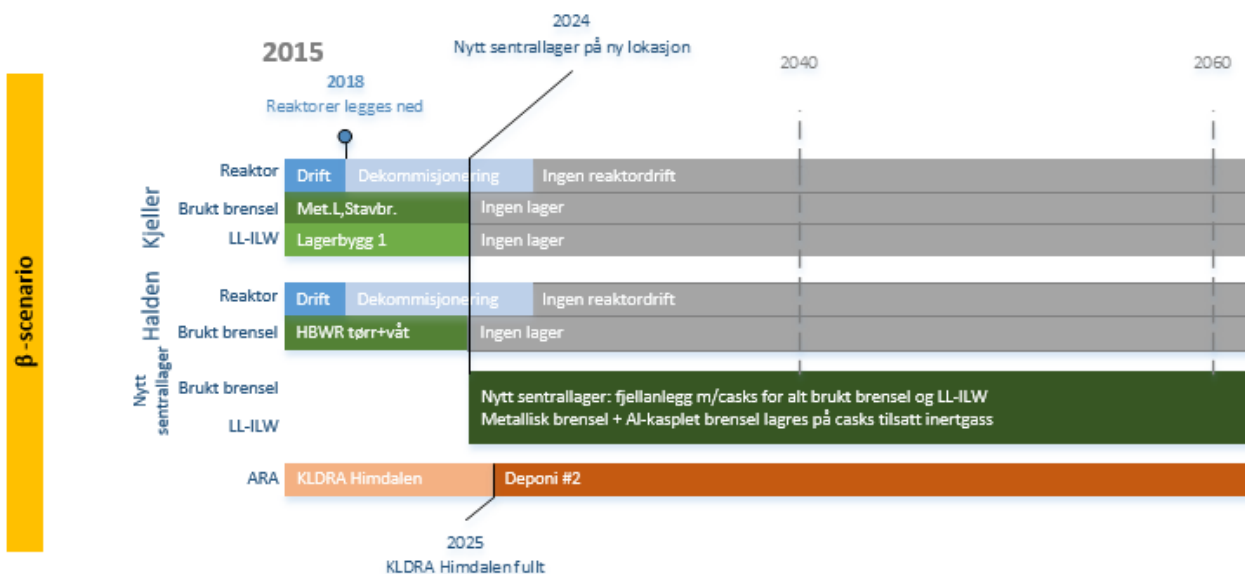
I figuren nedenfor viser tidslinjen der viktige momenter i dette alternativet er vist.



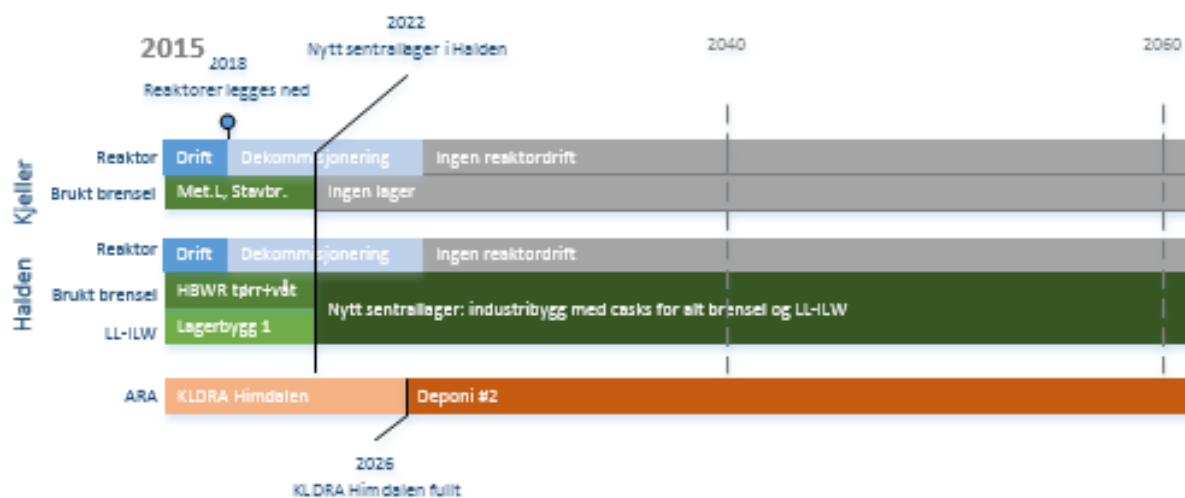
Figur V 9-4 Tidslinje: Alternativ 1a (Scenario α)

Scenario β: tidlig nedstengning av begge reaktorene

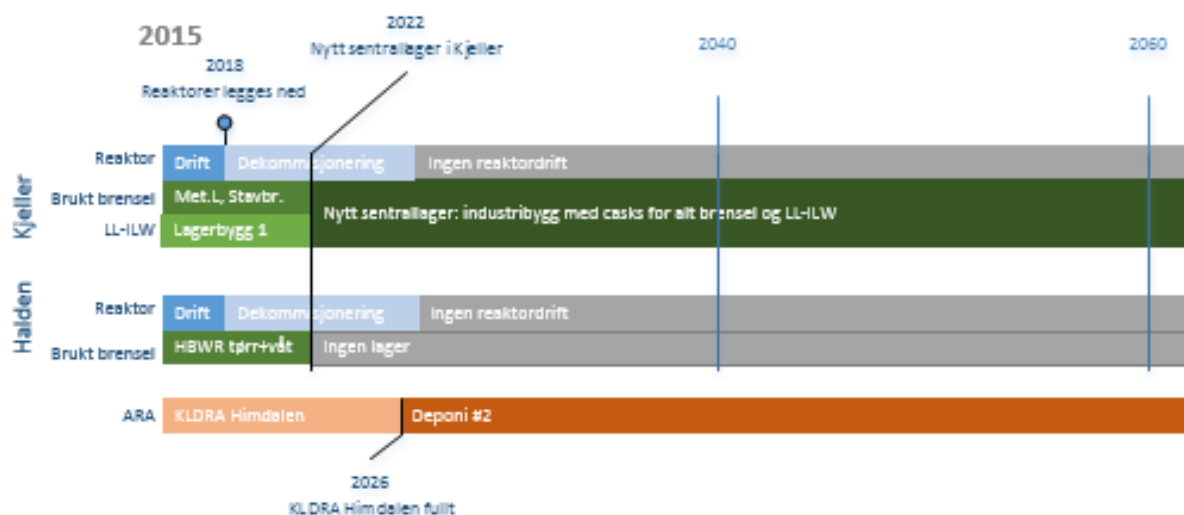
I figurene nedenfor er tidslinjene (utsnitt) for etablering av et samlager i fjell (1a), samlager i Halden (1b) og samlager på Kjeller (1c).



Figur V 9-5 Tidslinje for Alternativ 1a, samlager i fjell (Scenario β)



Figur V 9-6 Tidslinje for Alternativ 1b, samlager i Halden (Scenario β)



Figur V 9-7 Tidslinje for Alternativ 1c, samlager på Kjeller (Scenario β)

Alternativ 2: Deponi i Norge

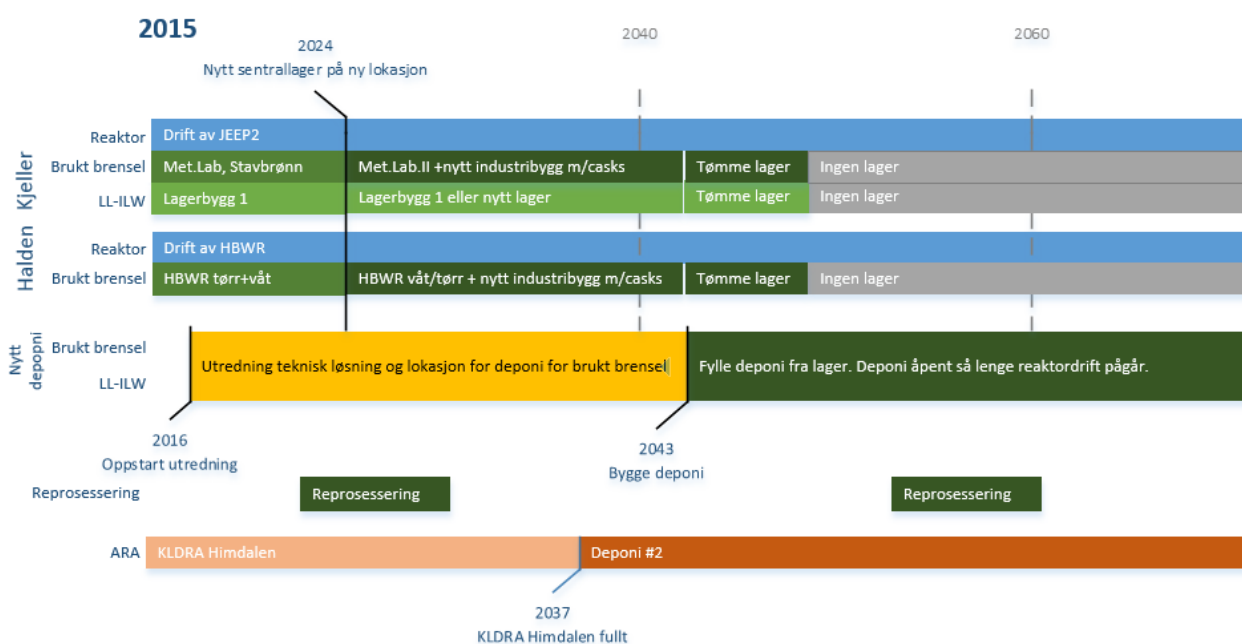
Et deponi skal være en permanent løsning som ikke vil være avhengig av institusjonell kontroll etter at det er stengt og forsegle. Derfor stilles det langt strengere krav til en deponiløsning enn til en lagerløsning for å forhindre utslipp av radioaktivitet til omgivelsene over tid. Deponiet skal fungere som et sett av barrierer for å forhindre utslipp av radioaktivitet til omgivelsene i prinsippet i et uendelig tidsperspektiv da strålingen fra det deponerte materialet vedvarer over veldig lang tid. I Sverige designes deponiet for en varighet på 100 000 år, men de har beregninger som viser at beholderne som brensel ligger i kan ha en levetid på mer enn 1 million år. Utvikling og etablering av et deponi for brukt brensel er svært kostnads- og tidkrevende. Utredning av en egnet lokasjon for et slikt deponi i Norge er antatt å kunne ta et sted mellom 15 og 30 år basert på erfaringer fra Sverige og Finland.

Deponiet som legges til grunn i analysen er et dyptliggende fjellanlegg tilsvarende anlegget som planlegges etablert i Sverige (KBS-3), men betydelig mindre i størrelse da mengden svensk brukt brensel som skal deponeres er omtrent 300 ganger høyere. Bakgrunnen for hvorfor denne løsningen er valgt som grunnlag for kostnadsestimatene i analysen er at dette er en løsning som i dag foreligger og

er planlagt bygget. Bergrommet der beholdere med brukt brensel og LL-ILW etableres typisk 500 meter under bakkenivå. Beholderne med avfallet kapsles inn i bentonittleire (som sveller i kontakt med vann). Tilkomsten til et slikt anlegg vil være en ca. 4 km lang spiralformet tunnel. En egen fasilitet for pakking av avfallet i beholderne etableres på samme lokasjon som selve deponiet. Så lenge deponiet fortsatt fylles med brukt brensel, vil være behov for vakt- og administrasjon og nødvendig infrastruktur ved fjellanlegget, samt fysisk sikring rundt hele anlegget. Når deponiet stenges, fylles bergrommet og adkomsttunnel igjen med stein og bentonittleire for å redusere risikoen for at vann kan komme i kontakt med beholdere, samt gjøre beholderne utilgjengelige. De oppførte byggene og den fysiske sikring rundt anlegget fjernes.

På grunn av lang utredningstid, vil deponiet for brukt brensel og LL-ILW ikke være ferdig før lagrene for brukt brensel er fulle på Kjeller (2032) og i Halden (2024). Samlet sett kan det være kapasitet til 2027 om brukt brensel fra Halden overføres til Kjeller etter lagrene der er fulle. Dette vil medføre at et nytt lager må opprettes på Kjeller eller i Halden i mellomtiden for å mellomlagre den type radioaktivt avfall som i dag deponeres i Himdalen i påvente at det samlokaliserte deponiet står ferdig. Videre må det også et nytt deponi for ARA stå ferdig i ca.2037.

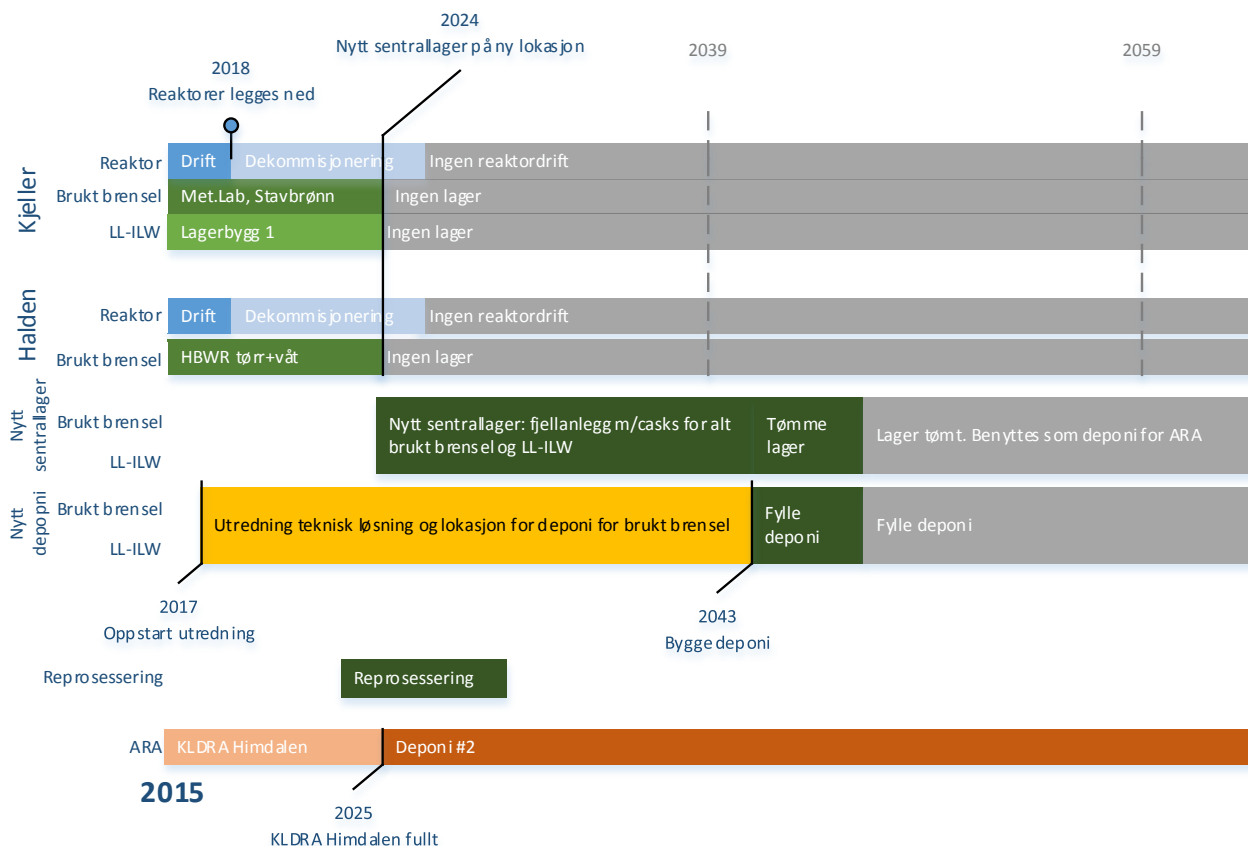
I figurene nedenfor er det vist en tidslinje for både scenario α og β .



Figur V 9-8 Tidslinje for Alternativ 2 (Scenario α)

I figuren over er det angitt at deponiet er ferdig bygget i 2043. Total varighet på utredning og bygging av deponiet er satt til 27 år (2016-2043). Det henvises til Vedlegg 10 for nærmere detaljer om beregninger av forventede tidsperioder med usikkerhet for de enkelte aktiviteter/investeringer.

Scenario β: tidlig nedstengning av begge reaktorene



Figur V 9-9 Tidslinje for Alternativ 2 (Scenario β)

Ved tidlig nedstengning er det lagt til grunn at brenselet mellomlagres i et nytt fjellanlegg frem til deponiet er ferdigstilt.

Alternativ 3: Internasjonalt samarbeid

Et internasjonalt samarbeid for å etablere et deponi for stabilt brukt brensel kan være en aktuell løsning for Norge, og er også i overensstemmelse med IAEA som oppfordrer land med begrenset mengde med brukt brensel om å samarbeide om å finne felles deponiløsninger /D260/.

Løsningen innebærer å samarbeide med andre nasjoner for en felles deponiløsning for brukt brensel, og da typisk nasjoner som er i samme situasjon som Norge med begrensede mengder med brukt brensel. Dette kan omfatte nasjoner som eksempelvis Østerrike og Danmark. Kostnadene ved utredning, bygging og drift av deponiet vil da kunne deles med flere nasjoner. En mulighet ved et slikt samarbeid er også at et slikt felles deponi legges til Norge. Norge vil da kunne få inntekter fra de andre nasjonene som deponerer sitt brukte brensel i det norske anlegget. Tilsvarende vil Norge måtte betale for deponering av norsk brukt brensel dersom deponiet etableres i et annet land.

Det må forventes at den politiske prosessen med å kunne komme til enighet om en slik løsning vil ta svært lang tid, og det vil også være en risiko for ikke å komme frem til en felles løsning.

Alternativ 3 er ikke kostnadsberegnet da Norges andel av kostnader vil være helt avhengig av hvor mange nasjoner som er med på å dele på utviklings- og investeringskostnader, og hvilken fordelingsnøkkel som vil bli brukt.

Alternativ 4: Reprosessering av alt brukt brensel

I dette alternativet vil alt brukt brensel sendes til reprosessering i utlandet, mens det etableres et kombinert lager for LL-ILW og deponi for ARA.

Ut fra opplysninger i rapporten fra Teknisk utvalg tilbys reprosessering av brukt brensel i Frankrike, India, Japan og Russland /D049/, hvor kun Frankrike og Russland tilbyr dette som kommersielle tjenester. Av de nevnte anlegg anbefalte Teknisk utvalg at begge leverandører bør følges videre opp, mens Strandenutvalget anbefalte at anlegget i La Hague i Frankrike bør velges /D048/.

Hensikten med reprosessering av brukt brensel er å gjenvinne uran og plutonium til videre bruk i kjernekraftreaktorer. Det finnes flere metoder for reprosessering, men i dag eksisterer det kun en kommersiell metode for dette (PUREX) /D249/.

Sluttproduktene fra reprosessering er, i tillegg til uran og plutonium, en mindre mengde restprodukt som er høyaktivt og i en stabil form (ca. 50 kg ifølge Vedlegg 2). Dette restproduktet omtales som vitrifisert avfall. I tillegg returneres noe kapslingsmaterialet og prosessavfall. Avfallet kan enten lagres eller deponeres i egnede beholdere da dette er stabilt. Dersom reprosessering skjer i Frankrike vil dette sendes i retur til Norge da fransk lovgivning krever at dette avfallet sendes i retur til opprinnelseslandet (jf. Vedlegg 2).

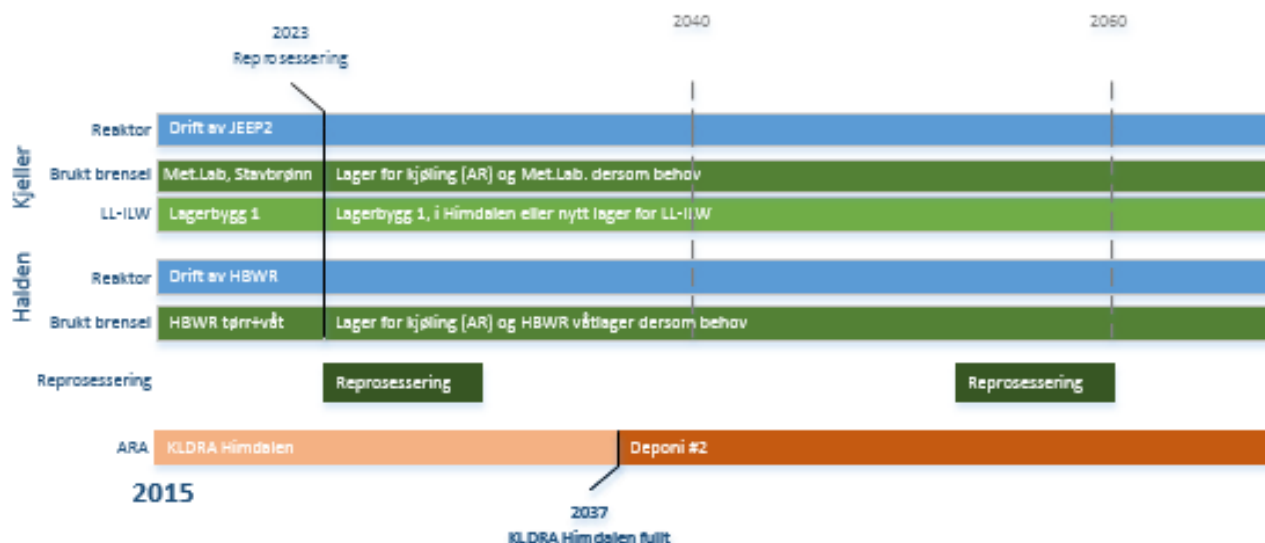
Avfallet er tenkt lagret i det kombinerte lageret for LL-ILW og deponiet for ARA som etableres. Alternativt kan dette restavfallet deponeres på et senere tidspunkt i dype borehull, men dette vil kreve en utvikling av en løsning som i dag ikke er ferdig utviklet og utprøvd.

For alternativ 4 vil det også være forskjell på om det er reaktordrift i hele analyseperioden (scenario α) eller om det vil være en tidlig nedstengning av reaktorene (scenario β).

Scenario α : reaktordrift i hele analyseperioden

Det vil ved fortsatt reaktordrift genereres brukt brensel, både det som defineres som stabilt men også ustabilt brukt brensel. Driverbrenselet for JEEP 2 reaktoren på Kjeller benytter oxid-brensel med aluminiumkapsling som defineres som brukt brensel med lav lagringsstabilitet.

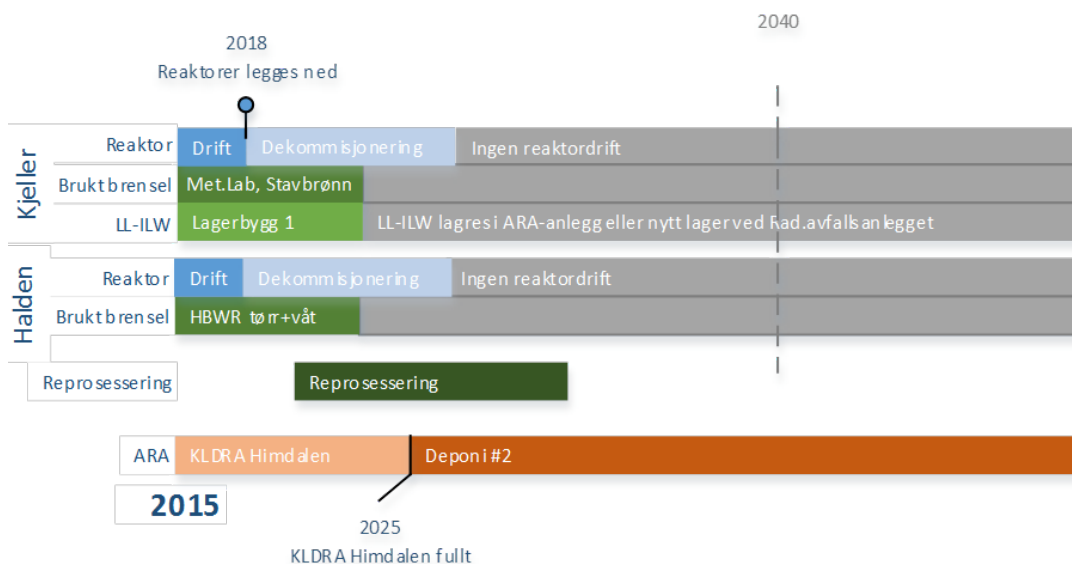
Som figuren viser så vil det være behov for å lagre brensel over en viss tid for så å kunne sende en ny batch med brukt brensel for reprosessering. Det er lagt til grunn at det sendes en batch nummer 2 rundt 2050. Ved fortsatt reaktordrift vil nok en batch med brensel måtte sendes på et tidspunkt lenger frem.



Figur V 9-10 Tidslinje for Alternativ 4 (Scenario α)

Scenario β: tidlig nedstengning av begge reaktorene

Ved en tidlig nedstengning av reaktorene vil det kun være behov for å sende den mengde brukt brensel som ligger lagret og vil genereres frem til en nedstengning av reaktorene. Deretter er det ikke mer brukt brensel som må lagres.

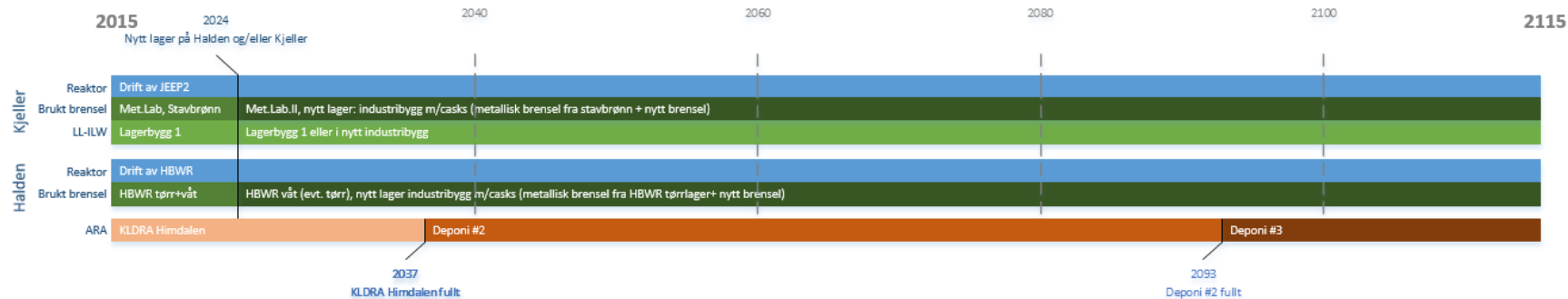


Figur V 9-11 Tidslinje for Alternativ 4 (Scenario β)

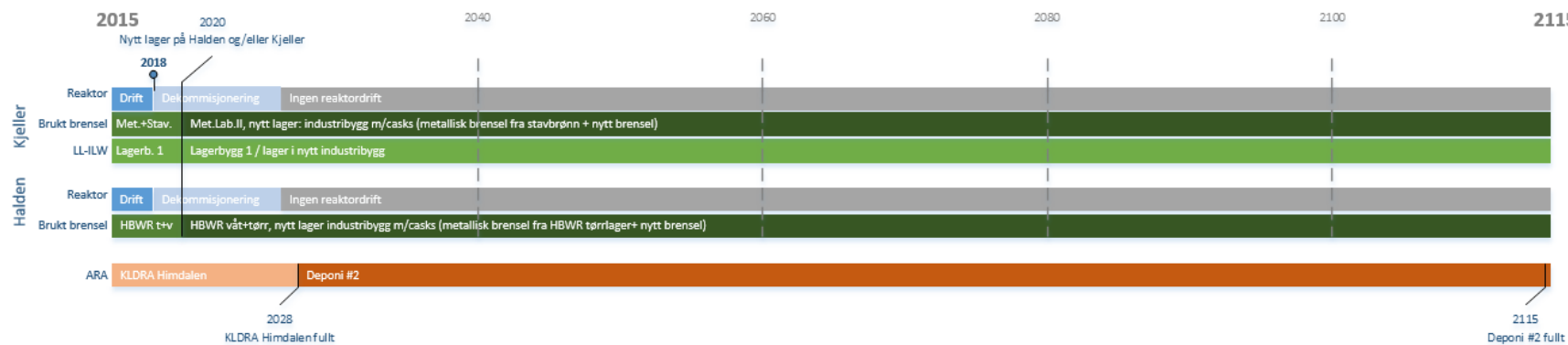
Tidslinjer for alle alternativer og for scenario α og β

REFERANSEALTERNATIV

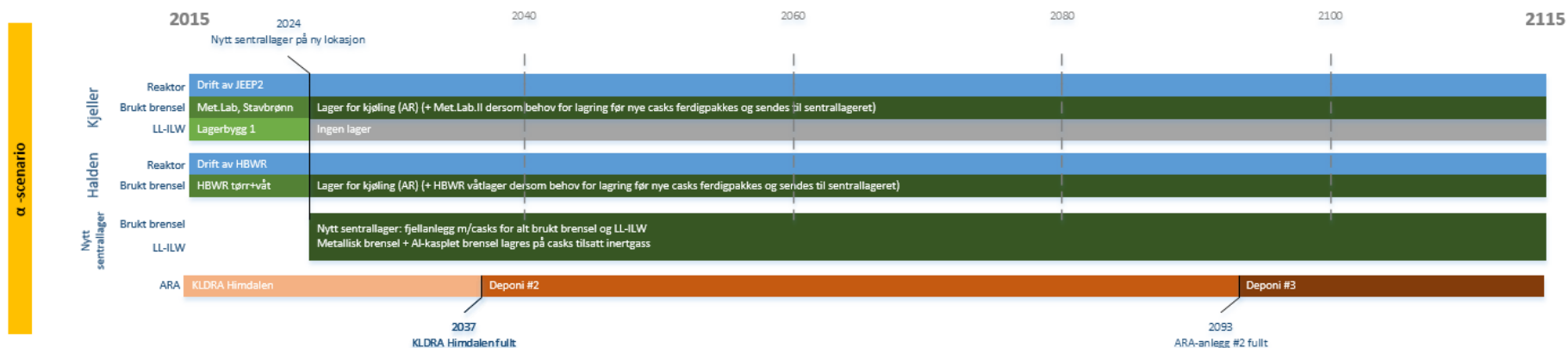
α -scenario



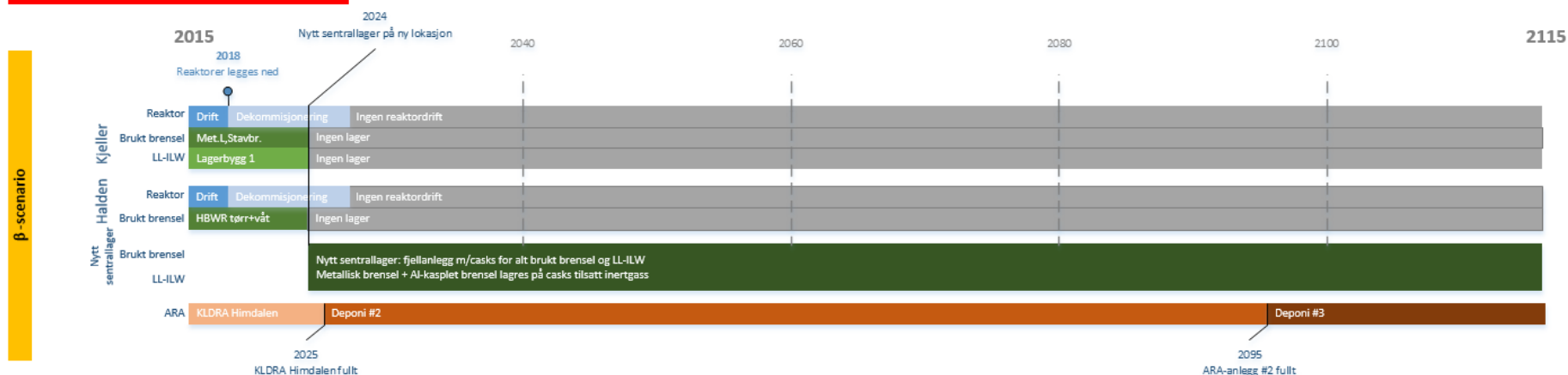
β -scenario



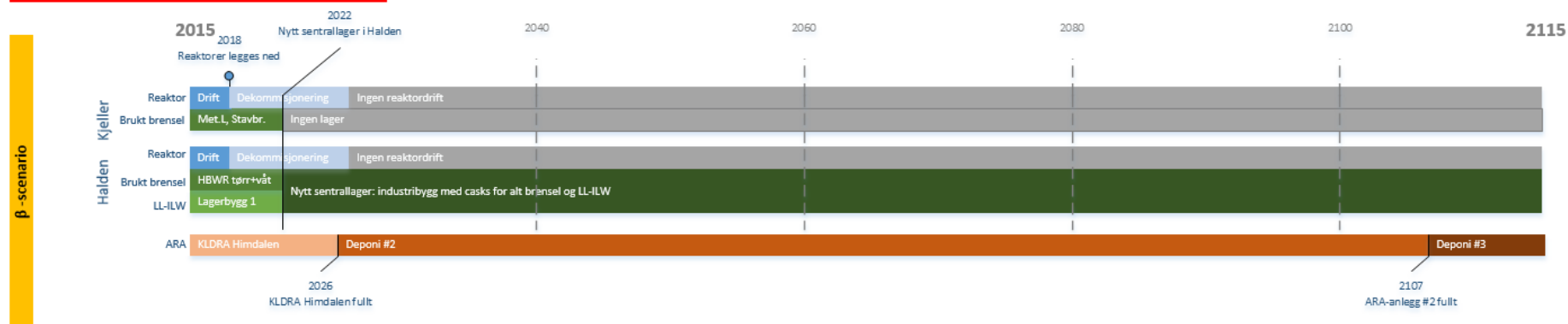
Alt. 1 Sentrallager



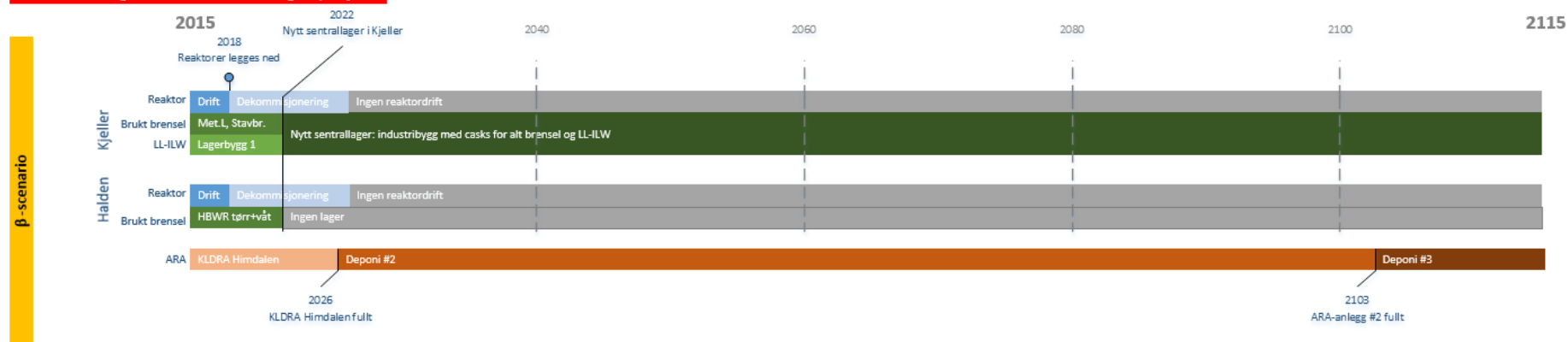
Alt. 1a Sentrallager – Nytt fjellanlegg med casks



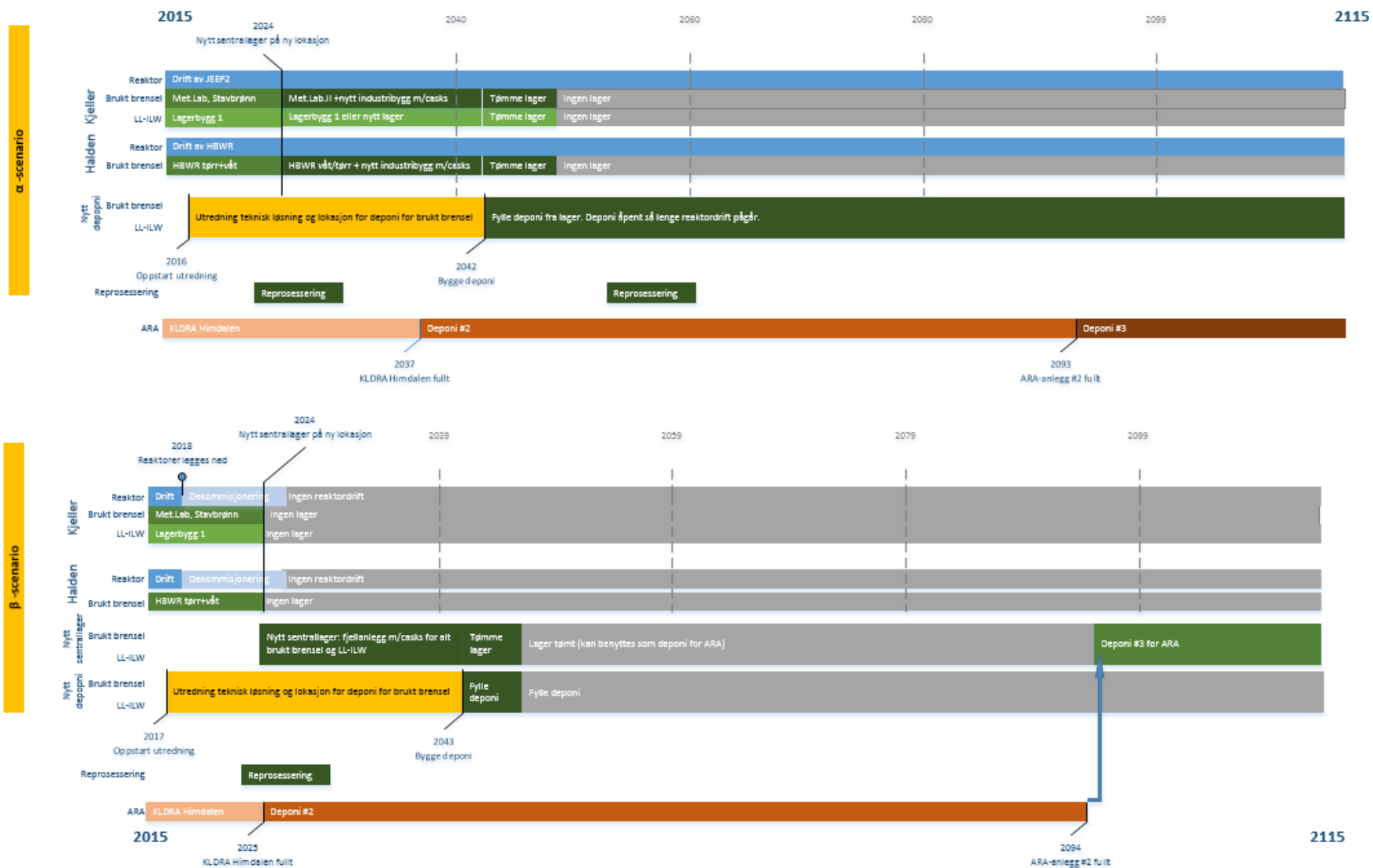
Alt. 1b Sentrallager – Brukt brnsel samlagres i Halden



Alt. 1c Sentrallager – Brukt brnsel samlagres på Kjeller

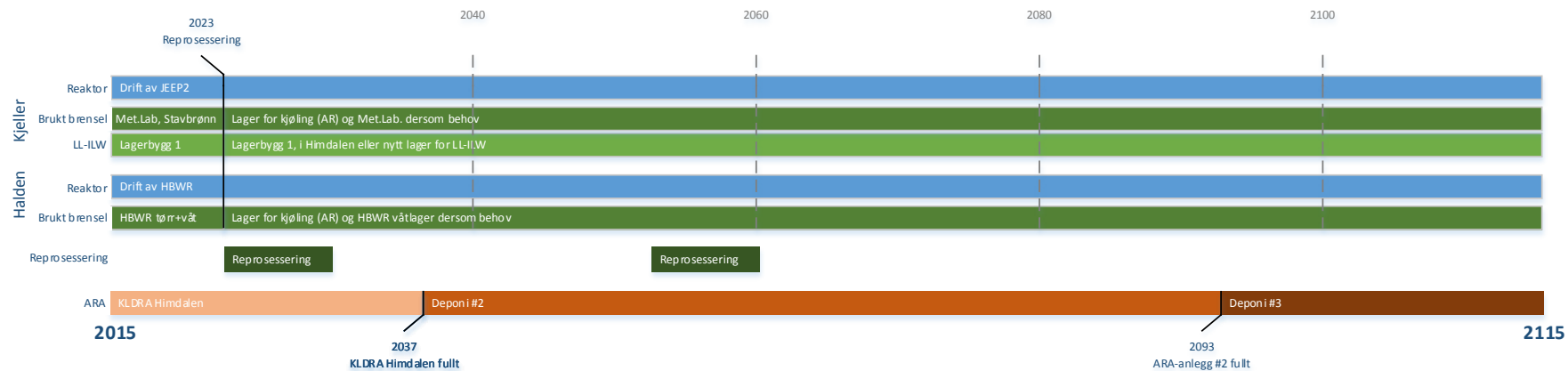


Alt. 2 Deponi (stabilisering av Metallisk og Al-kapslet brensel)

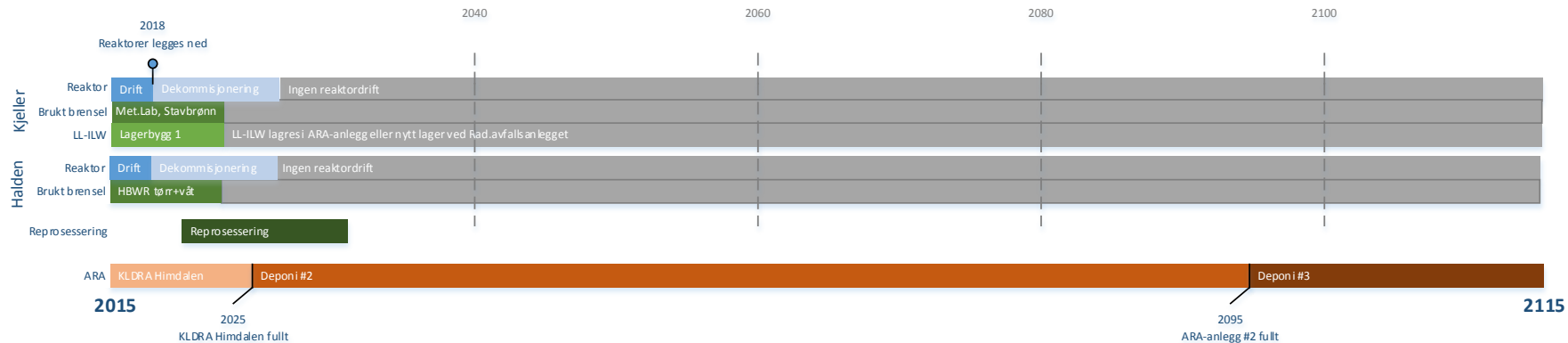


Alt. 4 Reprosessering

α-scenário



β-scenario



Vedlegg 10 KOSTNADSMODELLEN

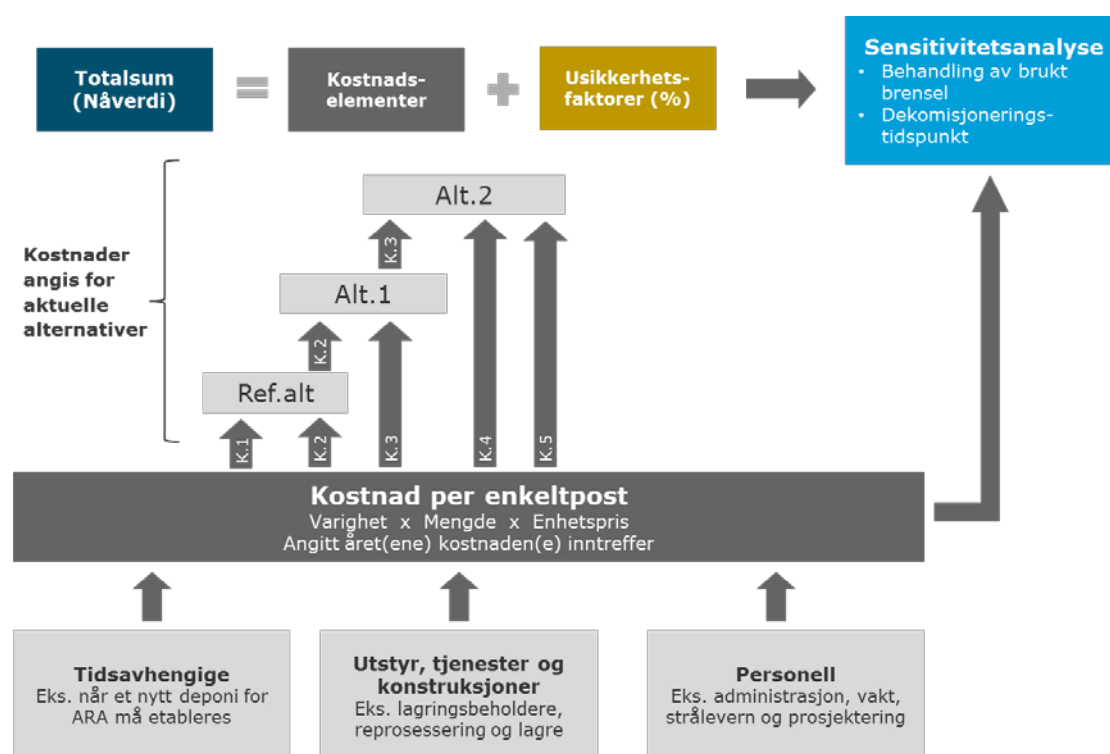
Innledning

I dette vedlegget beskrives benyttet metodikk, vurdering av estimater for alle kostnader og mengder, samt resultater for vurderte alternativer. Resultater som presenteres i dette vedlegget er oppgitt i nåverdi 2014-kroner. Dette er kostnader for investeringer samt overvåkning, drift og vedlikehold. Vurdering av de samfunnsøkonomiske kostnadene gjøres ikke i dette vedlegget, men er viktige for å kunne foreta en komplett vurdering av rangering av alternativer.

Først beskrives kort kostnadsmodellen som er utarbeidet for analyse av kostnader ved ulike strategier for behandling av radioaktivt avfall etterfølgende av resultatene fra kostnadsanalysen. Deretter presenteres generell metodikk og statistikk som ligger til grunn for analysene. Til slutt presenteres vurdering av alle kostnadsposter.

Modell for beregning av kostnader

Usikkerhetsanalysen følger metodikk for kvalitetssikring av offentlige investeringsprosjekter utarbeidet av Finansdepartementet. Dette er en anerkjent metode for beregning av usikkerhet i store, komplekse prosjekter. For denne analysen er det utarbeidet en tilpasset kostnadsmodell som dekker alle alternativer, se figur nedenfor:



Figur V 10-1 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.

Forutsetninger for beregning av samfunnsøkonomiske kostnader

Analyseperiode

For denne KVUen er det valgt en analyseperiode på 100 år. En av årsakene til at en så lang analyseperiode er valgt er at brukt brensel må oppbevares tilnærmet i all evighet, og det er alternativer der fordelene første kommer frem dersom en lengre analyseperiode legges til grunn. Dette gjelder spesielt deponering av brenselet.

Prisnivå og samfunnsøkonomiske kostnader

Kostnadene er først anslått etter dagens markedspriser (2014-priser). KVU-gruppen mener disse markedsprisene langt på vei reflekterer samfunnsøkonomiske verdier. Det er ingen grunn til å justere prisene (f.eks. dersom prosjektene skulle nyttiggjøre ressurser som ellers ville gått ledige).

Tidsprofil

Investerings- og driftskostnader er lagt inn på de tidspunkter (mellom 2015 og 2014) for når disse er forventet å inntreffe. Forventet tidspunkt beregnes enten som en egen usikkerhet, eller ved at det er andre variabler som bestemmer tidspunktet basert på mer detaljerte usikkerhetsanalyser.

Det er gjennomført analyser av ulike scenario for varighet av reaktordrift. Følgende scenarioer er analysert:

- Scenario α : reaktordrift fortsetter i både Halden og på Kjeller ut hele analyseperioden.
- Scenario β : umiddelbar nedstengning av reaktorene i Halden og/eller på Kjeller.
- Scenario γ : umiddelbar nedstengning av reaktoren i Halden, mens reaktoren på Kjeller driftes videre.

For nærmere beskrivelse av investeringsprofilen for hvert av alternativene i hvert scenario, se kapittel om investeringsprofil lenger ned.

Diskonteringsrente og nåverdi

Henføringsår er satt til 2014, og det beregnes nåverdi av kostnadene. Diskonteringsrenten er som følger (jf. NOU 2012:16 /D464/):

- 0-40 år: 4 %
- 40-75 år: 3 %
- 75 -> år: 2 %

Realprisjustering

Tidsperspektivet er imidlertid så langt, at KVU-gruppen har funnet det nødvendig å anta at det skjer endringer i relative priser, i hht. Finansdepartementets siste veileder. Der anbefales det å ta hensyn til reallønnsvekst. Det er benyttet en prosentsats på 1,6 % iht. NOU 2012:16 /D464/.

Når vi tar hensyn til reallønnsveksten, får dette særlig betydning fordi de konseptene som er forskjellige med tanke på behovet for overvåking, drift og vedlikehold (som er arbeidsintensivt), og som har behov for overvåkning i hele analyseperioden.

Resultater

I dette kapitlet presenteres kostnadene for alle alternativer. Alle kostnader som presenteres er i nåverdi i 2014-kroner eks. merverdiavgift. Først presenteres noen overordnede forutsetninger for analysen, deretter presenteres resultatene fra kostnadsanalysen for løsninger for brukt brensel, og deretter for annet radioaktivt avfall.

Forutsetninger for analysen

Det er analysert tre hovedscenarier, der følgende forutsetninger legges til grunn:

- **α-scenariot:** det forutsettes reaktordrift i hele analyseperioden (2015-2115), dvs. at brukt brensel produseres i hele perioden og lagring/deponering av dette må ivaretas
- **β-scenariot:** umiddelbar nedlegging av reaktordriften (år 2018 valgt for analysen), dvs. at etter dette tidspunktet produseres det ikke mer brukt brensel.
- **γ-scenariot:** umiddelbar nedlegging av en reaktor (år 2018), men fortsatt drift av den andre reaktoren ut analyseperioden.
- Kostnadene som vurderes i disse scenarioene er kun relatert til lagring av brensel. Kostnader til drift av reaktoren vurderes ikke. For å kunne analysere driftskostnadene for kun lagrene på Halden og Kjeller, er disse kostnadene fremskaffet ved å anta hva kostnadene ville være på Halden og Kjeller dersom det kun hadde vært lagre på disse lokasjonene. Dersom lagrene flyttes vekk fra en eller begge lokasjoner, vil det medføre at driftskostnadene for disse lokasjonene i analysen kan settes til null.
- Det er et betydelig antall kombinasjoner av alternativer og praktiske løsninger som kan tenkes å være aktuelle. I kostnadsanalysene er fem hovedalternativer analysert (se Vedlegg 9 for detaljert beskrivelse av disse), hvorav fire av disse er analysert mht. kostnader.
- For flere av kostnadene har utredningene i denne KVUen ikke kunne optimalisere de praktiske løsningene. Hovedhensikten er på dette stadiet det konseptuelle i løsningene. Ett eksempel på dette er referansealternativet, der det vil være behov for mer lagerkapasitet på 2020-tallet. Dette kan tenkes å være et nytt industribygg i Halden eller på Kjeller (felles for begge anlegg), eller at det bygges et mindre lager på hver lokasjon. Hva som vil være den beste løsningen vil kreve en detaljert og samlet analyse av drift, logistikk, ressurser, lagerbehov mv. I denne KVUen legges det derfor kun til grunn «et nytt lager i Halden og/eller på Kjeller».
- Flere av kostnadselementene i analysen er beheftet med betydelig usikkerhet, da langt mer detaljering av løsninger, tekniske spesifikasjoner og/eller forhandlinger med leverandører vil kreves for å kunne redusere kostnadsusikkerheten vesentlig. Dette gjelder spesielt kostnad for behandling av brukt brensel (reprosessering eller kondisjonering), kostnader for transportable casks (beholdere) og beholdere ved deponering, og, mest av alt, kostnader og tid for utredning av en nasjonal deponiløsning.

Resultatene baseres videre på at det ikke skjer vesentlige endringer av forutsetningene for den perioden som analyseres. Dette er derimot ikke usannsynlig at vil skje med bakgrunn i at analyseperioden er veldig lang. Større endringer av tilgjengelig teknologi for stabilisering, lagring og deponering av brukt brensel; endring av nasjonal lovgivning og internasjonale avtaler mht. håndtering av radioaktivt avfall; det nasjonale og internasjonale politiske bildet mht. muligheter for å finne felles løsninger for håndtering av radioaktivt avfall; endringer i driftsforutsetninger for reaktorene på Halden- og Kjeller. Dette er bare noen eksempler på endringer som kan medføre større endringer av forutsetningene for analysen og derav endringer i kostnader.

Brukt brensel

Resultater for α-scenarioet

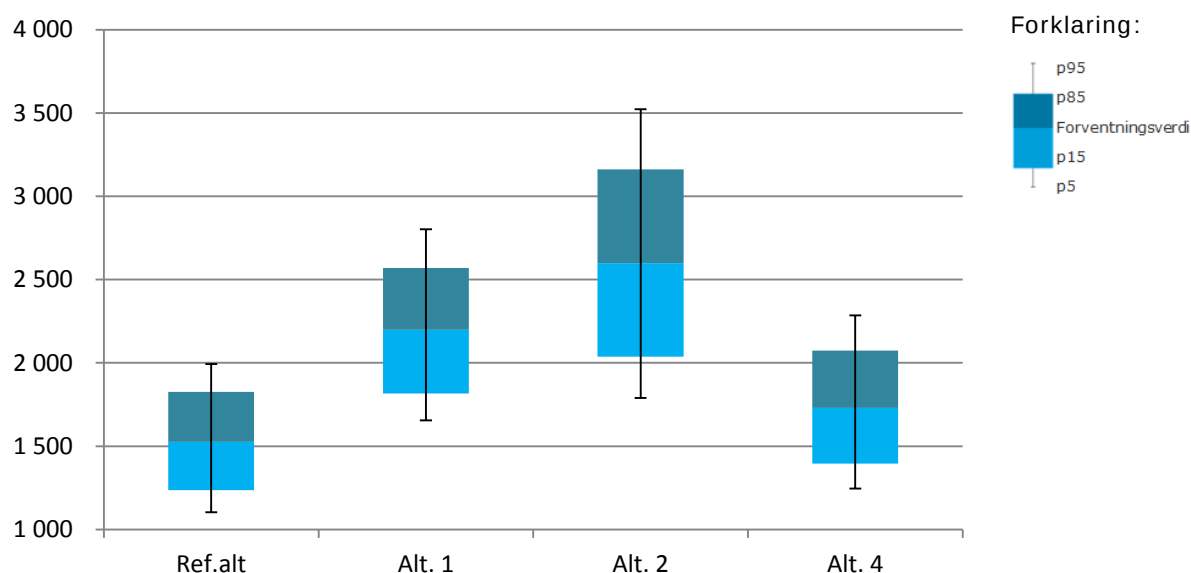
I tabellen nedenfor er kostnader for alle alternativer presentert, gitt at drift av reaktorer fortsetter ut analyseperioden (α-scenarioet).

Tabell V 10-1 Kostnader alle alternativer α-scenarioet (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

	Referanse.alt	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 4
Totalkostnad	1 530	2 200	2 600	1 730
Investeringer	280	490	780	-
Behandling	20	30	330	480
OVD³⁸	1 230	1 680	1 490	1 250
Usikkerhet				
P15	1 240	1 820	2 040	1 400
P50	1 510	2 190	2 560	1 710
P85	1 830	2 570	3 160	2 070
Standardavvik	280	350	540	320
Rel. stdv (totalt)	18 %	16 %	21 %	18 %
Rel. stdv (inv.+beh.)	25 %	24 %	33 %	31 %

Basert på kostnadene alene, er referansealternativet det alternativet med den laveste nåverdien, med Alternativ 4 omtrent MNOK 200 høyere. Alternativ 1 er dyrere enn Referansealternativet og Alternativ 4 pga. overvåkning, drift og vedlikehold for tre lokasjoner, i stedet for to lokasjoner for de to andre alternativene. Deponialternativet krever en lang og kostbar utredning som både øker kostnadene og usikkerheten betydelig.

I figuren nedenfor er samme resultater presentert i et boks-plot.



Figur V 10-2 Kostnader alle alternativer α-scenarioet (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

Som det fremgår av resultatene presentert over, skiller deponialternativene seg ut med høyest forventet kostnad og samtidig den høyeste usikkerheten. Relativt standardavvik ligger mellom 16 % og 21 % for

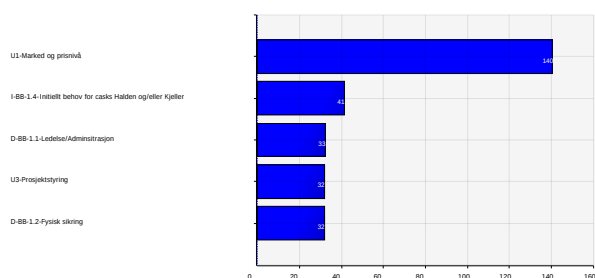
³⁸ OVD = Overvåkning, drift og vedlikehold

de totale kostnadene. Usikkerhetene ligger høyere om man kun ser på investerings- og behandlingskostnadene, der de ligger mellom 24 % og 33 %. Det er Alternativ 1 som har lavest usikkerhet, mens Alternativ 2 har den høyeste relative usikkerheten. «Overvåkning, drift og vedlikehold» utgjør den klart største andelen av totalkostnadene for alle alternativer, og denne kostnadsposten har betydelig lavere usikkerhet enn flere av de store investerings- og behandlingskostnadene, da driftskostnadene er basert på erfaringstall fra driften av Halden og Kjeller anleggene. Derfor reduseres det relative standardavviket for totalkostnadene, sett i forhold til investerings- og behandlingskostnadene isolert sett.

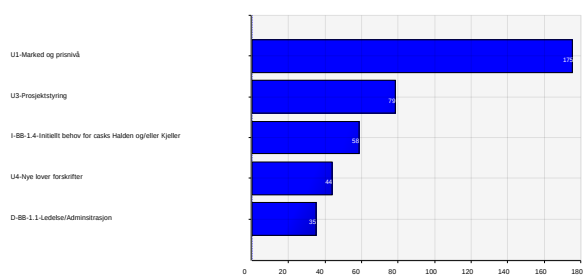
Det er også verdt å merke seg at det relative standardavviket for deponialternativene reduseres på grunn av at investeringskostnadene strekker seg over mange år (utredning) og at selve etableringen av deponiet ligger langt frem i tid (rundt 2040). Diskonteringen av disse kostnadene medfører lavere usikkerhet i nåverdien. Denne effekten gjelder riktignok alle alternativer, men Referansealternativet, Alternativ 1 og 4 har investeringene betydelig nærmere i tid og berøres ikke i samme grad av dette.

Nedenfor er tornadoplottene presentert for alle alternativer, der de elementene i kostnadsmodellen som bidrar med størst usikkerhet er listet.

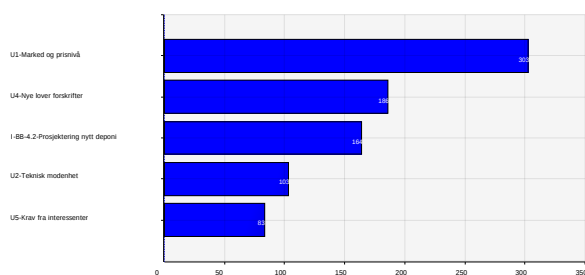
Referansealternativet



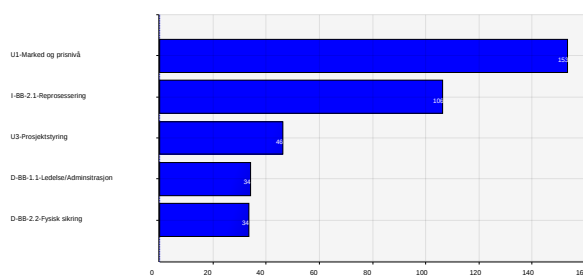
Alternativ 1



Alternativ 2



Alternativ 4



Figur V 10-3 Tornadoplott³⁹ for alle alternativer i α-scenariot

Det som går igjen i tornadodiagrammene over er usikkerhetsfaktoren «U1 marked- og prisnivå» som den største usikkerhetsdriveren i alle alternativer. Det henger sammen med at det er lenge til flere av de store investeringene skal gjennomføres, og markedet kan endres mye frem til dette. Flere av tjenestene og/eller produktene som skal anskaffes er fra et lite marked, sågar også tilnærmet monopol (reprosessering), så forhandlingene om priser kan bli krevende og fordyrende.

³⁹ Tornadoplottene viser de kostnadspostene eller usikkerhetsfaktorene i kostnadsmodellen som har størst påvirkning på den totale usikkerheten i hvert alternativ. Verdien som vises er hva den totale kostnaden vil øke med, dersom den respektive kostnadspost eller usikkerhetsfaktor øker med ett standardavvik.

U3 Prosjektstyring er også en faktor som har høy påvirkning på den totale usikkerheten i flere av alternativene. Dette skyldes at de fleste av prosjektene er komplekse å gjennomføre, herunder at prosjektene trenger å finne frem til gode og effektive løsninger som godt ivaretar både sikkerhet og gode logistikk-løsninger, samt håndterer interessenter på en god måte.

Av andre store usikkerhetsdrivere er anskaffelse av casks for Referansealternativet og Alternativ 1, mens kostnadsposten «prosjektering nytt deponi» er naturlig nok en stor usikkerhet for deponialternativet, og kostnadsposten «reprosessering» en stor usikkerhetsdriver for Alternativ 4.

For deponialternativene er «U2 Teknisk modenhet» en usikkerhetsfaktor som bidrar mye. Bakgrunnen er at det ikke finnes noen teknisk løsning for deponering av det norske ustabile brukte brenselet. Dette vil kreve en betydelig med tid og ressurser å utrede.

Resultater for β -scenarioet

Dersom en legger til grunn tidlig nedstengning av reaktorene, vil dette kunne endre kostnadene for oppbevaring av brukt brensel betydelig. Dette fordi det muliggjør dekommisjonering av Kjeller og/eller Halden til nivåer der overvåkning, vedlikehold og drift (OVD) kan elimineres. Det vil naturlig nok heller ikke komme mer brukt brensel som må lagres og/eller deponeres da reaktorene ikke lengre er i drift. For sistnevnte betyr også dette at et evt. deponi kan forsegles tidlig og som eliminerer videre OVD kostnader.

I tabellen nedenfor er kostnader for alle alternativer presentert, gitt at drift av reaktorer opphører i 2018. Tidspunktet (årstallet) er kun valgt for å se hvordan endringen i kostnader blir dersom en antar en tidlig avviking av reaktordriften.

Dette scenarioet har to nye delalternativer for Alternativ 1, som er et alternativ som ser består av «ett felles sentrallager». Alternativ 1 fra α -scenarioet, nytt sentrallager i fjell, er nedenfor benevnt 1a. Videre er Alternativ 1b sentrallagring av alt brukt brensel i Halden (friklassing av Kjeller), mens 1c er sentrallagring på Kjeller (friklassing av Halden).

For å kunne få frem hvordan de ulike alternativene skiller mht. oppbevaring av brukt brensel i et «evighetsperspektiv» etter at reaktorene er lagt ned, er det beregnet en restkostnad for drift av lager. Dette fordi et lager krever OVD-kostnader så lenge de eksisterer, mens deponi ikke har et slikt krav.

I kostnadene som presenteres nedenfor er ikke dekommisjoneringskostnader for de ulike alternativene vist. Kostnadene for dette er derimot medregnet i alternativanalysen (jf. kapittel 5) slik at dette er hensyntatt når alternativene skal rangeres.

Tabell V 10-2 Kostnader alle alternativer β -scenarioet (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

	Ref.alt	Alt. 1a	Alt. 1b	Alt. 1c	Alt. 2	Alt. 4
Totalkostnad	1 800	1 360	1 220	1 230	1 860	750
Investeringer	270	440	290	360	1 040	30
Behandling	20	30	20	20	320	460
OVD	1 510	890	910	850	500	260
Usikkerhet						
P15	1 460	1 100	960	1 000	1 370	570
P50	1 780	1 350	1 210	1 220	1 810	730
P85	2 170	1 630	1 500	1 480	2 330	930
Standardavvik	330	250	250	240	460	170
Rel. stdv (totalt)	19 %	18 %	20 %	19 %	25 %	22 %
Rel. stdv (inv.+beh.)	25 %	24 %	25 %	26 %	31 %	30 %

Basert på kostnadene alene, har Alternativ 4 den klart lavest nåverdien. Reduksjonen i nåverdi ift. α -scenarioet skyldes at både Halden og Kjeller kan friklasseres, dermed reduseres kostnadene til OVD med

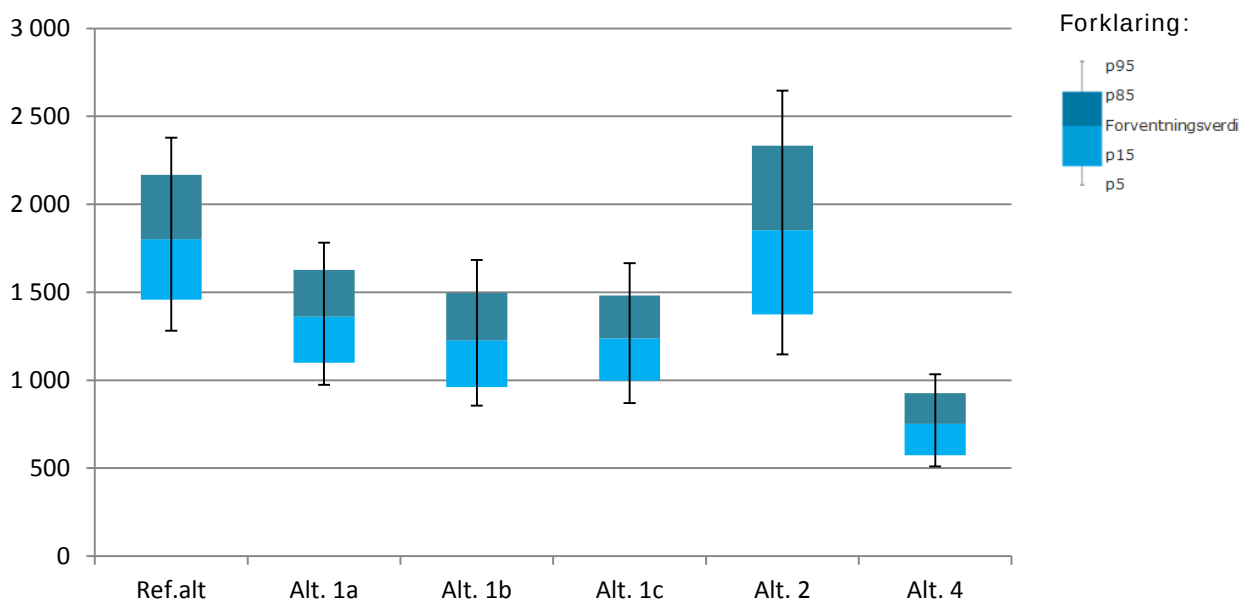
ca. MNOK 1000. Alternativ 1b og 1c har omtrent like kostnader, mens Alternativ 1a blir noe dyrere enn disse hovedsakelig pga. noe høyere investeringskostnader.

Alternativ 1b og 1c (hhv. sentrallager i Halden og på Kjeller) vil kreve noe mer investeringer i casks enn Referansealternativet, fordi brukt brensel fra den lokasjonen som friklases må lagres i casks. Dette gjør også at Kjeller-alternativet (1c) har noe høyere investeringskostnader enn Halden-alternativet (1b), da det er større mengde brukt brensel i Halden (og som må flyttes) enn på Kjeller.

Deponialternativet har lavere kostnader for OVD enn for Alternativ 1abc. Dette skyldes at når det brukte brenselet er deponert, påløper det ikke kostnader til OVD, som også vil være tilfellet for Alternativ 4. For de andre alternativene vil det være utgifter til OVD i all tid. Men totalkostnadene for deponialternativene er fortsatt høyest, grunnet høyere investeringskostnader, og har fortsatt den største kostnadsusikkerheten.

Usikkerheten i anslagene er økt for totalkostnadene sett i forhold til α -scenarioet. Dette skyldes at andelen OVD er redusert betydelig, hvilket medfører at investeringene, der usikkerheten er høy, påvirker totalusikkerheten i større grad enn for α -scenarioet.

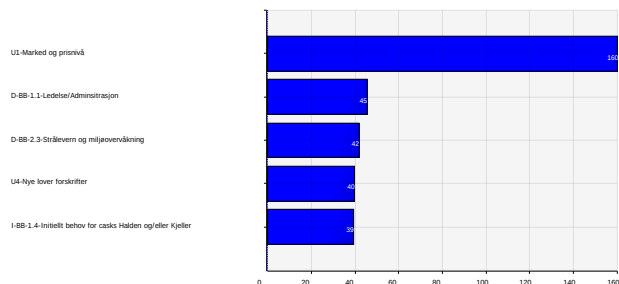
I figuren nedenfor er resultatene presentert i et boks-plot.



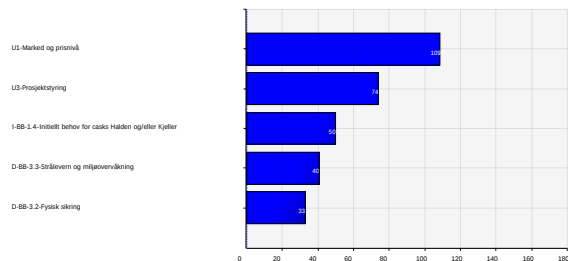
Figur V 10-4 Kostnader alle alternativer β -scenarioet (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

Nedenfor er tornadoplottene presentert for alle alternativer, der de elementene i kostnadsmodellen som bidrar med størst usikkerhet er listet.

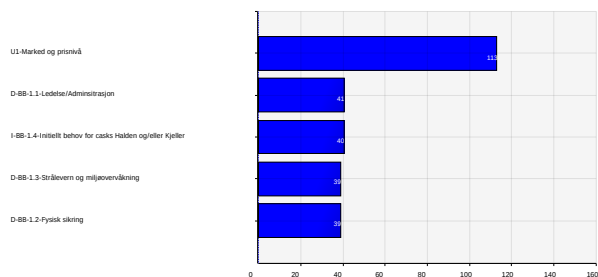
Referansealternativet



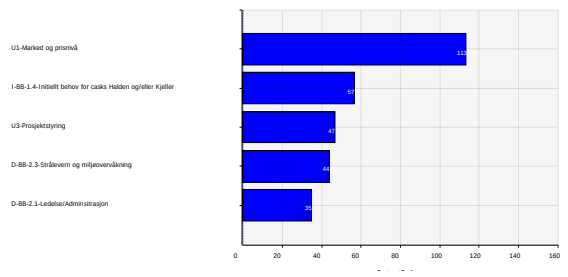
Alternativ 1a



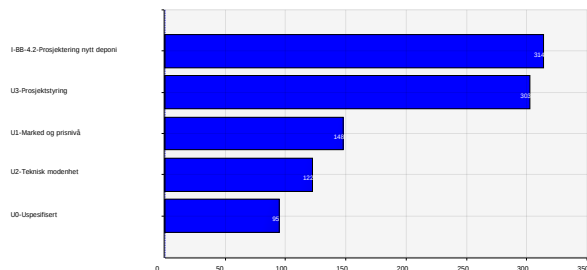
Alternativ 1b



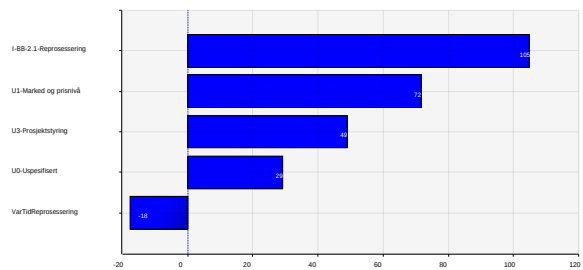
Alternativ 1c



Alternativ 2



Alternativ 4



Figur V 10-5 Tornado-plott for alle alternativer i β -scenarioet

Når en ser på usikkerhetsdrivere for alternativene i β -scenarioet er disse i all hovedsak tilsvarende som for α -scenarioet, men verdiene er endret og rangeringen kan ha noen forskjeller. Disse beskrives derfor ikke på nytt her.

For alternativ 4 ser vi at variabelen «VarTidReprosessering» (gjennomføringstid for reprosessering) vil gi en reduksjon i nåverdi dersom denne tiden økes. Årsaken til dette er at kostnader til reprosessering dermed kommer lenger ut i tid, noe som gir en redusert nåverdi. Dette fordi det i analysen er lagt til grunn at kostnaden for reprosessering betales med like beløp per år prosessen tar å gjennomføre.

Resultater for scenario y

I dette scenarioet legges en av reaktorene ned umiddelbart (år 2018 er valgt), mens den andre reaktoren driftes videre ut analyseperioden, dvs. utover år 2015. For analysens del er det valgt at Kjeller driftes videre, men det kunne likeså godt vært Halden. Brenselet på Halden må da flyttes til Kjeller, der det etableres et nytt industribygg og hvor alt brenselet lagres i casks.

Det er ikke regnet inn restkostnader for drift av lager etter analyseperioden (2115), slik det er gjort i scenario β . Dette fordi i dette scenarioet fortsetter reaktordriften på én lokasjon ut over analyseperioden, men det er ikke forventet at dette fortsetter evig. For å ha samme tidsperiode på lager og reaktordrift er det derfor valgt å kun se på perioden frem til 2115. Dette får uansett ingen implikasjoner for rangeringen.

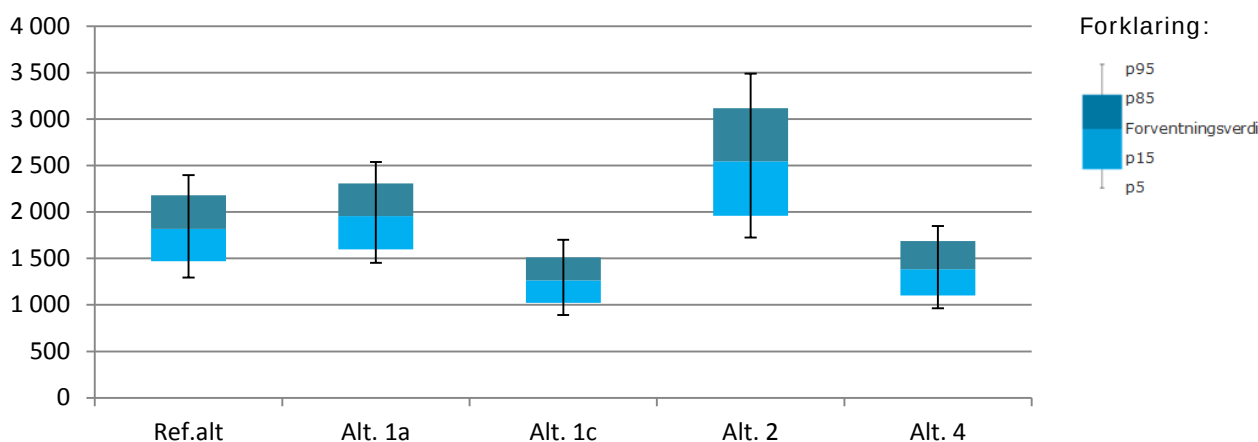
Tabell V 10-3 Kostnader alle alternativer γ -scenarioet (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

	<i>Ref.alt</i>	<i>Alt. 1a</i>	<i>Alt. 1c</i>	<i>Alt. 2</i>	<i>Alt. 4</i>
Totalkostnad	1 540	1 680	1 130	2 280	1 240
<i>Investeringer</i>	290	450	380	940	20
<i>Behandling</i>	20	30	20	340	490
<i>OVD</i>	1 230	1 200	730	1 000	730
Usikkerhet					
<i>P15</i>	1 250	1 390	900	1 760	1 000
<i>P50</i>	1 520	1 670	1 120	2 230	1 220
<i>P85</i>	1 820	1 970	1 350	2 820	1 510
<i>Standardavvik</i>	280	280	210	520	240
<i>Rel. stdv (totalt)</i>	18 %	17 %	18 %	23 %	19 %
<i>Rel. stdv (inv.+beh.)</i>	25 %	25 %	25 %	32 %	29 %

For dette scenarioet er det fortsatt lagring (uten stabilisering) på Kjeller (Alternativ 1c) som kostnadsmessig kommer best ut. Kostnadene ville i størrelsesorden vært tilsvarende om det i stedet var videre drift av Halden (Alternativ 1b) som var lagt til grunn. Alternativ 4 er ca. MNOK 100 dyrere, som skyldes at behandlingskostnadene er høyere enn investeringskostnadene som er nødvendige i Alternativ 1c. Alternativ 1a blir dyrere pga. høyere kostnader for OVD (to lokasjoner), mens Alternativ 2 (deponi) har vesentlig høyere investerings- og behandlingskostnader, samt høyere kostnader til OVD pga. drift av to lokasjoner fra det tidspunktet deponiet åpnes, og blir ca. MNOK 1 150 dyrere enn Alternativ 1c.

Årsaken til at kostnadene for Alternativ 4 har økt betydelig sammenlignet med scenario β , er at fortsatt reaktordrift ut analyseperioden (>2115) på en lokasjon medfører driftskostnader for lagre for denne lokasjonen i hele perioden.

I figuren nedenfor er resultatene presentert i et boks-plot.



Figur V 10-6 Kostnader alle alternativer γ -scenarioet (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

Bidragene til usikkerheten i dette scenarioet er mye tilsvarende som for scenario β , så tornadoplottene gjentas ikke her.

Annet radioaktivt avfall

For annet radioaktivt avfall (ARA) er kostnadene både mer sikre enn for brukt brensel, og det er bare ett alternativ som er kostnadsvurdert. Grunnen til dette er at det i Norge har en fastlagt strategi for oppbevaring av denne typen avfall som er deponering. I denne KVV er det lagt til grunn at denne strategien vil bli opprettholdt. Kostnadene for et nytt deponi er basert på kostandene for bygging av KLDRA Himdalen, men justert til dagens prisnivå ved bruk av byggekostnadsindeksen.

I denne KVVen er det ikke tatt stilling til om hvor et nytt deponi for ARA skal ligge. Det er i hovedsak to alternative løsninger: 1) utvide KLDRA Himdalen (Referansealternativ) eller 2) nytt deponi på en annen lokasjon. Mht. kostnader skiller ikke disse to alternativene seg mye i fra hverandre. En utvidelse av dagens anlegg kan være noe tidkrevende, da anleggets utforming ikke er slik at utvidelse enkelt lar seg gjøre. Det er vurdert at en utvidelse kanskje best utføres fra dagen, og at anleggene evt. kobles sammen når det nye anlegget er ferdig, og det nye påhugget stenges. Om det må utføres slik, vil kostnadene i praksis være like. Ved bygging av et nytt deponi er det anbefalt å lage ferdig et tverrslag til en evt. utvidelse senere, slik at kostnader for et tredje anlegg kan reduseres.

Det vil ikke ha betydning for anbefalinger i denne KVVen om dagens anlegg utvides eller nytt anlegg etableres, derfor er et nytt deponi på ny lokasjon lagt til grunn i kostnadsanalysene (konservativ vurdering).

Med i kostnadsberegningene er også et fremtidig deponi nr. 3, da det nye deponiet som etableres forventes å gå fullt ulla analyseperioden gitt at hvert deponi har kapasitet på 10.000 tønneekvivalenter tilsvarende kapasitet som for KLDRA Himdalen. Det er også inkludert kostnader til utredning av plassering av deponi nr 2. Som nevnt over, er det lagt til grunn at deponi nr. 3 blir lokalisert på samme sted som deponi nr. 2 (dvs. utvidelse).

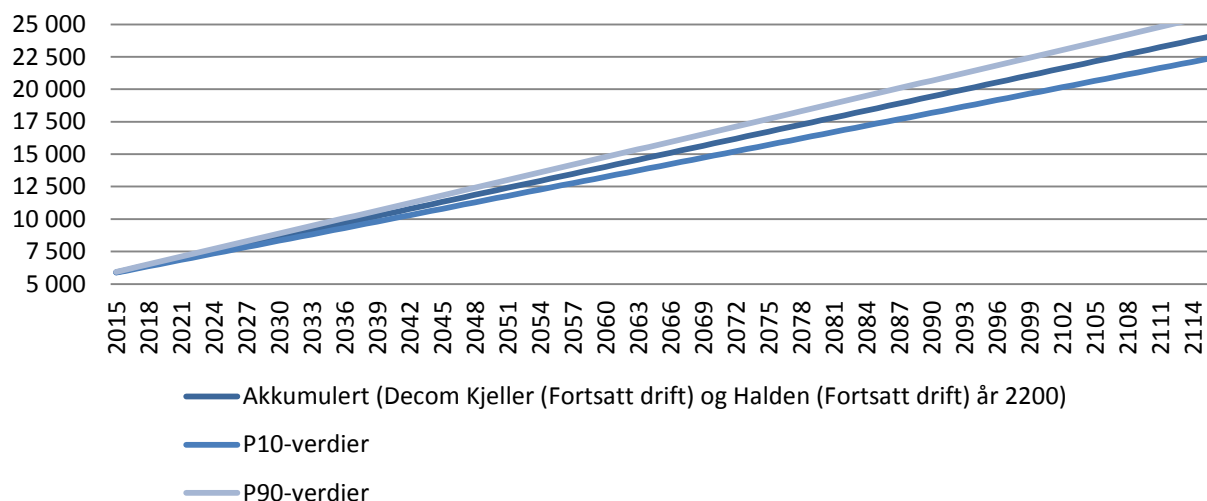
Tabell V 10-4 Kostnader for nye deponier i α -scenarioet (nåverdi, MNOK 2014, eks. mva)

<i>Referansealternativ</i>	
Totalkostnad	380
<i>Investeringer</i>	130
<i>OVD</i>	250
Usikkerhet	
<i>P15</i>	310
<i>P50</i>	380
<i>P85</i>	460
<i>Stdv.</i>	70
<i>Relativt standardavvik</i>	19 %
<i>Relativ .stdv. (investering)</i>	26 %

Kostnadene for et nytt anlegg er ikke beheftet med veldig stor usikkerhet, da det er et relativt enkelt anlegg å bygge og erfaringer fra KLDRA Himdalen kan benyttes. At relativt standardavvik allikevel er så høyt som 26 % for investeringene, skyldes at tidspunktet for når anlegg nr. 2 må stå ferdig varierer noe, og som får innvirkning på nåverdien. Ferdigstilling av anlegg nr. 3 varierer i enda større grad, men pga. at det er langt frem i tid så medfører diskonteringen av disse kostnadene at dette får mindre innvirkning.

Figuren nedenfor viser totalt antall tønner med ARA (akkumulert) som må deponeres i Norge i perioden 2015 til 2115. Ved slutten av 2013 var det 5541 tønner lagret i KLDRA Himdalen, og det forventes ca. 180 tønner per år med ARA-avfall som må deponeres /Task 1/. Det er gjort en usikkerhetsanalyse der

det er sett på usikkerheten i estimatene dersom der er et avvik i avfallsmengde fra de ulike kildene av avfall (jf. Task 1) på +/- 15 %. Resultatene av denne analysen er vist nedenfor, der både forventet antall tønner og de tilhørende p10- og p90-verdiene er angitt. Ut i fra grafen kan man da lese når KLDRA Himdalen går fullt (dvs. 10.000 tønner), og når deponi nr. 2 går fullt. Dersom også deponi nr. 2 bygges med en kapasitet på 10.000, vil dette forventes å være fullt i 2093, med et usikkerhetsspenn fra 2086 til 2101 (hhv. p10- og p90-verdi).



Figur V 10-7 Akkumulert antall tønner med ARA (ingen dekommisjonering)

Resultatene for fyllingsgrad er ivaretatt i kostnadsmodellen, slik at usikkerheten for når de ulike deponiene går fulle og nytt deponi må stå klart er ivaretatt.

β-scenariot:

For β-scenariot vil mengden tønner som skal deponeres øke betydelig fra dekommisjoneringen. Mengden vil avhenge av hvilke dekommisjoneringsnivåer som velges for Halden og/eller Kjeller (fortsatt nukleær drift eller annen næring). Tabellen nedenfor viser når KLDRA Himdalen og deponi #2 er forventet å være fulle (gitt 10.000 tønner kapasitet).

Tabell V 10-5 Forventet tidspunkt når KLDRA Himdalen og neste ARA deponi når sin kapasitet

Scenario	Dekommisjoneringsnivå		Kapasitet nådd (10.000 tønner)	
	Halden	Kjeller	Himdalen	Deponi #2
<i>α-scenariot</i>	Drift	Drift	2037	2093
<i>β-scenariot</i>	Nukleær	Nukleær	2028	2115
<i>β-scenariot</i>	Næring	Nukleær	2026	2103
<i>β-scenariot</i>	Nukleær	Næring	2026	2107
<i>β-scenariot</i>	Næring	Næring	2025	2095

Ved umiddelbar friklassing er det lagt til grunn at betong som må deponeres pakkes i tønner. IFE har sett på mulighetene for å deponere betongen direkte over tønnene og under et fremtidig tak over sarkofagene /D453/. Dersom dette kan gjennomføres innenfor konsesjonskravene til deponiet, vil dette

medføre at kapasiteten i stedet nås rundt 2026⁴⁰. Med andre ord har det ikke stor innvirkning på når et nytt deponi må stå klart, men økt utnyttelse av KLDRA Himdalen vil uansett være positivt. Dette er derfor en mulighet som bør følges opp.

Som det fremgår av tabellen over, så går ikke Deponi#2 like raskt fullt i β -scenarioet som i scenarioet α , til tross for at KLDRA Himdalen vesentlig raskere fylles opp pga. dekommisjoneringen. Årsaken til dette er at IFE selv produserer nesten halvparten av avfallet som skal i deponiet. Dersom reaktorene dekommisjoneres, vil denne mengden derfor avta betydelig eller elimineres helt.

Investeringsprofiler

I dette kapitlet vises drifts- og investeringsprofilene for alle alternativer. Disse kommenteres kort. Alle verdier er i faste 2014-priser, og ikke diskonterte.

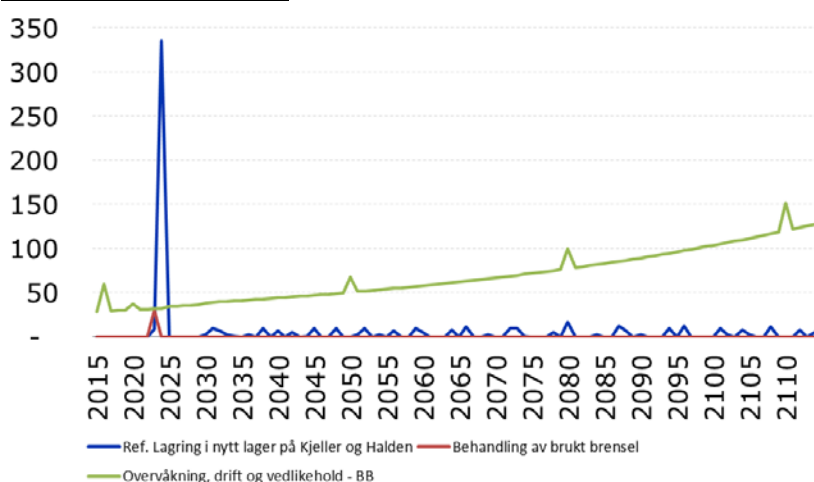
Først presenteres investerings- og driftsprofilene for α -scenarioet (fortsatt reaktordrift), deretter for β -scenarioet. Kostnadene i figuren inkluderer bidrag fra usikkerhetsfaktorer og reallønnsvekst⁴¹.

Mange av investeringene skjer over flere år, derfor kan en ikke lese direkte ut av grafene hva totalkostnadene er. For kostnader som vil variere når inntreffer, vil grafene vise forventningsverdier for disse og som vil bli spredt noe utover. Den totale kostnaden blir derfor arealet under grafen, men hovedpoenget med grafene er å se det store bildet for når store investeringer og driftskostnader forløper og utvikler seg.

Kostnader (ikke diskonterte verdier) for alle alternativer er også inkludert.

α -scenario: Fortsatt reaktordrift

Referansealternativet



Kostnader ⁴²	
Totalkostnad	7 450
Behandling	30
Investeringer	430
Halden/Kjeller	430
Ny lokasjon	0
OVD	6 990
Halden	3 660
Kjeller	3 330
Ny lokasjon	

Figur V 10-8 Investeringer og behandlingskostnader – Referansealternativet, scenario α (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Investeringene i referansealternativet inkluderer et nytt industribygg som lager på Halden og/eller Kjeller inkludert prosjektering og lisensiering. Den største investeringen dekker initielt behov for casks i 2024 for det ustabile brukte brenselet. Hvert åttende år investeres det i en ny cask.

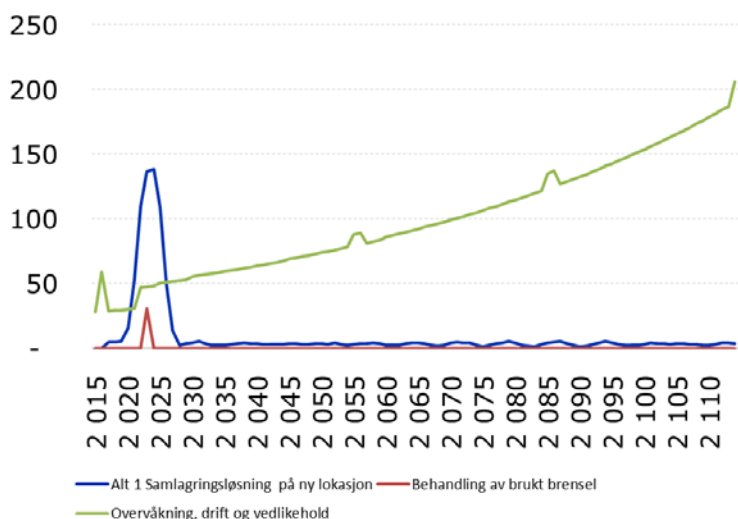
⁴⁰ Jf. KVV Dekommisjonering, der anslås besparelsen å være 1149 tønneekvivalenter om betongen i stedet deponeres i overbygningen til sarkofagene i Himdalen. Denne reduksjonen er ikke tilstrekkelig for å vesentlig endre tidspunktet for når KLDRA Himdalen når sin kapasitetsgrense, men derimot vil det flytte tidspunktet for når et evt. deponi #2 når sin kapasitet med ca. 10 år.

⁴¹ Reallønnsvekst er lønnsvekst ut over normal prisstigning. Prosentsatsen som er benyttet er 1,6 % iht. NOU 2012:16.

⁴² I alle alternativer er OVD-kostnader for initielle inspeksjonsprogram av det metalliske brenselet på Kjeller og i Halden, samt initielle og fremtidige oppgraderinger av lagrene på begge lokasjoner beregnet kostnadsført under for Halden og vil derfor fremkomme under Halden for OVD-kostnader. Dette er kun gjort for å forenkle beregningene, og det har ingen påvirkning for noen valg av alternativer.

Vekst i overvåkning, drift og vedlikehold for brukt brensel skyldes i hovedsak reallønnsvekst. Ettersom det blir et nytt lagerbygg å vedlikeholde øker vedlikeholdskostnadene noe, samt økte kostnader til vedlikehold etter hvert som lagrene blir eldre. Den første toppen, dekker inspeksjonsprogram for brukt metallisk brensel i 2016. I 2020 ligger det en kostnad for initiell oppgradering av lager for å sikre videre drift. De videre toppene skyldes større oppgraderinger/vedlikehold hvert 30 år.

Alternativ 1: Nytt samlagringsanlegg



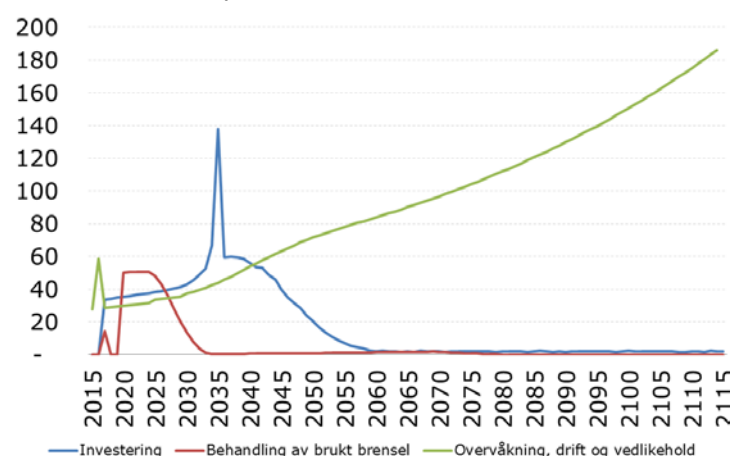
Kostnader	
Totalkostnad	10 890
Behandling	30
<i>Investeringer</i>	720
Halden/Kjeller	
Ny lokasjon	720
<i>OVD</i>	10 140
Halden	3 490
Kjeller	3 260
Ny lokasjon	3 390

Figur V 10-9 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 1, scenario α (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Investeringskostnadene for alternativ 1 innebærer investering i et mellomlager som antas ferdigstilt ca. i år 2025. Det legges til grunn et nytt mellomlager i fjell. Den største kostnaden dekker casks til ompakking av eksisterende brukt brensel og plassering av dette i fjellanlegget. Det vil bli behov for nye casks for fremtidig avfall som fører til en investering ca. hvert åttende år, avhengig av størrelse på casks.

Vekst i overvåkning, drift og vedlikehold for brukt brensel skyldes i hovedsak reallønnsvekst. Den første toppen, dekker inspeksjonsprogram for brukt metallisk brensel i 2016. I år 2022 starter drift av nytt mellomlager med tilhørende kostnader for administrasjon, sikring, overvåkning etc. Kjeller og Halden driftes parallelt så lenge reaktordrift pågår.

Alternativ 2: Deponi for brukt brensel



Kostnader	
Totalkostnad	11 820
Behandling	520
<i>Investeringer</i>	1 750
Halden/Kjeller	90
Ny lokasjon	1 660
<i>OVD</i>	9 550
Halden	3 490
Kjeller	3 260
Ny lokasjon	2 800

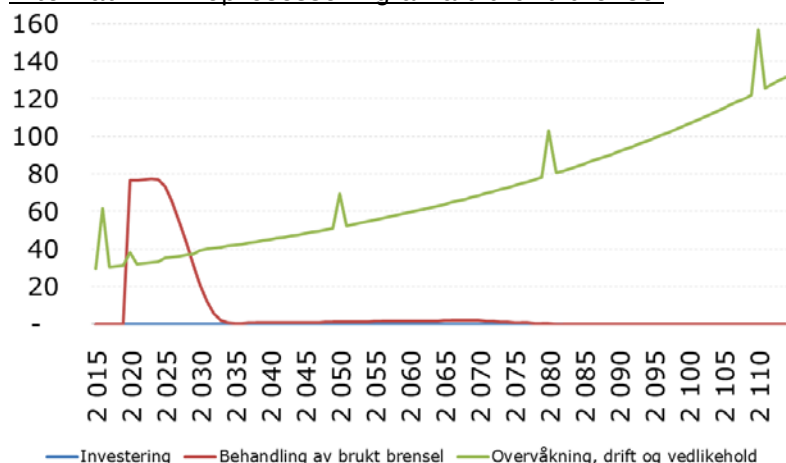
Figur V 10-10 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 2, scenario α (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Investeringene inkluderer et industribygg på Halden og/eller Kjeller og med tilhørende casks for det ustabile brukte brenselet. Prosjektering av nytt deponi er forutsatt startet i 2017 for lokalisering og teknisk utredning av deponiet. Varigheten for denne fasen er forventet til å være mer enn 20 år, men usikkerheten i varighet er stor. Byggingen av deponi er estimert til å ta i størrelsesorden 4 år med oppstart etter ferdig prosjektering. En betydelig andel av investeringen for deponiet er beholdere til det brukte brenselet som skal deponeres.

Det vil bli være behov for nye casks for brenselet i lageret dersom utredningen av nytt deponi tar lang tid, samt nye beholdere for fremtidig brukt brensel som skal deponeres så lenge det produseres nytt brukt brensel.

Kostnader til overvåkning, drift og vedlikehold vil vedvare gjennom hele perioden i Halden og på Kjeller, og i tillegg ved deponiet når dette åpnes og brukt brensel overføres til dette. Kostnadsvekst skyldes i hovedsak reallønnsvekst.

Alternativ 4: Reprosessering av alt brukt brensel



Kostnader	
Totalkostnad	7 900
Behandling	740
<i>Investeringer</i>	
Halden/Kjeller	
Ny lokasjon	
OVD	7 160
Halden	3 750
Kjeller	3 410
Ny lokasjon	

Figur V 10-11 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 4, scenario α (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Reprosessering foregår fra år 2020 i en periode på antatt 6 til 12 år. Det er ingen investeringer for oppbevaring av brukt brensel i alternativ 4 reprosessering, men det er lagt inn økte kostnader for et fremtidig deponi for ARA slik at dette kan lagre det som er igjen av LL-ILW (vittrifisert avfall, kapslingsmateriale og prosessavfall etter reprosessering, samt noe slikt avfall IFE fortsatt besitter). Alternativt kan disse midlene benyttes til å lage en nytt mindre lager for dette avfallet, f.eks. i tilknytning til radavfallsanlegget.

Vekst i overvåkning, drift og vedlikehold for brukt brensel skyldes i hovedsak reallønnsvekst. Den første toppen, dekker inspeksjonsprogram for brukt metallisk brensel i 2016, mens de resterende toppene er oppgraderinger av eksisterende lagre ved reaktorene.

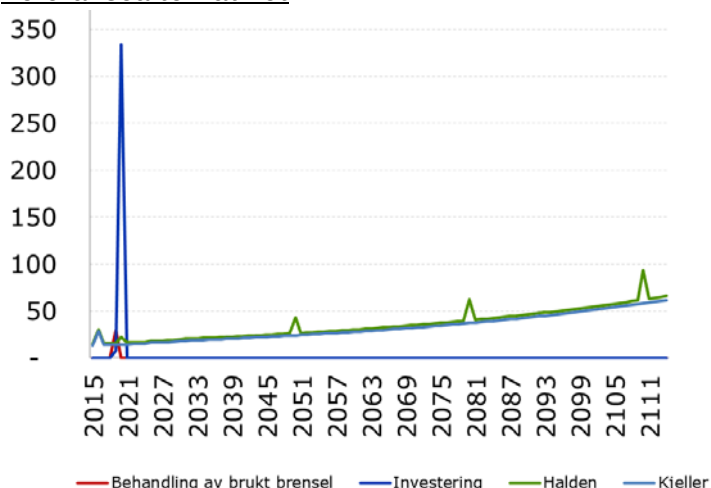
Scenario β: Begge reaktorene legges ned i nær fremtid

I dette scenarioet er det lagt til grunn at både reaktoren i Halden og reaktoren på Kjeller stenges i 2018 og at nytt brukt brensel ikke produseres etter dette. Det er i all hovedsak de samme tiltakene som ligger til grunn for de forskjellige alternativene i dette scenarioet sammenlignet med scenario α, så tiltakene kommenteres kun der hvor det er avvik fra scenario α er.

I dette scenarioet er restkostnaden for drift av lager «til evig tid» beregnet (dvs. i perioden ut over analyseperioden på 100 år). Derfor er driftskostnadene for de alternativer som har lager som løsning

betydelig høyere i dette scenarioet enn i scenario α . I scenario α er det kun analysert kostnader for analyseperioden, da det ikke er lagt til grunn evig drift av reaktorene. Kostnader mellom scenario α og β er derfor ikke helt sammenlignbare mht. driftskostnader, men de to scenarioene er heller ikke ment å vurderes opp mot hverandre.

Referansealternativet

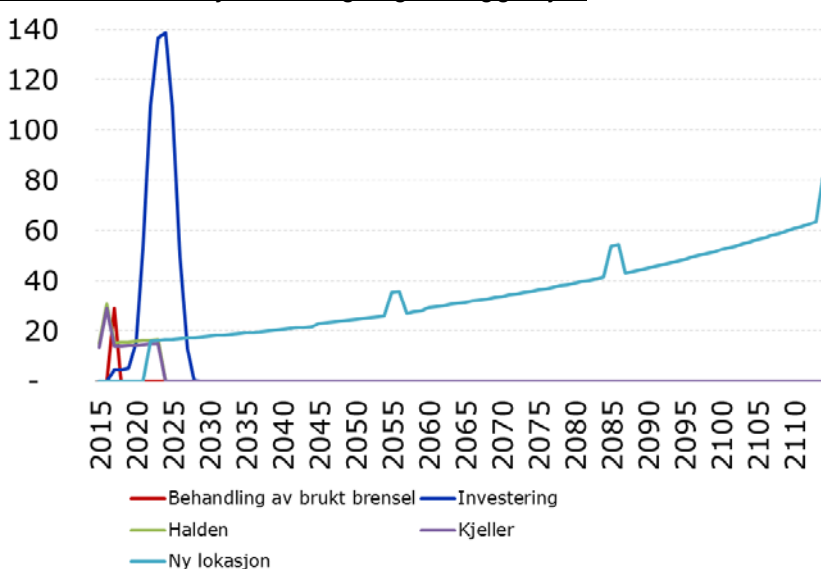


Kostnader	
Totalkostnad	13 660
Behandling	30
Investeringer	340
Halden/Kjeller	340
Ny lokasjon	
OVD	13 290
Halden	6 940
Kjeller	6 350
Ny lokasjon	

Figur V 10-12 Investeringer og behandlingskostnader – Referansealternativet, scenario β (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Til forskjell fra α -scenario er det ikke behov for å investere i nye casks under driftsperioden, da det ikke produseres mer brukt brensel.

Alternativ 1a: Nytt samlagringsanlegg i fjell

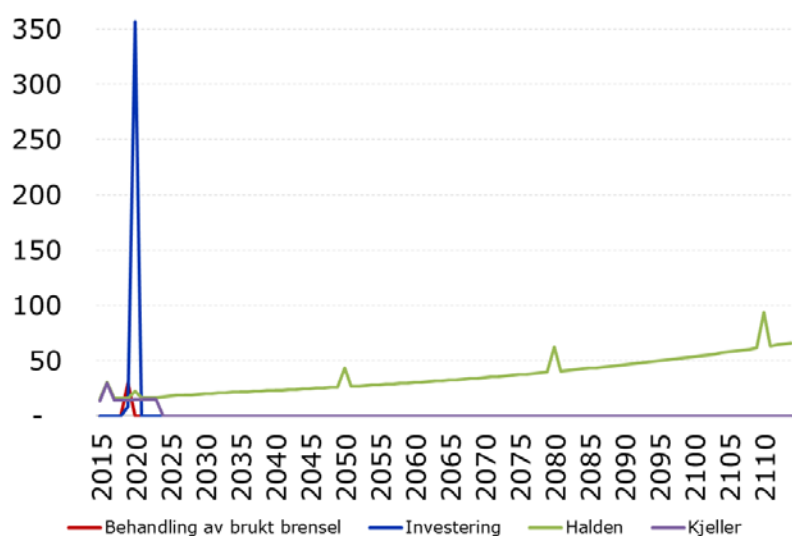


Kostnader	
Totalkostnad	7 560
Behandling	30
Investeringer	640
Halden/Kjeller	
Ny lokasjon	640
OVD	6 890
Halden	160
Kjeller	140
Ny lokasjon	6 590

Figur V 10-13 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 1a (MNOK) , scenario β (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Lagrene i Halden og på Kjeller driftes frem til år 2022, mens det nye sentrallageret starter drift i år 2021 noe som medfører drift og vedlikeholdskostnader for 3 lokasjoner dette året. Fra år 2022 er det kun drift av ny lokasjon

Alternativ 1b: Nytt samlagringsanlegg i Halden

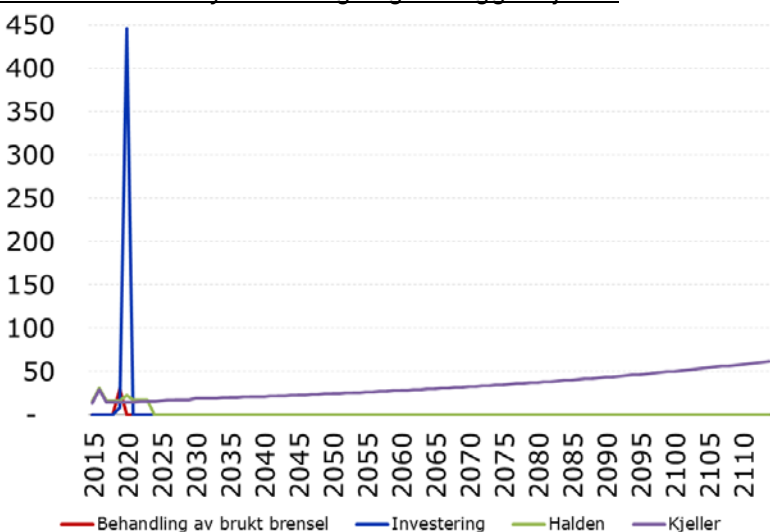


Kostnader	
Totalkostnad	7 490
Behandling	30
<i>Investeringer</i>	370
Halden/Kjeller	370
Ny lokasjon	
OVD	7 090
Halden	6 940
Kjeller	150
Ny lokasjon	

Figur V 10-14 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 1b, scenario β (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Som for Referansealternativet, men alt brukt brensel samles i Halden. Dette medfører noe høyere antall casks fordi alt brenselet fra Kjeller må flyttes til det nye lagret i Halden. Deretter kan lagerdrift av Kjeller avvikles.

Alternativ 1c: Nytt samlagringsanlegg i Kjeller

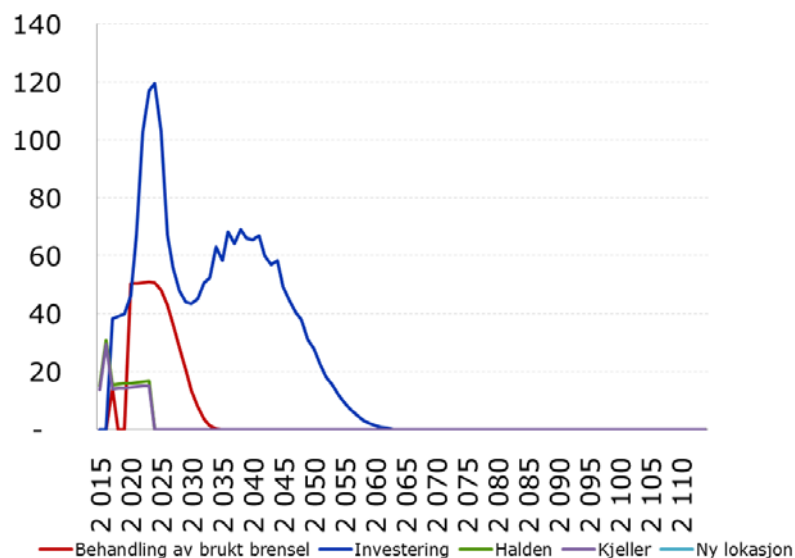


Kostnader	
Totalkostnad	7 110
Behandling	30
<i>Investeringer</i>	450
Halden/Kjeller	450
Ny lokasjon	
OVD	6 630
Halden	290
Kjeller	6 340
Ny lokasjon	

Figur V Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 1c, scenario β (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Som for Referansealternativet, men alt brukt brensel samles på Kjeller. Dette medfører noe høyere antall casks fordi alt brenselet fra Halden må flyttes til det nye lagret i Kjeller. Denne mengden er omtrent dobbelt så stor som tilsvarende i Alternativ 1b, derfor noe dyrere enn 1b. Deretter kan lagerdrift av Halden avvikles.

Alternativ 2: Deponi for brukt brensel



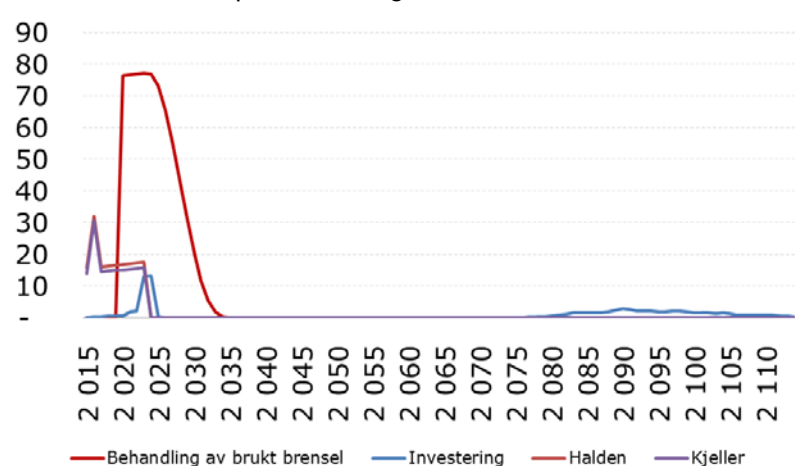
Kostnader	
Totalkostnad	3 430
Behandling	470
Investeringer	2 100
Halden/Kjeller	-
Ny lokasjon	2 100
OVD	860
Halden	160
Kjeller	140
Ny lokasjon	560

Figur V 10-15 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 2, scenario β (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

For scenario β flyttes alt brenselet til et nytt fjellanlegg, og lagres i casks, i påvente av at et deponi ferdigstilles. Dette skiller seg i fra tilsvarende alternativ i scenario α , der mellomlagringen er i et industribygg på IFEs område i Halden og/eller på Kjeller. I scenario β er brenselet flyttet fra reaktorområdene slik at disse kan dekommisjoneres. I scenario α er derimot begge reaktorer i drift og dekommisjonering av anleggene er ikke et tema.

Alternativ 2 i scenario β er tilsvarende som Alternativ 2 i scenario α , men der driftskostnader til mellomlagret i fjell og deretter deponi (begge ligger under «ny lokasjon» i grafen over) opphører når brenselet er plassert i deponiet og dette er forseglet.

Alternativ 4 – Reprosessering alt brukt brensel



Kostnader	
Totalkostnad	1 080
Behandling	690
Investeringer	80
Halden/Kjeller	-
Ny lokasjon	80
OVD	310
Halden	160
Kjeller	150
Ny lokasjon	-

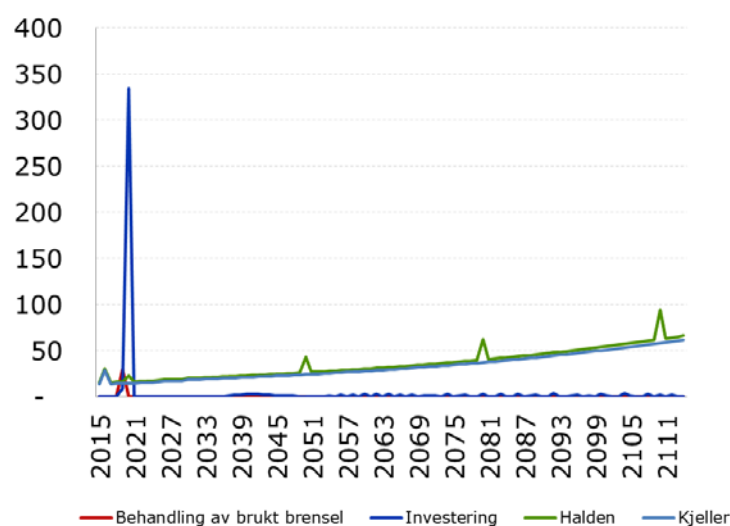
Figur V 10-16 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 4, scenario β (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

For dette alternativet vil OVD-kostnadene opphøre etter at reprosessering er gjennomført. Investeringskostnadene som opptrer rundt 2080-2110 er ekstra investeringskostnader ifm. å sikre lagerkapasitet til ARA-deponi #3 for at dette skal kunne lagre LL-ILW. Disse er imidlertid i størrelse meget lave sammenlignet med andre investeringskostnader tidlig i analyseperioden.

Scenario γ: En reaktor legges ned i nær fremtid, den andre driftes videre

I dette scenarioet stenges en av reaktorene umiddelbart (år 2018 er valgt), mens den andre reaktoren driftes videre ut analyseperioden, dvs. ut over år 2015. For analysens del er det valgt at Kjeller driftes videre, men resultatene ville vært noenlunde de samme om det var reaktoren i Halden som ble driftet videre. Det brukte brenselet i Halden må da flyttes til Kjeller, der det etableres et nytt industribygg og hvor alt det brukte brenselet plasseres i casks. Der hvor det er andre avvik fra scenario α eller β er dette kommentert.

Referansealternativet

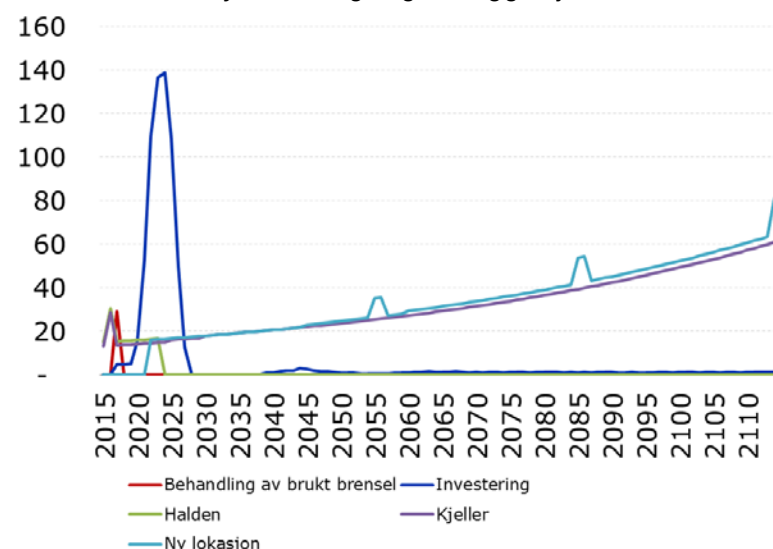


Kostnader	
Totalkostnad	7 450
Behandling	30
Investeringer	430
Halden/Kjeller	470
Ny lokasjon	
OVD	6 990
Halden	3 660
Kjeller	3 330
Ny lokasjon	

Figur V 10-17 Investeringer og behandlingskostnader – Referansealternativet, scenario γ (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Som for scenario α er det behov for å investere i nye casks under driftsperioden. Eneste forskjell fra scenario α er at en lokasjon legges ned (Halden i eksempelet over), og at mengden brukt brensel som produseres derfor avtar.

Alternativ 1a: Nytt samlagringsanlegg i fjell



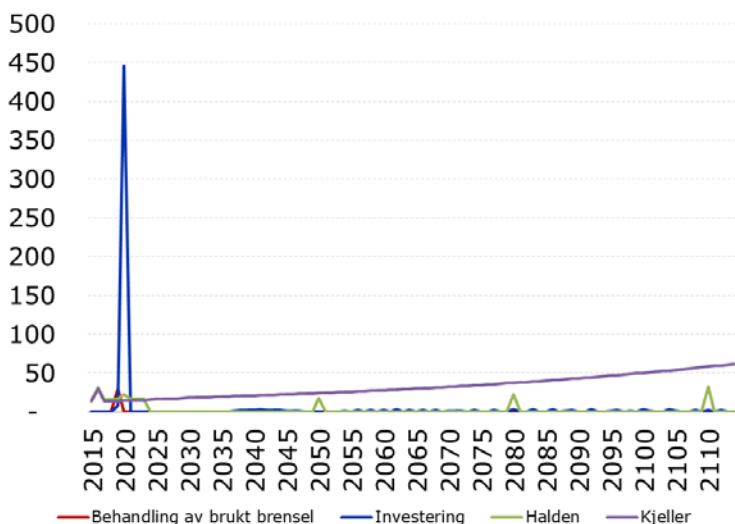
Kostnader	
Totalkostnad	7 620
Behandling	30
Investeringer	770
Halden/Kjeller	
Ny lokasjon	770
OVD	6 820
Halden	160
Kjeller	3 260
Ny lokasjon	3 400

Figur V 10-18 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 1a, scenario γ (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Som for scenario γ er det behov for å investere i nye casks under driftsperioden. Eneste forskjell fra scenario α er at en lokasjon legges ned (Halden i eksempelet over), og at mengden brukt brensel som produseres derfor avtar.

Lagrene på en lokasjon (Halden) stenges år 2022, mens det nye sentrallageret starter drift i år 2021, noe som medfører drift og vedlikeholdskostnader for 2 lokasjoner fra dette året. Som for scenario α er det behov for å investere i nye casks under driftsperioden, men at mengden brukt brensel som genereres er mindre sammenlignet med scenario α .

Alternativ 1c: Nytt samlagringsanlegg i Kjeller

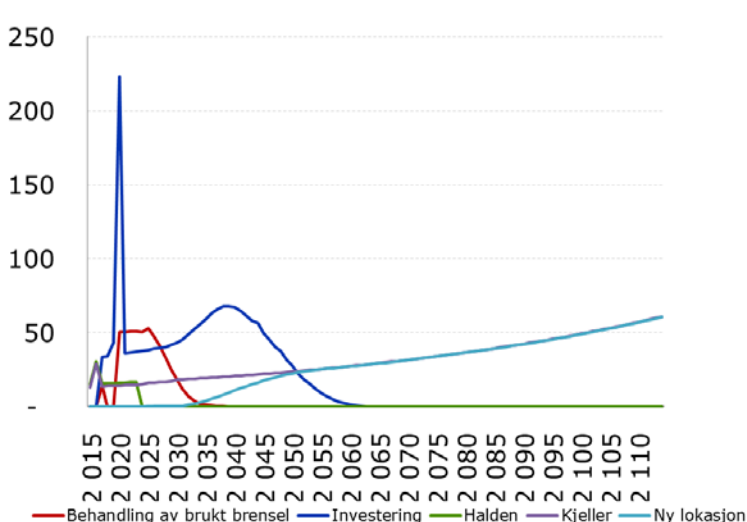


Kostnader	
Totalkostnad	4 180
Behandling	30
<i>Investeringer</i>	<i>580</i>
Halden/Kjeller	580
Ny lokasjon	
<i>OVD</i>	<i>3 570</i>
Halden	240
Kjeller	3 330
Ny lokasjon	

Figur V 10-19 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 1c, scenario γ (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Som for scenario β , men der lagrene på en lokasjon (Halden) stenges år 2022. Alt brukt brensel fra denne lokasjonen flyttes til den lokasjonen der reaktoren driftes videre (Kjeller) og lagres i et nytt industribygg med casks. Driftskostnader opphører derfor for en lokasjon i 2022, mens drift av den andre lokasjonen fortsetter ut analyseperioden.

Alternativ 2: Deponi for brukt brensel

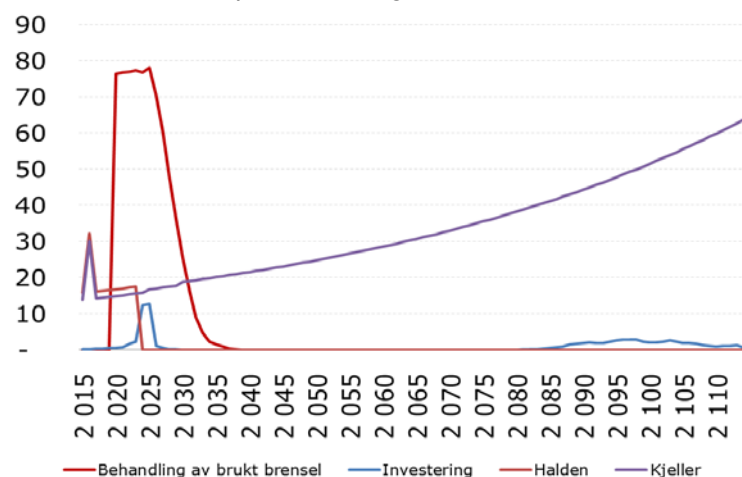


Kostnader	
Totalkostnad	8 630
Behandling	510
<i>Investeringer</i>	<i>1 900</i>
Halden/Kjeller	200
Ny lokasjon	1700
<i>OVD</i>	<i>6 220</i>
Halden	160
Kjeller	3 260
Ny lokasjon	2 800

Figur V 10-20 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 2, scenario γ (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Tilsvarende som for scenario β , men der også en lokasjon (Kjeller) driftes videre ut analyseperioden. Brukt brensel flyttes til denne lokasjonen i påvente av at deponiet ferdigstilles, og fra da av påløper OVD-kostnader også på denne lokasjonen.

Alternativ 4 – Reprosessering alt brukt brensel

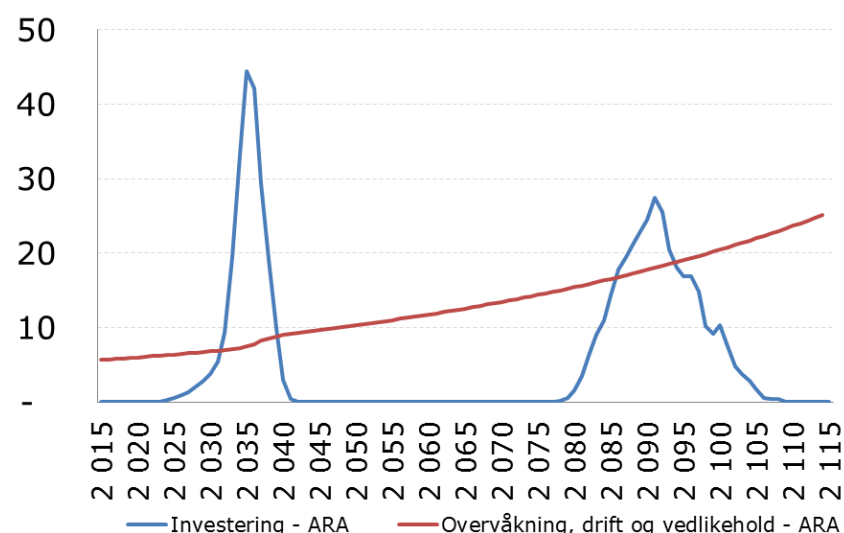


Kostnader	
Totalkostnad	4 410
Behandling	740
Investeringer	90
Halden/Kjeller	
Ny lokasjon	90
OVD	3 580
Halden	170
Kjeller	3 410
Ny lokasjon	

Figur V 10-21 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 4, scenario γ (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

For dette alternativet vil OVD-kostnadene opphøre på en lokasjon (Halden), mens disse fortsetter for den andre lokasjonen (Kjeller) der reaktoren er i drift. Som for scenario β er de små investeringskostnadene som opptrer rundt 2080-2110 ekstra investeringskostnader ifm. å sikre

Annet radioaktivt avfall



Kostnader	
Totalkostnad	1 960
Investeringer	580
OVD	1 380
Himdalen	70
Nytt deponi	1 310

Figur V 10-22 Investeringer og behandlingskostnader – Alternativ 4, scenario γ (MNOK, faste priser 2014, MNOK)

Før kapasiteten av KLDRA Himdalen nås, må det utredes hvor et nytt deponi skal plasseres. Deretter følger investering i det nye deponiet som forventes å stå ferdig i år 2036. Ca. år 2090 investeres det i enda ett nytt deponi, men når dette inntreffer er usikkert (vises som «toppen» til høyre i figuren over). Dette vil avhenge av antall tønner med ARA som må deponeres i årene fremover.

Vekst i overvåkning, drift og vedlikehold skyldes i hovedsak reallønnsvekst. Himdalen driftes til det blir fullt i 2037, før nytt deponi tas i bruk og dette driftes videre.

For β -scenarioet så vil tidspunktene for de to investeringene avhenge av hvilket nivå Halden og/eller Kjeller dekommisjoneres til. I tilfellet med en tidlig dekommisjonering og store mengder dekommisjoneringsavfall vil den første investeringen komme ca. 10 år tidligere sammenlignet med et tilfelle der det ikke dekommisjoneres og som er vist i figuren over. I et slikt tilfelle vil derimot investeringen for et deponi #3 falle komme omtrent 10 år senere enn vist over. Årsaken til dette er at mengden radioaktivt avfall som må deponeres nesten halveres når reaktordriften opphører (jf. Vedlegg 1).

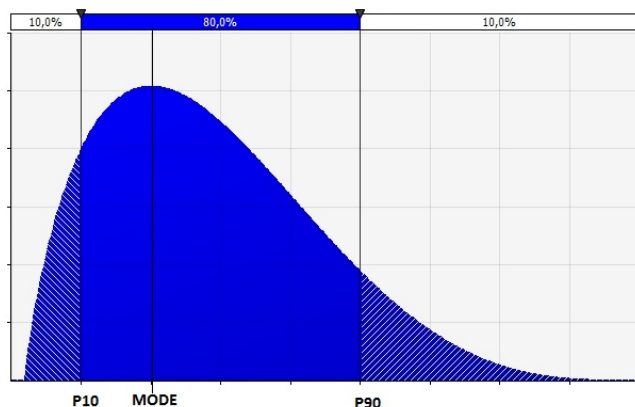
Metodikk

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 scenarioer 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 som metode for 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 V 10-23 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

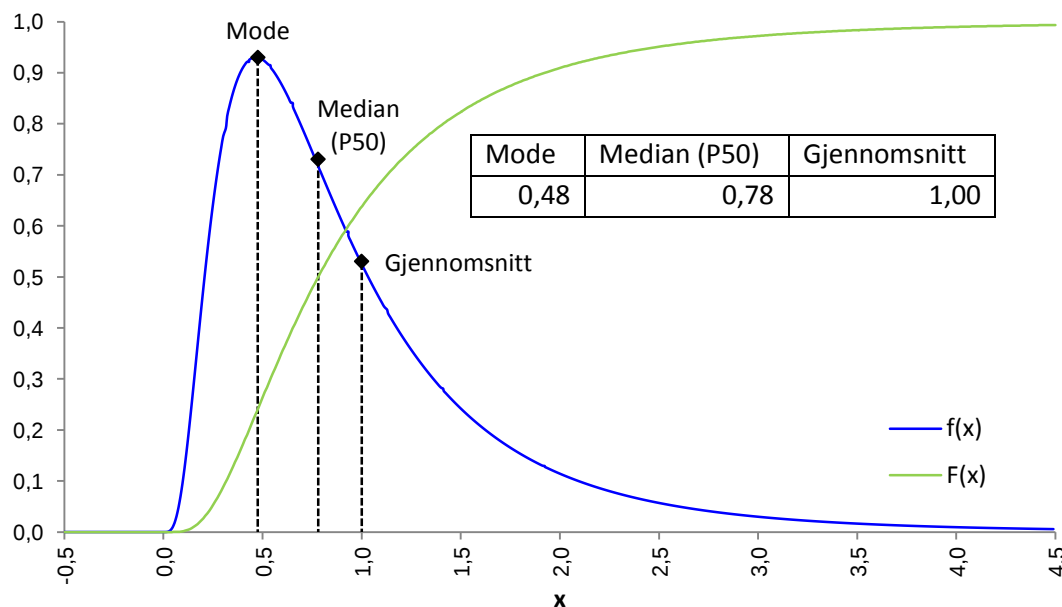
Dette kapittelet lister opp en rekke ord og uttrykk som er benyttet i rapporten for å forklare disse grundigere. Listen er ikke uttømmende.

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 V 10-6 Statistiske begreper som brukes i rapporten. Tabellen er hentet fra rapporten DEMO 2000, Det Norske Veritas.

Begrep	Definisjon	Beskrivelse
Sannsynlighetsfordeling	$f(x)$	Fordelingen for ulike utfall av x.
Akkumulert sannsynlighetsfordeling	$F(x) = \int_{-\infty}^x f(y)dy$	Sannsynligheten for at et utfall er mindre enn eller lik x.
Forventningsverdi (eng. mean)	$E(x) = \mu = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$	Gjennomsnittsverdien av en fordeling (tyngdepunkt).
Median (P50)	$\frac{1}{2} = \int_{-\infty}^{P50} f(x)dx = \int_{P50}^{\infty} f(x)dx$	Samme sannsynlighet over og under P50.
Mode	$\frac{d}{dx} f(x) = 0$	Verdien der $f(x)$ er størst; toppunktet på fordelingen.
Varians	$Var(x) = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x)dx$	Mål på spredningen i fordelingen.
Standardavvik	$\sigma = \sqrt{Var(x)}$	Roten av variansen.
Percentil Pxx	$F(Pxx) = xx\%$	Sannsynligheten for at utfallet er mindre enn eller lik pxx er xx%, for eksempel $F(p10) = 10\% = 0,1$.
Pearsons korrelasjonskoeffisient	$\rho(x, y) = \frac{COV(x, y)}{\sqrt{VAR(X) \cdot VAR(Y)}}$ $, [-1 < \rho < 1]$	Benevningsfri koeffisient for å beskrive lineære sammenhenger mellom to avhengige variabler.
"Tripplestimat"	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 V 10-24 på neste side.



Figur V 10-24 Illustrasjon av noen statistiske parametere. Figuren viser en lognormalfordeling og den korresponderende akkumulerte sannsynlighetsfordelingen.

Beskrivelse av kostnadskomponentene

I dette kapitlet beskrives alle kostnadselementer som inngår i kostnadsmodellen, herunder estimatusikkerhet og en kort beskrivelse av evt. forutsetninger som er lagt til grunn. Mange av kostnadselementene inngår i flere av alternativene.

Estimater for de enkelte kostnadsposter er i all hovedsak fremskaffet fra følgende kilder:

- *IFE*: driftskostnader og mengder brensel, samt tidsfastsettelse av når ulike tiltak bør inntreffe.
- *Westinghouse*: investeringskostnader på utstyr (casks, beholdere mv.), lisensieringskostnader, behandling av brukt brensel og gjennomføringstid, samt tekniske krav til anlegg.
- *Studsvik*: behandlingskostnader (reprosessering mv), mengder brensel, samt praktisk utforming av alternativene.
- *Lemmikainen*: anslag på kostander for bygg og fjellanlegg.

Et viktig moment, siden kostnadene oppgis i nåverdi, er hvilket år kostnadene inntreffer. For enkelte parametere er årstallet en investerings- eller driftskostnad inntreffer en fast parameter, mens for andre variabler kan tidspunktet når investeringen eller driftskostnaden inntreffer variere basert på andre variabler. For en generell illustrasjon av alternativene og herunder når hovedkostnader inntreffer, se Vedlegg 9 .

Oppbygning av kostnadene

Kostnadene som presenteres i fortløpende kapiteler er delt inn i hovedkategorier. Tabellene med resultater vil inneholde delsummer på dette nivået. Nedenfor presenteres hva som inngår i disse hovedkategoriene:

- **Investeringskostnader**
 - o Kostnader for utredning, prosjektering, lisensiering og bygging av lager og deponi, inklusiv evt. behov for kraftige kraner.
 - o Kostnad for andre nødvendige bygg og sikringstiltak.
 - o Innkjøp av transportable casks for lagring av brensel, og beholdere for deponering av brukt brensel i et deponi. Kostnaden for disse er meget høye og utgjør en større kostnad enn et lager og deponi i seg selv (eks. eventuell utredning).
 - o Pakking og transport av brukt brensel.
- **Behandlingskostnader**
 - o Kostnader ved å gjennomføre behandling (alt eller deler) av brenselet ved et represseringsanlegg.
 - o Tørking av brukt brensel før dette lagres på casks.
- **Overvåkning, drift og vedlikehold (OVD)**
 - o Ledelse/administrasjon (personalledelse, opplæring, kvalitetssikring, sikkerhetsdokumentasjon, lisensiering).
 - o Fysisk sikring (Sikring av området (vakt og fysiske barrierer), resepsjons/vakttjeneste 24/7, sikkerhetsledelse, vedlikehold/oppgradering av systemer inkludert serviceavtaler)
 - o Strålevern og miljøovervåkning (doseovervåkning, miljøovervåkning, rapportering til myndigheter, drift og vedlikehold av laboratorium, kalibreringer, instrumenter og monitoreringssystemer).
 - o Driftskostnader(dokumentasjon og vedlikehold av anleggskunnskap, opprettholdelse av evt. ventilasjon og drenering i fjellhall, elektrisitet, vann/avløp, IKT, renhold, laboratorievirksomhet som kjemi og strålevern).
 - o Vedlikehold (avfallsbehandling, transport til Himdalen, lagerhold og innkjøp av komponenter (pumper, ventiler, etc.))
 - o Tilsyn og kontroll (tilsyns- og kontrollvirksomhet fra Strålevernet side).
 - o Eventuell initielle oppgraderinger for videre drift, samt større oppgraderinger av anleggene (typisk hvert 30. år)
 - o Inspeksjonsprogram av brukt metallisk brensel /D147/
- **Dekommisjoneringskostnader**
 - o For nærmere beskrivelse av disse kostandene vises til KVV dekommisjonering.
- **Skattefinansieringskostnader:**
 - o Skattefinansiering av offentlige tiltak innebærer kostnader for samfunnet som må inkluderes i den samfunnsøkonomiske analysen. Skatten utgjør en kile mellom prisen til tilbyder og prisen til den som etterspør. Skatten bidrar derfor til vridninger i ressursbruken og dette innebærer et effektivitetstap /D304/.
 - o Det anbefales å bruke en skattekostnad på 20 øre per krone for netto økt offentlig finansiering som følge av et offentlig tiltak /D304/.
 - o KVV-gruppen har valgt å inkludere skattefinansieringskostnader på alle de overnevnte kostnadene. Det innebærer en implisitt antakelse om at det er det offentlige som skal betale oppbevaringen, og ikke de som forårsaker avfallet. Dette er imidlertid ikke bestemt.

Investeringskostnader

I tabellene nedenfor gis en kort beskrivelse av de kostnadsposter som inngår i kostnadsmodellen, hvilke usikkerhetsfaktorer som virker på disse kostnadspostene og for hvilke alternativer disse gjelder.

For flere av kostnadspostene vil f.eks. antall enheter variere mht. om brukt brensel behandles eller ikke, og dersom behandling er aktuelt - hvor mye av brenselet sendes til behandling og hva slags type behandling som legges til grunn. Dette fordi mengden brukt brensel som må lagres eller deponeres avhenger av behandlingsform. Variablene for scenario β og γ er i all hovedsak like som for scenario α . Et eksempel der scenario β og γ skiller seg ut er eksempelvis at antall casks og beholdere andres ettersom mengden brukt brensel som generes og/eller flyttes ikke er tilsvarende som i scenario α .

Tabell V 10-7 Beskrivelse av estimer, vurdering av usikkerhet og usikkerhetsfaktorer

CBS	Investeringskostnader Brukt Brensel	P10	Mode	P90	Forventet
I-BB-1	Investeringskostnader Halden og /eller Kjeller				
I-BB-1.1	Nytt mellomlager, industribygg ink. kran	47	58	69	58
I-BB-1.2	Prosjektering (% av post I-BB-1.1)	5 %	10 %	15 %	10 %
I-BB-1.3	Lisensiering	3	5	7	5
I-BB-1.4	Initielt behov for casks (kr/stk). Antall: Reprosessering 0 stk., Kondisjonering og ingen behandl. 12 stk.	15	20	25	20
I-BB-1.5	Fremtidig behov for casks, antatt en stk. per 8 år (kr/stk)	15	20	25	20
Usikkerhetsvurdering		I-BB-1.1/2: variasjon i størrelse på bygg, tekniske krav, plassering og kompleksitet. Øvrige: generell usikkerhet knyttet til estimatet			
Usikkerhetsfaktorer:		U0, U1, U2 (0,5), U3, U4, U5 (I-BB-1.1)			
Inngår i alternativer:		Referansealternativet og Alternativ 2, men avhenger av behandlingsform.			
I-BB-2	Behandlingskostnader				
I-BB-2.1	Reprosessering/kondisjonering /Vedlegg 2/	-25 %	350	+40 %	370
I-BB-2.2	Reprosessering/kondisjonering av fremtidig brukt brensel med Al-kapsling	Som over, proporsjonalt ift. mengde			
I-BB-2.3	Reprosessering/kondisjonering av resterende brukt brensel v/ evt. dekom.	Som over, proporsjonalt ift. mengde			
I-BB-2.4-6	Tørking av brensel	5	10	20	12
Usikkerhetsvurdering		I-BB-2.1-3: stor usikkerhet i kostnader, mulig eneleverandørsituasjon øker p90. Kostnad beregnes basert på mengde ved tidspunkt for behandling. I-BB-2.4-6: stor usikkerhet i omfang og kostnad for nødvendig utstyr.			
Usikkerhetsfaktorer:		I-BB-2.1-3: U0, U1, U2 (0,5), U3, U4, U5 (0,5) I-BB-2.4-6: U0, U1 (0,5), U3, U4,			
Inngår i alternativer:		Alternativ 2 og Alternativ 4 (samt alle alternativer ved sensitivitetsanalyse)			
I-BB-3	Lager i fjell				
I-BB-3.1	Nytt mellomlager i fjell m/kran. Kostnad basert på bygging av Himdalen, men skalert ned i størrelse	77	94	112	94
I-BB-3.2	Prosjektering (% av post I-BB-3.1)	5 %	7,5 %	10 %	10 %
I-BB-3.3	Lisensiering	5	10	15	10
I-BB-3.4	Utredning av lokasjon: tid (år) / kost per år	2/2	4/4	6/6	4/4

CBS	Investeringskostnader Brukt Brensel	P10	Mode	P90	Forventet
I-BB-3.5	Initielt behov for casks (kr/stk). Antall: Repros. alt 0 stk., Repros Met+Al-kap. 6 stk, Kondisjonering og ingen behandling 18 stk.	15	20	25	20
I-BB-3.6	Fremtidig behov for casks, antatt en stk. per 8 år (kr/stk)	15	20	25	20
I-BB-3.7	Administrasjonsbygg	10	15	20	15
I-BB-3.8	Sikring av anlegg	5	7,5	10	7,5
I-BB-3.9	Infrastruktur/VVA mv.	5	7,5	20	12
I-BB-3.10	Transport av brukt brensel til lager	2,5	5	7,5	5
Usikkerhetsvurdering		I-BB-3.1/2: variasjon i størrelse på bygg, tekniske krav, plassering og kompleksitet. Øvrige: generell usikkerhet knyttet til estimatet			
Usikkerhetsfaktorer:		I-BB-3.1: U0, U1, U2 (0,5), U3, U4, U5 I-BB-3.2: U0, U1, U2 (0,5), U3, U4 (0,5) I-BB-3.3: U0, U1, U2 (0,5), U3, U4 I-BB-3.4/10: U0, U1, U3, U4, U5 I-BB-3.5-6: U0, U1 (0,5), U2 (0,5), U3, U4 I-BB-3.7-9: U0, U1, U3, U4 (0,5)			
Inngår i alternativer:		Alternativ 1			
I-BB-4	Deponi				
I-BB-4.1	Deponi i fjell. Kostnad basert på driving av en 4 km lang tunnel ned til 500m dyp, og et bergrom på 60m lengde i enden.	180	212	245	212
I-BB-4.2	Prosjektering. Internasjonalt anslått 30- 40 år for utredning av lokasjon og spesifikasjoner. Norge har liten mengde brensel, og kan lære mye av f.eks. den svenske og finske utredningen. Anslagene gir: Antall år / kostnad. per år	15/15	20/25	30/40	23/27
I-BB-4.3	Lisensiering	10	20	30	20
I-BB-4.4	Initielt behov for casks (kr/stk) i påvente av ferdigstillelse av deponi. Antall: Repros. Met+Al. 0 stk., Kondisjonering og ingen behandling 12 stk.	15	20	25	20
I-BB-4.5	Fremtidig behov for casks, antatt en stk. per 8 år (kr/stk). Frem til deponi åpner.	15	20	25	20
I-BB-4.6	Beholdere (for deponering) Antall: Repros. Met+Al. 8 stk., Kondisjonering og ingen behandling 20 stk.	10	20	30	20
I-BB-4.7	Bentonitt for innkapsling av beholdere (kr/enhet) Mengde: Repros. Met+Al. 8 enh., Kondisjon. og ingen behandl. 20 enh.	0,1	0,15	0,2	0,15
I-BB-4.8	Fremtidig behov for beholdere, antatt en stk. per 8 år (kr/stk)	10	20	30	20
I-BB-4.9	Bentonitt for innkapsling av nye beholdere (kr/enhet), en per 8. år	0,1	0,15	0,2	0,15
I-BB-4.10	Midlertidig administrasjonsbygg. Benytter midl. bygg (brakke) fordi dette kan fjernes når deponiet forsegles	1	2	3	2
I-BB-4.11	Sikring av anlegg	5	7,5	10	7,5

CBS	Investeringskostnader Brukt Brensel	P10	Mode	P90	Forventet
I-BB-4.12	Infrastruktur/VVA mv.	5	7,5	20	12
I-BB-4.13	Transport av brukt brensel til deponi	2,5	5	7,5	5
I-BB-4.14	Forsegling av deponiet. Benyttet estimat fra det svenske deponiet, dvs. andel av byggekostnad.	50 %	65 %	80 %	65 %
Usikkerhetsvurdering		Generell usikkerhet knyttet til estimatene. På flere av postene er usikkerheten svært høy, da det er få/ingen erfaringstall å basere estimatene på.			
Usikkerhetsfaktorer:		I-BB-4.1-2: U0, U1, U2, U3, U4, U5 I-BB-4.3/14: U0, U1, U2, U3, U4 I-BB-4.4: U0, U1 (0,5), U2 (0,5), U3, U4, U5 I-BB-4.5: U0, U1 (0,5), U2 (0,5), U3, U4 I-BB-4.6/8: U0, U1 (0,5), U2, U3, U4 I-BB-4.7/9: U0, U1 (0,5), U3 (0,5) I-BB-4.10-12: U0, U1, U3, U4 (0,5) I-BB-4.13: U0, U1, U3, U4, U5			
Inngår i alternativer:		Alternativ 2			

CBS	Investeringskostnader ARA	P10	Mode	P90	Forventet
I-BB-1	Nytt deponi				
I-ARA-1.1	Nytt deponi (#2). Kostnader basert på investeringskostnader for KLDRA Himdalen, kostnadsjustert med BKI	98	128	160	128
I-ARA-1.2	Prosjektering (% av post I-ARA-1.1)	5 %	10 %	15 %	10 %
I-ARA-1.3	Lisensiering	3	5	7	5
I-ARA-1.4	Nytt deponi. (Deponi nr 3. som det vil være behov for mot slutten av analyseperioden)	98	128	160	128
I-ARA-1.5	Prosjektering (% av post I-ARA-1.4)	5 %	10 %	15 %	10 %
I-ARA-1.6	Lisensiering	3	5	7	5
I-ARA-1.7	Utredning av lokalisering av deponi #2	2	4	6	4
Usikkerhetsvurdering		I-BB-1.1/2: variasjon i størrelse på bygg, tekniske krav, plassering og kompleksitet. Øvrige: generell usikkerhet knyttet til estimatet			
Usikkerhetsfaktorer:		I-ARA-1.1/4/7: U0, U1, U2 (0,5), U3, U4, U5 Øvrige: U0, U1, U2 (0,5), U3, U4			
Inngår i alternativer:		ARA-alternativ			

Overvåkning, drift og vedlikehold

I tabellene nedenfor gis en kort beskrivelse av de kostnadsposter som inngår i kostnadsmodellen, hvilke usikkerhetsfaktorer som virker på disse kostnadspostene og for hvilke alternativer disse gjelder.

CBS	Overvåkning, drift og vedlikehold av brukt brensel	P10	Mode	P90	Forventet
D-BB-1	Halden				
D-BB-1.1	Ledelse/Administrasjon	1	2	3	2
D-BB-1.2	Fysisk sikring <i>Ved kondisjonering økes denne med 50% pga. retur av Pu</i>	4	5	6	5

CBS	Overvåkning, drift og vedlikehold av brukt brensel	P10	Mode	P90	Forventet
D-BB-1.3	Strålevern og miljøovervåkning	1	2	3	2
D-BB-1.4	Driftskostnader. <i>Økes med 10 % for alternativer som inkluderer nye lagre i Halden</i>	2	3	4	3
D-BB-1.5	Vedlikehold <i>Økes med 10 % for alternativer som inkluderer nye lagre i Halden. I tillegg forventes kostandene å øke 50 % fra 2025-2030, og ytterligere ca. 30 % etter 2030 pga. lagres alder.</i>	1	1	2	1
D-BB-1.6	Tilsyn og kontroll <i>Ved kondisjonering økes denne med 50 % pga. retur av Pu</i>	0,5	1	2	1
D-BB-1.7/9	Større oppgraderinger/vedlikehold hvert 30 år <i>Gjelder også Kjeller</i>	10	13	16	13
D-BB-1.8	Initiell oppgradering av lager for å sikre videre drift <i>Gjelder også Kjeller, og kun ved repressering av alt brukt brensel og ingen behandling.</i>	2	5	10	6
D-BB-1.10	Inspeksjonsprogram metallisk brensel	-30 %	15	+30 %	15
Usikkerhetsvurdering		Generell usikkerhet knyttet til behov tekniske løsninger vil stille til drift, samt krav til sikkerhet.			
Usikkerhetsfaktorer:		D-BB-1.2/3/6: U1 (0,5), U4 D-BB-1.4/5: U1 D-BB-1.7-9: U1, U2, U4 D-BB-1.10: U1, U2, U3, U4, U5			
Inngår i alternativer:		Alle alternativer, men tidsperioden avhenger av om brukt brensel blir værende i Halden eller flyttes til nytt lager eller deponi, samt evt. dekomisjonering.			
D-BB-2	Kjeller				
D-BB-2.1	Ledelse/Administrasjon	1	2	3	2
D-BB-2.2	Fysisk sikring <i>Ved kondisjonering økes denne med 50 % pga. retur av Pu</i>	4	5	6	5
D-BB-2.3	Strålevern og miljøovervåkning	1	2	3	2
D-BB-2.4	Driftskostnader. <i>Økes med 10 % for alternativer som inkluderer nye lagre i Halden. I tillegg forventes kostandene å øke 50 % fra 2025-2030, og ytterligere ca. 30 % etter 2030 pga. lagres alder.</i>	1	2	2	2
D-BB-2.5	Vedlikehold <i>Økes med 10 % for alternativer som inkluderer nye lagre i Halden</i>	1	1	2	1
D-BB-2.6	Tilsyn og kontroll <i>Ved kondisjonering økes denne med 50 % pga. retur av Pu</i>	0,5	1	2	1
D-BB-2.7	Inspeksjonsprogram metallisk brensel	-30 %	15	+30 %	15
Usikkerhetsvurdering		Generell usikkerhet knyttet til behov tekniske løsninger vil stille til drift, samt krav til sikkerhet.			
Usikkerhetsfaktorer:		D-BB-2.2/3/6: U1 (0,5), U4			

CBS	Overvåkning, drift og vedlikehold av brukt brensel	P10	Mode	P90	Forventet
		D-BB-2.4/5: U1 D-BB-2.7: U1, U2, U3, U4, U5			
Inngår i alternativer:		Alle alternativer, men tidsperioden avhenger av om brukt brensel blir værende på Kjeller eller flyttes til nytt lager eller deponi, samt evt. dekomisjonering.			
D-BB-3	Nytt lager i fjell				
D-BB-3.1	Ledelse/Administrasjon	1	2	3	2
D-BB-3.2	Fysisk sikring <i>Ved kondisjonering økes denne med 50 % pga. retur av Pu</i>	4	5	6	5
D-BB-3.3	Strålevern og miljøovervåkning	1	2	3	2
D-BB-3.4	Driftskostnader. <i>Økes med 10 % for alternativer som inkluderer nye lagre i Halden</i>	2	3	4	3
D-BB-3.5	Vedlikehold <i>Økes med 10 % for alternativer som inkluderer nye lagre i Halden. I tillegg forventes kostandene å øke 50 % fra 2045-2060, og ytterligere ca. 30 % etter 2060 pga. lagres alder.</i>	1	1	2	1
D-BB-3.6	Tilsyn og kontroll <i>Ved kondisjonering økes denne med 50 % pga. retur av Pu</i>	0,5	1	2	1
D-BB-3.7	Større oppgraderinger/vedlikehold hvert 30 år	10	13	16	13
Usikkerhetsvurdering		Generell usikkerhet knyttet til behov tekniske løsninger vil stille til drift, samt krav til sikkerhet.			
Usikkerhetsfaktorer:		D-BB-3.2/3/6: U1 (0,5), U4 D-BB-3.4/5: U1 D-BB-3.7: U1, U2, U3, U4, U5			
Inngår i alternativer:		Alternativ 1			
D-BB-4	Deponi (i perioden fra brukt brensel flyttes til deponiet til deponiet forsegles)				
D-BB-4.1	Ledelse/Administrasjon	1	2	3	2
D-BB-4.2	Fysisk sikring <i>Ved kondisjonering økes denne med 50 % pga. retur av Pu</i>	4	5	6	5
D-BB-4.3	Strålevern og miljøovervåkning	1	2	3	2
D-BB-4.4	Driftskostnader. <i>Økes med 10 % for alternativer som inkluderer nye lagre i Halden</i>	2	3	4	3
D-BB-4.5	Vedlikehold <i>Økes med 10 % for alternativer som inkluderer nye lagre i Halden</i>	1	1	2	1
D-BB-4.6	Tilsyn og kontroll <i>Ved kondisjonering økes denne med 50 % pga. retur av Pu</i>	0,5	1	2	1
Usikkerhetsvurdering		Generell usikkerhet knyttet til behov tekniske løsninger vil stille til drift, samt krav til sikkerhet.			
Usikkerhetsfaktorer:		D-BB-4.2/3/6: U1 (0,5), U4 D-BB-4.4/5: U1			
Inngår i alternativer:		Alternativ 2			

CBS	Overvåkning, drift og vedlikehold av ARA	P10	Mode	P90	Forventet
D-ARA-1	Halden				
D-ARA-1.1	Ledelse/Administrasjon	0,5	1	1,5	1
D-ARA-1.2	Fysisk sikring	0	0,5	1	0,5
D-ARA-1.3	Strålevern og miljøovervåkning	0,5	1	2	1
D-ARA-1.4	Driftskostnader	0,5	1	2	1
D-ARA-1.5	Vedlikehold	0,5	1	2	1
D-ARA-1.6	Tilsyn og kontroll	0	0,5	1	0,5
Usikkerhetsvurdering		Generell usikkerhet knyttet til behov tekniske løsninger vil stille til drift, samt krav til sikkerhet.			
Usikkerhetsfaktorer:		D-ARA-1.1: U1, U2, U4 (0,5) D-ARA-1.2-6: U1, U2, U4			
Inngår i alternativer:		Alle alternativer			

Andre variabler og forutsetninger

I tabellen nedenfor gis en oversikt over andre variabler som påvirker kostnadene.

CBS	Driftskostnader ARA	P10	Mode	P90	Forventet
Reprosessering, gjennomføringstid etter kontrakt er inngått (antall år)		6	9	12	9
Mengde brukt brensel per beholder/cask (tonn) <i>Basert på dette er kostnad per beholder/cask vurdert, der usikkerhet er ivare tatt</i>			1		1
Tidspunkt der Al-kapslet brukt brensel opphører <i>Gir føring for nå en evt. nytt Al-brensel må sendes til reprosessering for de alternativer dette gjelder.</i>		2020 (min)	2045	2070 (max)	2045
Årlig mengde ARA (tønneekvivalenter) /Task1/ <i>Gir føring for tidspunkt for når kapasiteten til KLDRA Himdalen er nådd, og tilsvarende for neste deponi</i>		165	180	197	
Dekomisjoneringssavfall (tønneekvivalenter) /KVU Dekommisjonering/ <i>Gir føring for tidspunkt for når kapasiteten til KLDRA Himdalen er nådd, og tilsvarende for neste deponi</i>		Avhenger av hvilket nivå Halden og/eller Kjeller skal dekomisjoneres til. Halden: Friklasing 2709, Næringsvirk: 1355 Kjeller: Friklasing 1726, Næringsvirk: 863			
Mengde brukt brensel som produseres per år, Halden og Kjeller samlet (kg)			125		125

Usikkerhetsfaktorer

Nedenfor presenteres de usikkerhetsfaktorene som er benyttet i kostnadsmodellen. Det er en tabell per hovedalternativ.

Referansealternativet	P10	Mode	P90	Forventet
U0 – Uspesifisert. <i>Et generelt tillegg for å ivareta at alternativene ikke har gjennomgått noen detaljert prosjektering, og at viktige kostnadselementer derfor kan være uteglemt.</i>	0%	10%	20%	10%
U1 – Marked og prisnivå <i>Markedet kan svinge stort over en så lang tidsperiode som analyseres.</i>	-20%	0%	20%	0%
U2 – Teknisk modenhet <i>Løsningen i referansealternativet anses som lite kompleks og som en velprøvd løsning, derfor lav usikkerhet.</i>	-5%	0%	5%	0%
U3 – Prosjektstyring <i>Hvilken grad god eller dårlig prosjektstyring kan påvirke kostnadene i investeringer og gjennomføring.</i>	-15%	0%	15%	0%
U4 – Nye lover og forskrifter <i>Nye pålegg kan gi kostnadsøkninger, men også muligheter i form av at bedre tilpasning (utnyttelse av) til lovverk kan gi besparelser</i>	-5%	0%	5%	0%
U5 - Krav fra interessenter <i>Det er flere sterke interessentgrupper som vil ønske å påvirke løsninger, samt har mulighet til å gi lenger gjennomføringstid for å kunne bli imøtesett tilstrekkelig. Dette anses kun å medføre kostnadsøkninger.</i>	0%	5%	10%	5%

For Alternativ 1, 2a, 2b og 4 gjelder de samme usikkerhetsfaktorene som over. Derfor gjentas ikke generell beskrivelse av disse, men der verdien er vurdert annerledes blir dette kommentert.

Alternativ 1	P10	Mode	P90	Forventet
U0 – Uspesifisert.	0%	10%	20%	10%
U1 – Marked og prisnivå	-20%	0%	20%	0%
U2 – Teknisk modenhet	-5%	0%	5%	0%
U3 – Prosjektstyring <i>Dette er et mer komplekst prosjekt enn referanseprosjektet</i>	-15%	0%	20%	0%
U4 – Nye lover og forskrifter	-5%	0%	5%	0%
U5 - Krav fra interessenter	0%	5%	10%	5%

Alternativ 2	P10	Mode	P90	Forventet
U0 – Uspesifisert.	0%	10%	20%	10%
U1 – Marked og prisnivå	-20%	0%	20%	0%
U2 – Teknisk modenhet <i>Det finnes per i dag ingen teknisk løsning for direkte deponering av brukt metallisk brensel og brukt brensel med Al-kapsling. Utvikling av en løsning kan derfor bli betydelig.</i>	-5%	0%	40%	0%
U3 – Prosjektstyring <i>Dette er et mer komplekst prosjekt enn referanseprosjektet, og med svært lang utredningstid der styring av ressurser vil være viktig for å finne en god løsning.</i>	-20%	0%	30%	0%

Alternativ 2	P10	Mode	P90	Forventet
U4 – Nye lover og forskrifter <i>Lang gjennomføringstid vil kunne medføre flere endringer av krav underveis.</i>	-10%	0%	10%	0%
U5 - Krav fra interessenter	0%	5%	10%	5%

Alternativ 4	P10	Mode	P90	Forventet
U0 – Uspesifisert. <i>Vurdering som for referansealternativet</i>	0%	10%	20%	10%
U1 – Marked og prisnivå <i>Markedet kan svinge stort over en så lang tidsperiode som analyseres. For reprosessering vil det være en krevende forhandlingsposisjon ved at det er få (muligens bare én) leverandør av tjenesten</i>	-10%	0%	30%	9%
U2 – Teknisk modenhet <i>Reprosessering av brukt brensel er en velprøvd aktivitet, derfor lav usikkerhet. Dette alternativet innebærer videre ingen behov for lagre eller deponi for brukt brensel.</i>	-5%	0%	5%	0%
U3 – Prosjektstyring <i>Færre aktiviteter og ingen behov for komplekse byggeprosjekter gjør kompleksiteten i alternativet relativt lav.</i>	-10%	0%	10%	0%
U4 – Nye lover og forskrifter <i>Vurdering som for referansealternativet.</i>	-5%	0%	5%	0%
U5 - Krav fra interessenter <i>Vurdering som for referansealternativet</i>	0%	5%	10%	5%

Appendix – grunnlag for kostnader deponi og industribygg

Vedlagt er grunnkostnadene for industribygg (lager) og deponi.

Industribygg

Kostnader for et enkelt lagerbygg med casks er basert på et enkelt industribygg i betong med kran. Nedenfor er underlaget for disse kostnadene fremvist.

Vi har tatt utgangspunkt i de skisser som foreligger vedr lagring av avfall. Hus er utført i betong. Kjelleretg. med høyde 3 m og vegger over kjellernivå med høyde 7 m. Saltak er utført i betong. Midt på bygg er det en rampe i betong slik at det er tilkomst for kjøretøy inn i hall over kjellernivå, for lossing med traverskran. Denne er utført i betong. Gulv i kjeller er av betong. Det er laget fundamenter under kjellergulv for stålsøyler til kranbanen.

Hallen er tenkt senket i terrenget slik at kjeller ligger under bakkeplan. Kjeller er tilbakefylt med masser rundt hele bygget og det er laget vei inn til rampe på ca. 200 m.

Hallen er uisolert.

Hallen er tenkt opplyst med lys som henger på wire i taket. Videre er det uttak av strøm til kran, stikkontakter og brytere i hallen.

Ventilasjon er beregnet som avtrekk fra kanaler som henger i taket over kran, og inntak gjennom rister i vegger.

Det er montert port i vegg ved rampe. Port er leddheisepor med integrert gangdør. Port er 5000 x 4500 mm.

Grunnarbeider inkl. sprengning og <u>asfalt</u> :	2 400 000,-
Betongarbeider:	10 111 000,-
Ventilasjon:	860 000,-
Elektro:	1 250 000,-
Rigg og Drift alle fag:	3 600 000,-
Sum eks. mva.	18 221 000,-

Deponi

Adkomsttunnel til deponi 500 m under bakkenivå

Prinsipp

Beregningene for deponiet er basert på at kostnadene for arbeider i dagen, teknisk rom samt lagerhaller baseres på Himdalanegget (som bygget) korrigert for lønns- og prisstigning. Vedlagte beregninger gjelder for en 4 km lang tunnel mellom teknisk rom og lagerhaller. Kostnad for et deponi blir summen av disse.

Vedlagte framdriftsplan (1) viser prinsipp for bygging av et komplett anlegg. Nedre del av framdriftsplanen (2) viser byggetiden for adkomsttunnelen

Tunnelen er forutsatt drevet på synk 1:8, forutsatt tunneltverrsnitt er 25 m² med bredde på 4,2 m. Bredde på asfaltert kjørebane er 3,0 m, møteplasser c/c 400 m. Byggetid for tunnelen er 23 mnd. som altså kommer i tillegg til byggetiden for Himdal.

For øvrig er følgende lagt til grunn

1. Sprengstein fra tunnelen er forutsatt lagt i tipp inntil 1 km fra anlegget.
2. Ventilasjon er basert på at ventilasjonsrøret i tunnelen kobles til eksisterende ventilasjonsanlegg.
3. Lenseopplegget er basert på 7 stasjoner/ lensekummer, hver med løftehøyde ca. 70 m. Kummene har reservepumpe som kobles inn ved stans. Nederste kum i hallnivå har også et fordrøyningsbasseng med kapasitet på ca. 2 døgn i tilfelle strømstans.
4. Kabler for strømforsyning i tunnelen er forutsatt oppe på veggen, tilsvarende militære anlegg. Hver trafo forsyner 2 pumpestasjoner og plasseres mellom pumpekommene, en trafo plasseres ved hallene. Lys i tunnelen forutsettes opphengt i wire i taket.
5. Mengder for sikring og injeksjon er i henhold til Palmstrøms anslag.
6. Prisene for driving og sikring av tunnelen inkl. veibane er kalkulert med bakgrunn i erfaring fra lange tunneler og basert på dagens lønns- og prisnivå.
7. Beløpene for øvrige permanente installasjoner er beregnet av fagfolk med relevant kompetanse og orienterende priser fra leverandører av aktuelt utstyr.

Nedenfor er grunnkalkylen, mens denne er tillagt usikkerhet. Kostnader for kran, beholdere, bentonitt og tilbakefylling er lagt til i kostnadsanalysen (jf. kapittel om investeringskostnader ovenfor).

Tabell V 10-8 Grunnkalkyle deponi

Generelle kostnader	Enhet	Mengde	Enh.pris	Sum
Tilrigging	RS	1	0	0
Drift	RS	1	61 745 000	61 745 000
Nedrigging i tunnel	RS	1	1 000 000	1 000 000
				0
Tunneldrift				0
Sprenging av tunnel, lengde	m	3983	13 156	52 400 348
Sprenging av 1/2 salver	m	17	16 520	280 840
Sonderboring med tunnelrigg	m	821	83	68 143
				0
Injeksjon på stuff				0
-boring	m	6562	53	347 786
-inj.tid	tim	131	5 240	686 440
Forbruk injeksjonsmiddel				0
-industrisement	kg	220000	6	1 320 000
-mokrosement	kg	12000	9	108 000
Etterinjeksjon				0
-boring	m	1920	40	76 800
-inj.tid	tim	92	1 920	176 640
Forbruk injeksjonsmiddel				0
-industrisement	kg	2000	6	12 000
-mokrosement	kg	2000	9	18 000
				0
Vanlig stabilitetssikring				0
Bolter på stuff	stk	5930	1 145	6 789 850
Bolter bak stuff	stk	3018	368	1 110 624
Sprøytebetong på stuff	m3	626	4 983	3 119 358
Sprøytebetong bak stuff	m3	734	4 843	3 554 762
Buer på stuff	stk	20	13 533	270 660
Buer bak stuff	stk	20	9 533	190 660
Spesiell stabilitetssikring				0
Ekstra heft i vanskelige soner	tim	60	5 000	300 000
Støp av såle	m	40	7 880	315 200
Forbolter 6-8 m lange	stk	390	1 558	607 620
				0
Permanente installasjoner				0
Veibane	m2	12500	240	3 000 000
Ventilasjon	RS	1	2 500 000	2 500 000
Strømforsyning, lys, tavler	RS	1	5 046 000	5 046 000
Lenseopplegg	RS	1	5 920 000	5 920 000
Dryppsikring	m2	6000	748	4 488 000
Totalsum				155 452 731

Vedlegg 11 BEHOVSANALYSEN

Behovsanalysen er gjennomført ved å benytte tre ulike metoder for å finne frem til relevante behov. Disse metodene er interessentanalyse, normativ metode og etterspørselsbasert metode.

I dette vedlegget er resultatene fra behovsanalysen som er gjennomført basert på anvendelse av de to førstnevnte metodene, mens behov som har fremkommet gjennom etterspørselsbasert metode er dekket opp i kapittel i hovedrapporten om situasjonsbeskrivelse med utgangspunkt i den kartlegging av radioaktivt avfall i Norge som er gjennomført i denne KVV sammen med prognoser for fremtidig avfall i analyseperioden. I de etterfølgende kapitler er det gitt en oppsummering av behov fra interessentanalysen og normative behov, og videre er detaljer fra gjennomføring av og resultater fra de to metodene presentert.

Oppsummerte behov

Nedenfor er det gitt en oppsummering av identifiserte behov basert på interessentanalysen og bruk av normativ metode. Behovene er nummerert slik de fremkommer i KVV rapportens hoveddel i kapittel 3 Behov, mål og krav. Behov 1 er et behov som har fremkommet i detalj fra en vurdering med bruk av etterspørselsbasert metode, og fremkommer i kapittel 2 Situasjonsbeskrivelse i hovedrapporten, men er også inkludert nedenfor da dette behovet også fremkommer fra interessentanalysen.

B0 Redusere mengde radioaktivt avfall så mye som mulig

Dette er et behov som har fremkommet gjennom både interessentanalysen og ved bruk av normativ metode. Myndighetene representert ved ansvarlige departementer har behov for å få redusert omfanget av deponeringspliktig radioaktivt avfall for å redusere nødvendig kapasitet for lagre og deponier. Tilsvarende behov vil også gjenspeiles i lokal- og storsamfunnet. Behovet er videre avledet fra IAEAs prinsipp 7 om kontroll av produksjon av radioaktivt avfall der det skal tilstrebes at det genereres så lite radioaktivt avfall som praktisk mulig.

B1 Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall.

Det er behov for tilstrekkelig kapasitet for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Kapasiteten må være på plass i rett tid der det tas hensyn til hvor lang tid prosesser for å få etablert løsningen vil ta. Med *oppbevaring* menes her enten lagring eller deponering eller begge deler. Med forsvarlig menes at sikkerheten for miljø og helse er ivarettatt til et samfunnsmessig akseptabelt nivå med de løsninger (fysiske anlegg, infrastruktur bemanning og kompetanse), samtidig som kostnadene for valgt løsning står i forhold til den samfunnsmessige nytten. Her legges ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prinsippet til grunn. Radioaktivt avfall omfatter alt deponeringspliktig radioaktivt avfall etter avfallsforskriften. Unntaket for denne KVV er TENORM avfall fra olje- og gassvirksomhet der det er en etablert løsning som har tilstrekkelig kapasitet.

B2 Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser

Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at det sikrer et akseptabelt nivå av beskyttelse for menneskelig helse. Beskyttelsen på menneskers helse også skal gjelde ut over det enkelte lands grenser, og det må tas hensyn til virkninger dette kan ha for kommende generasjoners helse. Dette behovet er relevant for alle interessentgrupper. Behovet er videre avledet av IAEAs prinsipp 1 om Beskyttelse av menneskers helse. Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at det sikrer et akseptabelt nivå av beskyttelse for menneskelig helse. I tillegg så skal IAEAs prinsipp 3 om at beskyttelsen på menneskers helse også gjelde ut over det enkelte lands grenser. Videre skal også IAEAs prinsipp 4 og 5 som berører kommende generasjoner sett i et perspektiv som omhandler menneskers helse.

B3 Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser

Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at miljøet er tilstrekkelig beskyttet. Beskyttelsen av miljøet også skal gjelde ut over det enkelte lands grenser, og det må tas hensyn til virkninger som berører kommende generasjoner sett i et miljøperspektiv. Dette behovet er relevant for alle interessentgrupper. Behovet er også avledet av IAEAs prinsipp 2 om Beskyttelse av miljøet. Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at miljøet er tilstrekkelig beskyttet. I tillegg så skal IAEAS prinsipp 3 om at beskyttelsen av miljøet også skal gjelde ut over det enkelte lands grenser. Videre skal også IAEAS prinsipp 4 og 5 som berører kommende generasjoner sett i et miljøperspektiv.

B4 Anleggene oppleves som trygge og sikre

Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere et eventuelt misforhold mellom opplevet risiko og reell risiko. Det er et stort behov for informasjon om radioaktiv stråling og mulige skadevirkninger på menneskers helse og miljø og der risiko forklares på en måte som er forståelig og at det er mulig å kunne sammenligne denne type risiko med risiko innen andre næringer og sektorer i samfunnet. Behovet er spesielt knyttet til lokalsamfunn og storsamfunn, men behovet er relevant for alle interessentgrupper.

B5 Anleggene og transport av radioaktivt materiale er forsvarlig sikret mot sabotasje, terror og tyveri

Forsvarlig sikring av transport og anlegg mot sabotasje, terror og tyveri omfatter fysisk sikring og vakt og andre organisatoriske tiltak. Behov er knyttet spesielt til tilsynsmyndigheter, eiere av anleggene og ledelse og ansatte ved anleggene. Behovet er også avledet av IAEAs prinsipp 9 om anleggenes sikkerhet. Sikkerheten til anlegg for oppbevaring og ivaretagelse av radioaktivt avfall skal være tilstrekkelig ivaretatt i anleggenes totale levetid.

B6 Effektiv bruk av anlegg og arealer

Det er behov for en løsning som gir en sikker og effektiv logistikk for transport av brukt brensel fra reaktor til et eventuelt lager og videre til et sluttdeponi. Det er også behov for god logistikk mellom eksisterende og nye anlegg inkludert intern og ekstern transport. Sikkerheten ved anleggene for oppbevaring og ivaretagelse av radioaktivt avfall skal være tilstrekkelig ivaretatt i anleggenes totale levetid. Behovet er også avledet av IAEAs prinsipp 8 om sammenheng mellom produksjon og håndtering av radioaktivt avfall. Det fremheves at sammenhengen mellom alle ledd i produksjon og håndtering av radioaktivt avfall må tas hensyn til. Det må etableres en løsning som gir en sikker og effektiv logistikk for transport av brukt brensel fra reaktor til et eventuelt lager og videre til et sluttdeponi. Normen internasjonalt vil være å redusere antall km transport per tonn radioaktivt avfall for å redusere risiko knyttet til ulykker ved transport. Behovet er også avledet av IAEAs prinsipp 9 om anleggenes sikkerhet. Sikkerheten til anlegg for håndtering og ivaretagelse av radioaktivt avfall skal være tilstrekkelig ivaretatt i anleggenes totale levetid.

B7 Klarhet i roller, ansvar og organisering

Behovet er meddelt fra IFE, Strålevernet og NFD og er viktig for å sikre en forutsigbar prosess med oppbevaring av radioaktivt avfall. Det er av IFE etterlyst et statlig avfallsselskap som vil være en eier av anlegg for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Dette vil være en organisasjon som er en av tre organisasjoner der IFE (som operatør av forskningsreaktorer) og Strålevernet (som tilsynsmyndighet) er den andre. En klargjøring av eierskap til avfallet i et livsperspektiv er en viktig forutsetning for å få prinsippet om «forurensner betaler» til å fungere i praksis, men da må eierskapet også kunne spores ved lagring og deponering. Behovet er også avledet av IAEAs prinsipp 6 om nasjonalt rammeverk av lover. Radioaktivt avfall skal tas hånd om innenfor et hensiktsmessig nasjonalt rammeverk av lover som inkluderer klare ansvarsfordelinger og etablering av uavhengige myndighetsfunksjoner. Dette innebærer også at det er klarhet i hvem som har ansvaret for det radioaktive avfallet i hele livsløpet for avfallet.

B8 Klarhet omkring finansiering

Behov spesielt meddelt fra IFE og Staten v/ NFD. Dette henger sammen med organisering av regimet for oppbevaring av radioaktivt avfall i Norge. Finansieringsmodell vil gjelde både etablering og drift av løsning. Behovet er også avledet av det overordnede internasjonale prinsippet om at forurensere betaler som er omtalt ovenfor. Videre har IAEAs prinsipp 6 om et nasjonalt rammeverk av lover relevans spesielt når det gjelder at alle aktører i livsløpet for radioaktivt materiale og deres rolle, ansvar og finansielle rammebetingelser som er gjeldende for hver av disse fra bruk til endelig oppbevaring av det radioaktive avfallet.

B9 Tilgang til riktig kompetanse og informasjon

Relateres til behovet for kompetanse i tid som en forutsetning for at gjennomføringen av de ulike alternativer skal være realistiske. Enkelte av alternativene innebærer aktiviteter i et langsiktig perspektiv (mer enn 20 år) og da må det være tilgang på kompetent personell for å gjennomføre disse. Behovet vil i første rekke gjelde IFE, Strålevernet og et eventuelt statlig opprettet avfallsselskap.

B10 Etablere avtaler for behandling/lagring/deponering av brukt brensel

Det er en forutsetning for at de enkelte alternativer skal være realistiske at det kommer på plass avtaler mellom de som skal gjennomføre tiltaket og de interessenter som blir berørte. Dette gjelder både en vertskommune for et eksisterende anlegg ved en utvidelse, eller en ny lokalisering. Videre vil det være behov for en avtale mellom den norske stat og myndigheter i et annet land dersom det tas sikte på å finne internasjonale løsninger for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall.

B11 Fleksibel løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden

Det er behov for fleksibilitet i de løsningene som velges da handlingsrommet ikke må lukkes ved mulige endringer i behov i fremtiden. Dette gjelder både mengde av type radioaktivt avfall som man i dag kjenner til, men også nye typer radioaktivt avfall og mengder av dette som kan komme i fremtiden. Løsningene bør være fleksible mht. til å kunne lagre eller deponere ulike typer av radioaktivt avfall og en inndeling av oppbevaringsfasilitetene som gjør det mulig å håndtere flere ulike kategorier avfall. Behovet er også avledet av IAEA prinsipp 5 om ikke å legge byrder på fremtidige generasjoner. Løsningene som utformes må være fleksible til en grad som ikke medfører at handlingsrommet låses i fremtiden og at negative følger av dette kan oppstå.

B12 Anleggene og radioaktivt avfall som oppbevares skal være tilgjengelig for inspeksjon

Identifisert som et behov for interessentgruppen «Tilsynsmyndighet» og omfatter både Statens strålevern og IAEA.

B13 Ivareta kvalitet på nærområder til anleggene

Dekker behov for fortsatt kvalitet av nærområdene etter en utvidelse av et anlegg eller etablering av et nukleært på et nytt sted. Dagens kvalitet på landbruk, jakt, fiske, rekreasjon, turisme, boligpriser, lokalt næringsliv, kultur, eventuelle lokale minnesmerker eller historiske steder skal ikke forringes ved utvidelsen eller nyetableringen. Behov er spesielt knyttet opp mot myndigheter, lokalsamfunnet, lokalt næringsliv, NGOer og fremtidige generasjoner.

B14 Verdiskaping som følge av etablert løsning

Det er et behov for å sikre verdiskaping ved en etablering av et nukleært anlegg. Antall nye arbeidsplasser er begrenset for den type anlegg som denne KVV dekker og det er sannsynlig at det vil komme krav om tiltak for å sikre verdiskaping for å oppveie negative ulemper ved en etablering av et nukleært anlegg. Dette vil også måtte påregnes ved videreføring og mulig utvidelse av eksisterende anlegg. Dette er basert på erfaringer fra høringsrundene og fra erfaringer med tilsvarende prosesser om deponiløsning i Sverige (selv om dette har vært i en helt annen målestokk). Behovet er spesielt knyttet til vertskommuner og lokalt næringsliv.

B15 Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon

En endring i lokalisering av oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall vil kunne påvirke eksisterende arbeidsplasser. Det er behov for at det er en forutsigbarhet knyttet til eksisterende og eventuelt nye arbeidsplasser for å sikre at nødvendig kompetanse bibeholdes og eventuelt styrkes ut fra behovet for kompetanse valgt løsning krever. Ved valg av løsning er dette forhold som må vurderes og begrunnelser for valg må gis. Behovet vil i første rekke gjelde ansatte hos IFE, Strålevernet og for ansatte i et eventuelt statlig opprettet avfallsselskap.

B16 Teknologisk kompetanseheving

Dersom løsninger som representerer behov for ny teknologi for lagring og/eller deponering velges, vil en viktig forutsetning for å lykkes være at det skjer en nødvendig rekruttering til forsknings- og utviklingsmiljøer som skal være sentrale i arbeidet med å finne sikre og varige løsninger. Behovet vil være gjeldende for staten og de institusjoner som vil få et sentralt ansvar i dette arbeidet.

Interessentbasert metode

I henhold til definisjonen i Concepts veileder nr. 3⁴³ Felles begrepsapparat KS1 defineres interessenter som «Personer eller organisasjoner som medvirker til (aktører) eller kan bli påvirket av et investeringstiltak, direkte eller indirekte». IAEAs rapport om involvering av interessenter i dekommisjonering /D137/ er relevant også for KVV for oppbevaring av norsk radioaktivt avfall med hensyn til inndeling av behov i ulike grupper av interessenter. Denne tar utgangspunkt i ulike «areas of concern» som de enkelte interessenter kan tenkes å ha. Interessentanalysen baserer seg på en vurdering av generelle og spesielle behov som er identifisert i IAEAs rapport /D137/, tidligere gjennomførte interessentanalyser gjennom innspill til tidligere NOU 2011:2 Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og annet mellomaktivt avfall /D048/ (Strandenutvalget), og til en interessentanalyse som er gjennomført i forbindelse med denne KVV, og som er omtalt videre i dette vedlegget.

Tidligere gjennomført interessentanalyse for etablering av et nytt mellomlager

I forbindelse med utarbeidelse av NOU 2011:2 /D048/ (Strandenutvalgets rapport) på oppdrag fra Nærings- og handelsdepartementet (nå NFD) ble det gjennomført en interessentanalyse. Det ble i Strandenutvalget opprettet undergrupper for henholdsvis aktivitetene *interessentanalyse*, *lokalisering* og *kostnadsestimering*. Utvalget gjennomførte møter med berørte kommuner i hhv Akershus og i Østfold av en mulig lokalisering for et nytt mellomlager. Kommunene ble bedt om å gi sine innspill til utvalget i møtene og har mottatt skriftlige tilbakemeldinger. I alt ble det mottatt tilbakemeldinger fra i alt 11 kommuner som alle hadde det til felles at de ville kunne bli vertskommune for et nytt mellomlager ut fra mulige lokaliseringer som Strandenutvalget hadde kommet frem til. Felles for alle kommuner var at de ikke ønsket et nytt mellomlager for brukt brensel og annet mellomaktivt og langlivet radioaktivt avfall i kommunen. Dette omfattet også kommuner som i dag har nukleære anlegg og også Aurskog-Høland som i dag er vertskommune for anlegget KLDRA Himdalen. Dette skyltes flere grunner, men felles var at planlagt lokalisering var lagt til et område som i dag har en høy befolkningstetthet eller der det er planlagt med dette i kommuneplanene. Responsen fra berørte kommuner viser med tydelighet hvilken motstand det er mot en slik etablering i lokalmiljøet til tross for at det er en utstrakt forståelse for at det er nødvendig med et anlegg for å kunne lagre brukt brensel og annet radioaktivt materiale som ikke kan deponeres i Himdalen.

⁴³ http://www.concept.ntnu.no/Publikasjoner/Veileder/Veileder_nr3_felles_begrepsapparat_KS1.pdf

Interessentanalyse for denne KVV

KVV-gruppen har gjennomført en interessentanalyse med sikte på å kartlegge behov knyttet til løsning for oppbevaring av brukt brensel og annet høyaktivt radioaktivt avfall (avfall som ikke kan deponeres i Himdalen på grunn av begrensninger på stråling).

Prosess for innsamling av behov fra interessenter

KVV-gruppen har kartlagt interessenter som 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 KVV-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 KVV-prosjektet medførte at deler av denne prosessen ble repetert for å kunne understøtte eller diskvalifisere forslagene som fremkom fra dette arbeidet.

KVV-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 slutten av kapitlet om interessentbasert metode.

Gjennomføring

Etablering av et anlegg for lagring 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 KVVene kan stikkordsmessig beskrives slik:

- Article I. Gjennomgang av høringsuttalelser til relevante tidligere utredninger
- Article II. Møte med inviterte interessenter
- Article III. Presentasjon av KVV-oppgavet for deltakerne på interessentmøtet
- Article IV. Presentasjon og innspill til interessentmøtet fra sentrale interessenter
- Article V. Invitasjon til alle inviterte om å sende inn skriftlige innspill
- Article VI. Rettede henvendelser til, og møter med, sentrale interessenter
- Article VII. Invitasjon til skriftlige innspill sendt via NFD til nytt utvalg interessenter
- Article VIII. 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 KUVene.

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 V 11-1 Deltagere på interessentmøtet 11. november 2013

Organisasjon

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

Nærings- og fiskeridepartementet (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 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 meget 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:

Article IX. e-post ikke videresendt fra postmottak (pga. uklarhet om hvilken funksjon/enhet som var ansvarlig for nukleære spørsmål)

Article X. organisasjonen har svart på lignende henvendelser/høringer tidligere

Article XI. organisasjonen vurderer at KVV-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 KVV-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 KVV-rapportene som beskriver hvordan KVV-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 Norske 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 alternative strategier for dekommisjonering, 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 KVVene i løpet av hele interessentprosessen:

Tabell V 11-2 Høringsuttalelser

Interessent	Interessentgruppe	Høringsuttalelse ref.
<i>Arbidsdepartementet</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 samfunnssikkerhet 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>Riksantikvaren</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
<i>Oslo kommune</i>	Kommuner	D214

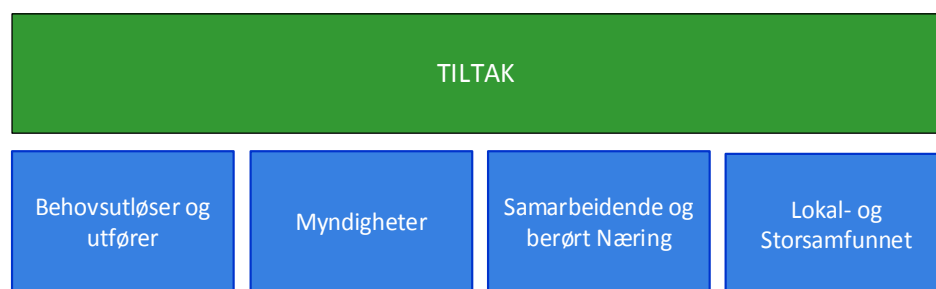
Interessent	Interessentgruppe	Høringsuttalelse ref.
<i>Rælingen kommune</i>	Kommuner	D229
<i>Skedsmo kommune</i>	Kommuner	D021;D228
<i>Ski kommune</i>	Kommuner	D022;D023
<i>Sørums kommun</i>	Kommuner	D026
<i>Trøgstad kommune</i>	Kommuner	D028;D327;D328;D329
<i>Ullensaker kommune</i>	Kommuner	D029;D030
<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;D134
<i>Norske Skog</i>	Virksomheter	D275
<i>Statsbygg</i>	Virksomheter	D025
<i>Teknisk museum</i>	Virksomheter	D294

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.

IAEA /D137/ deler interessenter inn i fire hovedgrupper og en tilnærmet lik inndeling er benyttet for denne KVV som vist i figuren nedenfor.



Figur V 11-1 IAEAs inndeling av interessenter

I oversikten nedenfor er det for hver av de fire hovedgrupper av interessenter listet opp interessenter med eksempler på denne type interessent i Norge innenfor det aktuelle område.

Tabell V 11-3 Interessenter

Interessentgruppe		Generisk interessent	Eksempel på interessenter i Norge
<i>Behovsutløser og utfører</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>Myndigheter⁴⁴</i>	11	Sikkerhetsorganisasjoner	PST, DSB
	12	Nødetater	NSM, (lokale nødetater)
<i>Samarbeidende eller berørt næring</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	
	19	Nukleærindustrien	IFE
	20	Ikke-nukleærindustri	
<i>Lokal- og storsamfunnet</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	

⁴⁴ Opprinnelig listet som «samarbeidende eller berørte etater», endret her for å tilpasse norske forhold

<i>Interessentgruppe</i>	<i>Generisk interessent</i>	<i>Eksempel på interessenter i Norge</i>
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, pressgrupper, interessentgrupper	NGOer: WWF, Bellona, Natur og Ungdom, Greenpeace m. fl.
32	Fremtidige generasjoner	Fremtidige generasjoner
33	Partnere	
34	Andre	

IAEA lister /D137/ i alt 57 «areas of concern» fordelt på kategoriene *Economic*, *Environmental*, *Social* og *Technical*. Nedenfor er det listet opp hvilke av disse som er benyttet for den videre gjennomføring av interessentanalysen for denne KVVU, der enkelte vurderes som ikke relevante for denne KVVU.

Tabell V 11-4 Kategori: Økonomisk

<i>Nr.</i>	<i>Area of concern</i>	<i>Relevans - KVVU for oppbevaring av radioaktivt avfall</i>
1	Cost	Kostnadseffektiv løsning for infrastruktur og fasiliteter
2	Benefit	Optimere nytteeffekter ved etablering av lager/deponi
3	Financial risk	Ikke relevant for KVVU
4	Economic impact	Verdiskaping som følge av en utvidelse/nyetablering av lager/deponi
5	Best use of available funds	Best mulig utnyttelse av tilgjengelige midler - God planlegging, risikostyring og effektiv gjennomføring (både investering og drift)
6	Timely availability of funds	Tilgjengelig finansiering ved bygging og i en driftsfase
7	Diversification of funds	Ikke relevant for KVVU
8	Reuse of site	Ikke relevant for KVVU
9	Change of land value	Endret (reduisert) verdi av tomtearealer
10	Reuse of facility infrastructures	Gjenbruk av eksisterende anlegg kan være relevant ved utvidelse av Kjeller/Halden/Himdalen
11	Optimization of services in place for other operating facilities	Optimalisere driften ved innplassering av nye anlegg på eksisterende arealer eller ved opprettelse av nye anlegg på nye tomter.

12	Cover identified risks by insurance	Ikke relevant for KVV
13	Social compensations	Erstatte eventuelle tapte arbeidsplasser og/eller skape nye gi økonomisk kompensasjon for redusert verdi av eiendommer, sosial frykt, tap av friområder o.l.
14	Opportunities for enterprises	Næringsutvikling, muligheter for selskap til å sysselsettes med prosjektgjennomføring og drift av anleggene
15	Management of bids	Ikke relevant for KVV
16	Development of partnerships	Dersom det er aktuelt med en deponiløsning, er det viktig å etablere gode relasjoner og samarbeidsprosjekter med spesielt våre naboland Sverige og Finland som har utviklet løsninger for dyp geologisk deponering av brukt brensel fra kjernekraftindustrien der.
17	Defense of property	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging

Tabell V 11-5 Kategori: Miljø

Nr.	Area of concern	Relevans - KVV for oppbevaring av radioaktivt avfall
18	Air quality	Ingen utslipp til luft
19	Water quality	Ingen utslipp til vann
20	Land quality	Ingen utslipp til jord
21	Visual amenity	Minimere visuell forurensning
22	Noise	Minimere lydforurensning
23	Traffic — transport of radioactive waste	Minimere trafikkbelastning ifm transport av avfall til anlegget og knyttet til daglig drift av anlegget
24	Traffic —construction	Minimere trafikkbelastning under bygging
25	Preservation of habitat for flora and fauna	Bevaring av habitat for flora og fauna
26	Conservation of species	Bevare bio-mangfold (rødlistearter osv)
27	Management of received radioactive materials incl. materials coming from decommissioning	Sikre informasjon om radioaktivt avfall som skal mottas fra hvem og når. Dette gjelder også avfall fra dekommisjonering (mengder og klassifisering og når mengder skal deponeres/lagres)

Tabell V 11-6 Kategori: Samfunn

Nr.	Area of concern	Relevans - KVVU for oppbevaring av radioaktivt avfall
28	Public health & safety	Trygge og sikre anlegg og nabolag under bygging og ved daglig drift. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart.
29	Worker health & safety	Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på ansatte
30	Employment issues	Trygghet omkring egen fremtid, forutsigbarhet om arbeidsplass i fremtiden
31	Maintenance of qualified jobs	Beholde relevant kompetanse og nøkkelpersoner under planlegging og bygging av anlegg(ene) og for drift av anleggene
32	Psychological environment	Opplevd trygghet omkring anleggene.
33	Radiological issues	Minimere eksponering til radiologisk stråling
34	Quality of life in the local community	Livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene.
35	Management of the territory	Helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer.
36	Cultural/heritage (preservation of historical vestiges)	Ivareta stedlig kulturell arv og historiske minnesmerker
37	Educational programmes	Ikke relevant for KVVU
38	Opinion forming, communication and information distribution	God kommunikasjon og åpenhet
39	Maintaining support from constituency	God kommunikasjon og åpenhet over tid for å sikre tillit hos lokalbefolkning og lokale myndigheter
40	Assert and defend ideological positions	Ikke relevant for KVVU
41	Secure dangerous materials	Sikre potensielt farlig materiale.
42	Increase/ maintain confidence	Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere frykt

Tabell V 11-7 Kategori: Teknologi

Nr.	Area of concern	Relevans - KVVU for oppbevaring av radioaktivt avfall
43	Proven technology	Benytte anerkjent, velprøvd og den beste tilgjengelige teknologi
44	Compatible with regulation/planning laws	Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og forskrifter
45	Flexibility to change if circumstances change	Fleksibilitet til å endre løsning ved endrede behov
46	Develop experience and technologies in decommissioning	Ikke relevant for KVVU
47	Improve design and operation of plants	Optimalisere drift av anlegg (implementere nytt anlegg på en måte som sikrer optimalisert drift)
48	Spread technical findings	Ikke relevant for KVVU
49	Exchange knowledge and techniques with non-nuclear activities	Dele kunnskap og teknikker med ikke-nukleære virksomheter
50	Use of external expertise	Rett kompetanse for planlegging, bygging og drift av et anlegg for lagring/deponering av radioaktivt avfall (behov for ekstern ekspertise)

51	Produce standards and regulations	Videreutvikling av lover, forskrifter og standarder ut fra behov for løsninger i fremtiden spesielt rettet mot løsninger for endelig deponering
52	Improve inspection methodologies	Videreutvikling av metoder for å inspisere brensel som mellomlagres
53	Perform R&D activities	Forskning og utvikling av løsninger for både kontroll og overvåkning av brukt brensel og for å kunne utvikle en løsning for deponering av brukt brensel og annet langlivet radioaktivt materiale
54	Establish international conventions/agreements	Etablere avtaler med andre lands myndigheter dersom valgt løsning innebærer transport av brukt brensel fra Norge for opparbeiding, lagring og/eller deponering
55	Organizational schemes	Klare retningslinjer for eierskap til det radioaktive avfallet må på plass. Videre må det etableres en organisasjon (med tydelige roller og ansvar) som skal håndtere avfallet. Dette er forhold som må avklares før det tas en beslutning om løsning for en forsvarlig oppbevaring av det norske radioaktive avfallet.
56	Management system (including safety management)	Styringssystem inkludert safety management - trygge og sikre anlegg.
57	Emergency preparedness	Beredskap mot uhell og hendelser under bygging av anlegg og ved etterfølgende daglig drift

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

Tabell V 11-8 Tabellen oppsummerer hvordan «areas of concern» fra IAEAs rapport er brukt til å definere behov og viktige temaer

		Behovsutløser og utfører				Myndigheter				Samarbeidende eller berørte næringslivsaktører						Lokal- og storsamfunnet																				
Behov(Needs)	Hva interessentene er opptatt av knyttet til tiltaket (Stakeholders concerns or interests related to the actual investment object)	Eier av anleggene	Finansierende instans(er)	Operativt personell	Ledelse	Ansvarlige departementer	Andre departementer	Tilsynsmyndigheter	Institusjoner	Lokale myndigheter	Folkevalgte (lokalt og nasjonalt)	Sikkerhetsorganisasjoner	Nøddetater	Fagforeninger	Avfallsbehandlere	Grunneiere	Lokalt næringsliv	Internasjonale partnere	Nasjonale partnere	Entreprenører (nasjonale og internasjonale)	Nukleær industri	Ikke-nukleær industri	Lokalsamfunnet	Almenheten	Urbefolkning	Naboland	Forskningsinstitusjoner	Nabobedrifter	Lærere, studenter og universiteter	Besøkende	Arkeologer, historikere, museer, arkitekter	Media	NGO / pressgrupper	Fremtidige generasjoner	Andre	
B0 Redusere mengde radioaktivt avfall som genereres så mye som mulig.	Kostnadseffektiv løsning for infrastruktur og fasiliteter	x	x			x		x				x																						x		
B1 Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig håndtering av radioaktivt avfall		x			x		x	x							x												x							x	x	
B2 Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser	Trygge og sikre anlegg og nabolag under bygging og ved daglig drift. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart.			x	x		x	x		x		x	x	x	x						x		x	x						x			x			
	Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på ansatte			x	x		x	x		x					x	x																	x			
	Minimere eksponering til radiologisk stråling			x	x			x			x				x	x								x	x					x			x	x		
	Helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer.						x		x			x	x										x	x									x	x		
	Benytte anerkjent, velprøvd og den beste tilgjengelige teknologi	x			x										x									x	x		x							x		
	Styringssystem inkludert safety management - trygge og sikre anlegg.				x		x		x				x		x	x						x											x			
	Beredskap mot uhell og hendelser under bygging av anlegg og ved etterfølgende daglig drift	x		x	x				x				x			x								x	x									x		
B3 Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser	Ingen utslipp til luft			x	x			x		x					x	x							x	x		x							x	x		
	Ingen utslipp til vann			x	x			x		x					x	x						x		x	x		x							x	x	
	Ingen utslipp til jord			x	x			x		x					x	x						x		x	x									x	x	
	Bevaring av habitat for flora og fauna							x		x													x	x										x	x	
	Bevare bio-mangfold (rødlistearter osv)							x		x													x	x										x	x	
	Sikre informasjon om radioaktivt avfall som skal mottas fra hvem og når. Dette gjelder også avfall fra dekommisjonering	x			x			x									x					x														
	B4 Anleggene oppleves som trygge og sikre	Opplevd trygghet omkring anleggene.	x			x		x			x	x												x	x										x	
		God kommunikasjon og åpenhet.	x			x					x	x			x								x		x	x							x		x	
	God kommunikasjon og åpenhet over tid for å sikre tillit hos lokalbefolkning og lokale myndigheter	x			x		x				x	x											x	x									x		x	
	Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere frykt	x			x		x				x	x			x							x														

		Behovsutløser og utfører				Myndigheter				Samarbeidende eller berørte næringslivsaktører								Lokal- og storsamfunnet																	
Behov(Needs)	Hva interessentene er opptatt av knyttet til tiltaket (Stakeholders concerns or interests related to the actual investment object)	Eier av anleggene	Finansierende instans(er)	Operativt personell	Ledelse	Ansvarlige departementer	Andre departementer	Tilsynsmyndigheter	Institusjoner	Lokale myndigheter	Folkevalgte (lokalt og nasjonalt)	Sikkerhetsorganisasjoner	Nødetater	Fagforeninger	Avfallsbehandlere	Grunneiere	Lokalt næringsliv	Internasjonale partnere	Nasjonale partnere	Entreprenører (nasjonale og internasjonale)	Nukleær industri	Ikke-nukleær industri	Lokalsamfunnet	Almennheten	Urbefolkning	Naboland	Forskningsinstitusjoner	Nabobedrifter	Lærere, studenter og universiteter	Besøkende	Arkeologer, historikere, museer, arkiv	Media	NGO / pressgrupper	Fremtidige generasjoner	
B5 Anleggene og transport av radioaktivt materiale skal være forsvarlig sikret	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging	x			x			x		x		x			x	x								x	x		x							x	
	Sikre potensielt farlig materiale.	x			x			x		x		x			x	x							x	x		x								x	
	Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og forskrifter	x		x	x			x		x		x	x																					x	
B6 Effektiv bruk av anlegg og arealer.	Optimere nytteeffekter ved etablering av lager/deponi	x			x										x																				
	Endret (reduert) verdi av tomtearealer															x								x				x							
	Gjenbruk av eksisterende anlegg kan være relevant ved utvidelse av Kjeller/Halden/Himdalen	x			x										x																				
	Optimalisere driften ved innplassering av nye anlegg på eksisterende arealer eller ved opprettelse av nye anlegg på nye tomter.	x			x										x	x																			
	Optimalisere drift av anlegg (implementere nytt anlegg på en måte som sikrer optimalisert drift)	x			x			x				x	x	x	x																		x		
B7 Klarhet i roller, eierskap, ansvar og organisering i prosessen med håndtering av radioaktivt avfall	Klare retningslinjer for eierskap til det radioaktive avfallet må på plass. Videre må det etableres en organisasjon (med tydelige roller og ansvar) som skal håndtere avfallet. Dette er forhold som må avklares før det tas en beslutning om løsning for en forsvarlig håndtering av det norske radioaktive avfallet.	x			x		x		x			x	x	x	x																			x	
B8 Klarhet omkring finansiering	Tilgjengelig finansiering ved bygging og i en driftsfase	x			x		x								x							x													
B9 Tilgang til riktig kompetanse og informasjon	Beholde relevant kompetanse og nøkkelpersoner under planlegging og bygging av anlegg(ene) og for drift av anleggene			x	x																	x													
	Rett kompetanse for planlegging, bygging og drift av et anlegg for lagring/deponering av radioaktivt avfall (behov for ekstern ekspertise)				x										x																				
	Videreutvikling av lover, forskrifter og standarder ut fra behov for løsninger i fremtiden spesielt rettet mot løsninger for endelig deponering	x					x		x			x			x							x												x	
B10 Etablere avtaler for behandling/lagring/deponering av brukt brensel	Det er nødvendig å etablere gode relasjoner og samarbeidsprosjekter både lokalt, nasjonalt og med naboland som Sverige og Finland (utviklet løsninger for deponering)	x			x			x		x		x	x		x	x																			
	Etablere avtaler med andre lands myndigheter dersom valgt løsning innebærer transport av brukt brensel fra Norge for opparbeiding, lagring og/eller deponering	x					x	x														x													

Behov(Needs)	Hva interessentene er opptatt av knyttet til tiltaket (Stakeholders concerns or interests related to the actual investment object)	Behovsutførelser og utfører				Myndigheter				Samarbeidende eller berørte næringslivsaktører						Lokal- og storsamfunnet																			
		Eier av anleggene	Finansierende instans(er)	Operativt personell	Ledelse	Ansvarlige departementer	Andre departementer	Tilsynsmyndigheter	Institusjoner	Lokale myndigheter	Folkevalgte (lokalt og nasjonalt)	Sikkerhetsorganisasjoner	Nødretter	Fagforeninger	Avfallsbehandlere	Grunneiere	Lokalt næringsliv	Internasjonale partnere	Nasjonale partnere	Entreprenører (nasjonale og internasjonale)	Nukleær industri	Ikke-nukleær industri	Lokalsamfunnet	Almennheten	Urbefolkning	Naboland	Forskningsinstitusjoner	Nabobedrifter	Lærere, studenter og universiteter	Besøkende	Arkeologer, historikere, museer, arkiv	Media	NGO / pressgrupper	Fremtidige generasjoner	Andre
B11	Fleksibel løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden	x			x		x							x																				x	
B12	Anleggene og lagret avfall skal være tilgjengelige for inspeksjon	x			x		x							x																					
B13	Ivareta kvalitet på nærområder til anleggene								x		x					x							x										x	x	
									x		x												x										x		
																							x											x	
																							x												
																							x											x	
																							x											x	
																							x	x											
B14	Verdiskaping som følge av etablert løsning					x	x				x	x					x			x			x												
B15	Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon			x							x												x												
				x	x																														
B16	Teknologisk kompetanseheving																	x	x			x													
		x				x		x																										x	
		x		x		x								x							x													x	x

Interessenter som utløser behov og som iverksetter og gjennomfører tiltaket

Denne gruppe av interessenter omfatter eiere av anlegg og radioaktivt avfall; Eiere av anlegg er IFE og Statsbygg, mulig fremtidig statlig eier av et avfallsselskap for oppbevaring av radioaktivt materiale, og eiere av radioaktivt avfall er mange. Finansierende instans; Staten v/NFD, Operativt personell; ansatte i IFE og ansatte i et mulig fremtidig statlig avfallsselskap for radioaktivt avfall. Ledelse; ansatte i IFE og et mulig fremtidig statlig avfallsselskap for radioaktivt avfall.

Felles for denne gruppen av interessenter er det viktig at det foreligger klare rammebetingelser for ansvar og organisering og finansiering av en fremtidig løsning for behandling, transport, lagring og deponering av radioaktivt avfall.

Eiere av dagens anlegg og radioaktivt avfall. IFE har i dag en konsesjon for drift av anleggene på Kjeller og i Halden inkludert oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt materiale som oppbevares ved disse anleggene. IFE har videre et ansvar for drift av deponiet for lavt og middelsaktivt (kortlivet) avfall i Himdalen mens staten ved Statsbygg er eiere av anlegget. Det er i dag manglende klarhet om hvem som til enhver tid har ansvar for det radioaktive avfallet i Norge. For radioaktivt avfall som i dag sendes til radavfallsanlegget på Kjeller og videre til Himdalen for deponering, er det uklarer knyttet til eierskap av avfallet i hele livsløpet for avfallet. I Norge er det ikke krav om å holde avfallet separat for hver eier ved deponering, noe som det bl.a. er krav om i Sverige. Det er heller ikke klarhet i eierskap til brukt brensel og annet radioaktivt materiale og avfall som i dag oppbevares ved IFEs anlegg ved en dekommisjonering av en eller begge reaktorer. IFE har uttrykt i sine innspill til KVVU at behov for sikkerhet er det overgripende hensynet som må tas i enhver sammenheng og løsning. IFE mener selv at deres rolle som eier og operatør av atomanlegg er veldefinert ut fra gjeldende regelverk og internasjonale konvensjoner og anbefalinger. De mener at statens rolle innenfor dette område fortsatt er uavklart. Dette gjelder nasjonale strategier, organisering og finansiering. Videre mener IFE at det viktigste behovet er avklaring av økonomiske rammebetingelser for en løsning for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Dette gjelder både ved etablering og drift av anlegget. IFE er villig til å si fra seg ansvar for KLDRA og radavfallsanlegget så snart ny kompetent statlig organisasjon (i et statlig avfallsselskap) er på plass. IFE har i møter med KVVU-gruppen også vært tydelige på at de ved en dekommisjonering av en eller begge reaktorer ikke har ansvar for det brukte brenselet eller annet radioaktivt avfall ved det anlegget som skal dekommisjoneres.

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

De ansatte hos IFE, og ved et nyopprettet statlig avfallsselskap, har behov for trygge arbeidsforhold under gjennomføring av tiltaket med minst mulig konfliktsituasjoner som følge av byggingen. Nye anlegg må være utformet på en måte som sikrer arbeidsmiljøet best mulig.

Ledelsen hos IFE, og et mulig statlig norsk statlig avfallsselskap, har både sosiale, økonomiske og tekniske behov som må balanseres. Ledelsen har et ansvar for trygghet og sikkerhet rundt anleggene, både når det gjelder arbeidsmiljø (HMS), ytre miljø, og sikkerhet (sikre anleggene mot tyveri, sabotasje, terror eller annen uønsket adgang). Et godt styringssystem som inkluderer safety management må etableres.

Behov	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
<i>B0 Redusere mengde radioaktivt avfall som generes så mye som mulig.</i>	Redusere kostnader ved å redusere mengde avfall som man skal finne en løsning for oppbevaring av radioaktivt avfall.
<i>B1 Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall</i>	
<i>B2 Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser</i>	Trygge og sikre anlegg og nabolag under bygging og ved daglig drift. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart. Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på ansatte Minimere eksponering til radiologisk Benytte anerkjent, velprøvd og den beste tilgjengelige teknologi Styringssystem inkludert safety management - trygge og sikre anlegg Beredskap mot uhell og hendelser under bygging av anlegg og ved etterfølgende daglig
<i>B3 Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser</i>	Ingen utslipp til luft Ingen utslipp til vann Ingen utslipp til jord Sikre informasjon om radioaktivt avfall som skal mottas fra hvem og når. Dette gjelder også avfall fra dekommisjonering
<i>B4 Anleggene oppleves som trygge og sikre</i>	Opplevd trygghet omkring anleggene. God kommunikasjon og åpenhet. God kommunikasjon og åpenhet over tid for å sikre tillit hos lokalbefolkning og lokale myndigheter Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere frykt
<i>B5 Anleggene og transport av radioaktivt materiale skal være forsvarlig sikret</i>	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging Sikre potensielt farlig materiale Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og forskrifter
<i>B6 Effektiv bruk av anlegg og arealer</i>	Optimere nytteeffekter ved etablering av lager/deponi Gjenbruk av anlegg kan være relevant ved utvidelse av Kjeller/Halden/Himdalen Optimalisere driften ved innplassering av nye anlegg på eksisterende arealer eller ved opprettelse av nye anlegg på nye tomter Optimalisere drift av anlegg (implementere nytt anlegg på en måte som sikrer optimalisert drift)
<i>B7 Klarhet i roller, eierskap, ansvar og organisering i prosessen med oppbevaring av radioaktivt avfall</i>	Klare retningslinjer for eierskap til det radioaktive avfallet må på plass. Videre må det etableres en organisasjon (med tydelige roller og ansvar) som skal håndtere avfallet. Dette er forhold som må avklares før det tas en beslutning om løsning for en forsvarlig oppbevaring av det norske radioaktive avfallet.
<i>B8 Klarhet omkring finansiering</i>	Tilgjengelig finansiering ved bygging og i en driftsfase
<i>B9 Tilgang til riktig kompetanse og informasjon</i>	Beholde relevant kompetanse og nøkkelpersoner under planlegging og bygging av anlegg(ene) og for drift av anleggene

Behov	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
	Rett kompetanse for planlegging, bygging og drift av et anlegg for lagring/deponering av radioaktivt avfall (behov for ekstern ekspertise)
	Videreutvikling av lover, forskrifter og standarder ut fra behov for løsninger i fremtiden spesielt rettet mot løsninger for endelig deponering
<i>B10 Etablere avtaler for behandling/lagring/deponering av brukt brensel</i>	Etablere avtaler med andre lands myndigheter dersom valgt løsning innebærer transport av brukt brensel fra Norge for opparbeiding, lagring og/eller deponering
	Det er nødvendig å etablere gode relasjoner og samarbeidsprosjekter både lokalt, nasjonalt og med naboland som Sverige og Finland (utviklet løsninger for deponering)
<i>B11 Fleksibel løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden</i>	Fleksibilitet til å endre løsning ved endrede behov
<i>B12 Anleggene og lagret avfall skal være tilgjengelige for inspeksjon</i>	Videreutvikling av metoder for å inspisere brenselet som lagres, og måte å lagre brenselet på som letter inspeksjon
<i>B15 Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon</i>	Erstatte eventuelle tapte arbeidsplasser og/eller skape nye, gi økonomisk kompensasjon for redusert verdi av eiendommer, sosial frykt, tap av friområder o.l.
	Trygghet omkring egen fremtid, forutsigbarhet om arbeidsplass i fremtiden
<i>Teknologisk kompetanseheving</i>	Videreutvikling av metoder for å inspisere brenselet som mellomlagres
	Forskning og utvikling av løsninger for både kontroll og overvåkning av brukt brensel som lagres og for å kunne utvikle en løsning for deponering av brukt brensel og annet langlivet radioaktivt materiale

Myndigheter

Myndigheter inkluderer ansvarlige departementer, departementer som deltar i interdepartemental gruppe for nukleære saker, tilsynsmyndigheter (Statens strålevern, Miljødirektoratet), sikkerhetsmyndigheter og nødetater, lokale myndigheter (Fylkeskommuner og kommuner) samt de politisk valgte enkeltpersonene som skal ta beslutninger knyttet til etablering av en løsning for oppbevaring av radioaktivt avfall. 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.

HOD har ansvar for konsesjonsbehandlingen til IFE for Haldenreaktoren og Kjellerreaktoren med tilhørende atomanlegg samt KLDRA Himdalen. HOD har videre ansvar for atomenergiloven og strålevernloven. 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 annen 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 til forurensingsloven som fra og med 2011 omfatter radioaktiv forurensning og avfall. OED har sine egne bevilgninger til IFE innenfor forskning oppbevaring av radioaktivt avfall fra petroleumsindustrien. 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.

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 anleggene med en balansert bruk av midler. 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 løsningen frem i tid slik at løsningene til enhver tid kan endres ut fra endringer i behov f.eks. ved en nedstengning av en eller begge reaktorene, endringer i internasjonale reguleringer og krav på området, nye typer brensel og endret anvendelsesmulighet av brukt brensel fra i dag å være ansett som avfall til i fremtiden å kunne bli vurdert som en ressurs.

Myndighetene skal også ta hensyn til radiologiske utfordringer. De skal ivareta og beskytte samfunnet mot eventuelle uønskede effekter gjennom nødvendige endringer i lov og forskrift og håndtere etterlevelse av endrede krav gjennom tilsynsmyndighetene.

Statens strålevern under Helse- og omsorgsdepartementet og Miljødirektoratet under Klima- og miljødepartementet ivaretar norsk lovverk knyttet til miljø- og strålevern og skal påse at tiltaket ikke gir uakseptabelt høy risiko for miljø eller helse i dag og i fremtiden. Bak dette ligger behov for å minimere risikoen og konsekvensen av utilsiktede handlinger som uhell, men også tilsiktede ondsinnede handlinger som tyveri, terror eller sabotasje. Konsekvenser vil her kunne være skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og miljøet og forurensning til omgivelser. Å minimere risikoen innebærer å minimere sannsynlighet for og å redusere konsekvenser av eventuelle uønskede hendelser for eksempel gjennom etablert 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 for /D330/. Strålevernet er også tilsynsmyndighet når det gjelder transport av radioaktivt materiale inkludert både sikring mot ulykker som kollisjoner, og sikring mot tilsiktede uønskede hendelser som sabotasje, tyveri eller terror. Det er behov for sikring av anleggene, transport av og endelig destinasjon for avfall eller materiale.

Lokale myndigheter ivaretar lokale hensyn og er for dagens anlegg representert gjennom kommunene Halden, Skedsmo og Aurskog Høland, samt fylkesmennene i Akershus og Østfold. For andre lokaliseringer av nukleære anlegg vil andre kommuner og eventuelt Fylkesmenn bli representanter for lokale myndigheter i en videre prosess.

Fokus for disse aktørene er å sikre god livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene. Dette innebærer på den ene siden å ivareta behov for arbeidsplasser i kommunen med behovet for å minimere risiko for negative miljøeffekter og negative helseeffekter. Det er viktig at innbyggerne opplever anleggene som trygge og at det ikke skapes usikkerhet som følge av mangelfull kommunikasjon. Visuell forurensning, lydforurensning og trafikkbelastning virker inn på livskvalitet i lokalsamfunnene og regulering av nevnte områder for å minimere belastningen skal sikres gjennom overholdelse av reguleringer og nasjonale lover og forskrifter.

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.

Overordnet behov	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
<i>B0 Redusere mengde radioaktivt avfall som generes så mye som mulig</i>	Redusere kostnader ved å redusere mengde avfall som man skal finne en løsning for oppbevaring av radioaktivt avfall.
<i>B1 Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig oppbevaring av radioaktiv avfall</i>	Trygge og sikre anlegg og nabolag under bygging og ved daglig drift. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart.
<i>B2 Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser</i>	Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på ansatte Minimere eksponering til radiologisk stråling Helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer Styringssystem inkludert safety management - trygge og sikre anlegg Beredskap mot uhell og hendelser under bygging av anlegg og ved etterfølgende daglig drift
<i>B3 Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser</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) Sikre informasjon om radioaktivt avfall som skal mottas fra hvem og når. Dette gjelder også avfall fra dekommisjonering (mengder og klassifisering og når mengder skal deponeres/lagres)
<i>B4 Anleggene oppleves som trygge og sikre</i>	Opplevd trygghet omkring anleggene God kommunikasjon og åpenhet God kommunikasjon og åpenhet over tid for å sikre tillit hos lokalbefolkning og lokale myndigheter Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere frykt
<i>B5 Anleggene og transport av radioaktivt materiale skal være forsvarlig sikret</i>	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging Sikre potensielt farlig materiale Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og forskrifter
<i>B7 Klarhet i roller, eierskap, ansvar og organisering i prosessen med oppbevaring av radioaktivt avfall</i>	Klare retningslinjer for eierskap til det radioaktive avfallet må på plass. Videre må det etableres en organisasjon (med tydelige roller og ansvar) som skal håndtere avfallet. Dette er forhold som må avklares før det tas en beslutning om løsning for en forsvarlig oppbevaring av det norske radioaktive avfallet
<i>B8 Klarhet omkring finansiering</i>	Tilgjengelig finansiering ved bygging og i en driftsfase
<i>B9 Tilgang til riktig kompetanse og informasjon</i>	Videreutvikling av lover, forskrifter og standarder ut fra

Overordnet behov	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
<i>B10 Etablere avtaler for behandling/lagring/deponering av brukt brensel</i>	behov for løsninger i fremtiden spesielt rettet mot løsninger for endelig deponering Det er nødvendig å etablere gode relasjoner og samarbeidsprosjekter både lokalt, nasjonalt og med naboland som Sverige og Finland (utviklet løsninger for deponering) Etablere avtaler med andre lands myndigheter dersom valgt løsning innebærer transport av brukt brensel fra Norge for opparbeiding, lagring og/eller deponering
<i>B11 Fleksibel løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden</i>	Fleksibilitet til å endre løsning ved endrede behov
<i>B12 Anleggene og lagret avfall skal være tilgjengelige for inspeksjon</i>	Videreutvikling av metoder for å inspisere brenselet som lagres, og måte å lagre brenselet på som letter inspeksjon
<i>B13 Ivareta kvalitet på nærområder til anleggene</i>	Minimere visuell forurensning Minimere lydforurensning Minimere trafikkbelastning ifm transport av avfall til anlegget og knyttet til daglig drift av anlegget Minimere trafikkbelastning under bygging Livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene Ivareta stedlig kulturell arv og historiske minnesmerker
<i>B14 Verdiskaping som følge av etablert løsning</i>	Verdiskaping som følge av en utvidelse/nyetablering av lager/deponi Næringsutvikling, muligheter for selskap til å sysselsettes med prosjektgjennomføring og drift av anleggene
<i>B15 Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon</i>	Erstatte eventuelle tapte arbeidsplasser og/eller skape nye gi økonomisk kompensasjon for redusert verdi av eiendommer, sosial frykt, tap av friområder o.l.
<i>B16 Teknologisk kompetanseheving</i>	Videreutvikling av metoder for å inspisere brenselet som mellomlagres Forskning og utvikling av løsninger for både kontroll og overvåkning av brukt brensel og for å kunne utvikle en løsning for deponering av brukt brensel og annet langlivet radioaktivt materiale

Samarbeidende og berørt næring

Samarbeidende og berørt næring omfatter fagforeninger, organisasjonen ved radavfallsbehandlingsanlegget på Kjeller (i dag driftet av IFE), andre mottakere av avfall (deriblant Himdalen som i dag driftes av IFE og eies av Statsbygg), grunneiere (IFE og Norske Skog i dag), lokale bedrifter og næringsliv, internasjonale partnere, entreprenører og leverandører, nukleærindustri (i Norge kun representert ved IFE selv) og ikke-nukleær industri.

Fagforeninger fremmer arbeidstakernes behov som er beskrevet under kapittelet om Interessenter som utløser behov og som iverksetter tiltaket.

Avfallsbehandlere inkluderer organisasjonen ved radavfallsanlegget (driftes i dag av IFE) og deponiet og lageret på Himdalen (eies av Statsbygg, driftes av IFE). Disse må sørge for en miljømessig riktig oppbevaring av radioaktivt avfall fra ulike produsenter av avfall som IFE selv, sykehus, Forsvaret,

industri og husholdninger. I tillegg kommer avfall fra en fremtidig dekommisjonering av eksisterende anlegg (gjenvinning, gjenbruk, plasskomprimering mm), som skal håndteres med en minimering av risiko for miljø og helse.

Grunneierne har sine behov knyttet til bruk av arealer som benyttes for de nukleære anleggene. Grunneiere vil også kunne være eiere av arealer som vil bli benyttet for anlegg med en lokalisering utenfor de områder som er benyttet for dagens anlegg i Halden, på Kjeller og i Himdalen. De er opptatt av endringen i verdi for arealer som benyttede direkte og tilstøtende arealer. Miljøparametere som utslipp til luft, vann og jord men også visuell forurensning og radiologisk stråling vil både påvirke bruksmuligheter for arealene og også attraktiviteten og dermed verdien av arealene.

Lokale bedrifter og lokalt næringsliv, entreprenører og leverandører har flere sammenfallende behov. De kan påvirkes positivt med nye inntekter og verdiskaping gjennom økt aktivitet knyttet til etablering av nye anlegg som et nytt lager, og sanering av eksisterende lagre, og det kan oppstå muligheter for virksomheter med sysselsetting i fremtiden.

Ny kunnskap og teknikker kan videreføres til *ikke-nukleærindustrien* gjennom deltakelse i prosjektet og samarbeid.

Nukleærindustrien i Norge representeres ved IFE selv. Internasjonalt er behovene i stor grad behov knyttet til forskningsaktivitet mens driften av reaktorene og løsninger for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt materiale ikke kan relateres til behov hos internasjonale samarbeidspartnere.

Behov	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
<i>B1 Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall</i>	
<i>B2 Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser</i>	Trygge og sikre anlegg og nabolag under bygging og ved daglig drift. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart. Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på ansatte Minimere eksponering til radiologisk stråling Benytte anerkjent, velprøvd og den beste tilgjengelige teknologi Styringssystem inkludert safety management - trygge og sikre anlegg Beredskap mot uhell og hendelser under bygging av anlegg og ved etterfølgende daglig drift
<i>B3 Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser</i>	Ingen utslipp til luft Ingen utslipp til vann Ingen utslipp til jord Sikre informasjon om radioaktivt avfall som skal mottas fra hvem og når. Dette gjelder også avfall fra dekommisjonering.
<i>B4 Anleggene oppleves som trygge og sikre</i>	God kommunikasjon og åpenhet Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere frykt
<i>B5 Anleggene og transport av radioaktivt materiale skal være forsvarlig sikret</i>	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging Sikre potensielt farlig materiale
<i>B6 Effektiv bruk av anlegg og arealer</i>	Optimere nytteeffekter ved etablering av lager/deponi Endret (redusert) verdi av tomtearealer Gjenbruk av eksisterende anlegg kan være relevant ved

Behov	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
	utvidelse av Kjeller/Halden/Himdalen
	Optimalisere driften ved innplassering av nye anlegg på eksisterende arealer eller ved opprettelse av nye anlegg på nye tomter
	Optimalisere drift av anlegg (implementere nytt anlegg på en måte som sikrer optimalisert drift)
<i>B7 Klarhet i roller, eierskap, ansvar og organisering i prosessen med oppbevaring av radioaktivt avfall</i>	Klare retningslinjer for eierskap til det radioaktive avfallet må på plass. Videre må det etableres en organisasjon (med tydelige roller og ansvar) som skal håndtere avfallet. Dette er forhold som må avklares før det tas en beslutning om løsning for en forsvarlig oppbevaring av det norske radioaktive avfallet
<i>B8 Klarhet omkring finansiering</i>	Tilgjengelig finansiering ved bygging og i en driftsfase
<i>B9 Tilgang til riktig kompetanse og informasjon</i>	Beholde relevant kompetanse og nøkkelpersoner under planlegging og bygging av anlegg(ene) og for drift av anleggene
	Rett kompetanse for planlegging, bygging og drift av et anlegg for lagring/deponering av radioaktivt avfall (behov for ekstern ekspertise)
	Videreutvikling av lover, forskrifter og standarder ut fra behov for løsninger i fremtiden spesielt rettet mot løsninger for endelig deponering
<i>B10 Etablere avtaler for behandling/lagring/deponering av brukt brensel</i>	Det er nødvendig å etablere gode relasjoner og samarbeidsprosjekter både lokalt, nasjonalt og med naboland som Sverige og Finland (utviklet løsninger for deponering)
	Etablere avtaler med andre lands myndigheter dersom valgt løsning innebærer transport av brukt brensel fra Norge for opparbeiding, lagring og/eller deponering
<i>B11 Fleksibel løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden</i>	Fleksibilitet til å endre løsning ved endrede behov
<i>B12 Anleggene og lagret avfall skal være tilgjengelige for inspeksjon</i>	Videreutvikling av metoder for å inspisere brenselet som lagres, og måte å lagre brenselet på som letter inspeksjon
<i>B13 Ivareta kvalitet på nærområder til anleggene</i>	Minimere visuell forurensning
	Livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene.
<i>B14 Verdiskaping som følge av etablert løsning</i>	Verdiskaping som følge av en utvidelse/nyetablering av lager/deponi
	Næringsutvikling, muligheter for selskap til å sysselsettes med prosjektgjennomføring og drift av anleggene
<i>B16 Teknologisk kompetanseheving</i>	Dele kunnskap og teknikker med ikke-nukleære virksomheter
	Forskning og utvikling av løsninger for både kontroll og overvåkning av lagret brukt brensel og for å kunne utvikle en løsning for deponering av brukt brensel og annet langlivet radioaktivt materiale

Lokal- og storsamfunnet

Lokal- og storsamfunnet er en sammensatt gruppe men flere av disse har behov som er rimelig sammenfallende. Felles for tredjeparter som kan påvirkes av tiltaket er behov knyttet til trygghet og sikkerhet omkring anleggene og i nabolaget inkludert minimering av strålingsfare 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 i området kan også påvirkes økonomisk gjennom bedre eller dårligere opplevd trygghet i nærområdet.

Fremtidige generasjoner forventes å ha behov som er like de vi har i dag. I tillegg representerer kommende generasjoner behov knyttet til bio-mangfold og ivaretagelse av flora og fauna. De valg man treffer i dag vil kunne båndlegge arealer i all overskuelig fremtid og låse mulighetsrommet for fremtidige generasjoner. En fleksibel løsning vil i så fall være å foretrekke for denne interessentgruppen.

NGOer, miljøorganisasjoner og pressgrupper er stemmene til allmennheten generelt og fremtidige generasjoner. Naturvernerne representerer i utgangspunktet sine medlemmer, men taler i en del tilfeller både befolkningens, naboenes, anleggseiernes og fremtidige generasjoners sak. Som innspill til analysen har Natur og Ungdom og Greenpeace vært tydelige på at brukt brensel som er lagret i Norge også skal deponeres i Norge og at de er imot reprosessering av det ustabile metalliske brukte brensel på grunn av konsekvenser denne prosessen har for miljøet og av politisk art mht. nedrustning og risiko for at radioaktivt materiale kan komme på avveie. Spesielt vises det til /D016/ at det lagres store mengder plutonium bl.a. ved reprosesseringsanlegget Le Hague i Frankrike som er det anlegget som det vil være mest nærliggende å sende norsk brukt brensel til ved reprosessering.

Forskningsinstitusjoner og universiteter har behov for aktiviteter innen forskning og utvikling. Utvikling av en løsning for et nasjonalt deponi for brukt brensel og annet langlivet radioaktivt materiale vil være en styrking av enkelte institusjoners aktivitet.

Arkeologer, historikere, museer, arkiver vil ha behov for å ivareta nye områder som måtte bli berørt av et nytt lager eller deponi dersom områdene har historisk og arkeologisk interesse og ønskes bevart. Det er så langt ikke registrert noen innspill fra denne interessentgruppen når det gjelder foreslåtte lokaliseringer av et nytt mellomlager i NOU 2011:2 /D048/ men det må antas å være gjeldende behov for denne interessentgruppen. Behov knyttet til den historiske verdien av de eksisterende anlegg på Kjeller og i Halden og virksomheten vil kun være aktuelt for KVVU for fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge.

Behov	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
<i>B0 Redusere mengde radioaktivt avfall som generes så mye som mulig.</i>	Redusere kostnader ved å redusere mengde avfall som man skal finne en løsning for oppbevaring av radioaktivt avfall
<i>B1 Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig oppbevaring av radioaktivt avfall</i>	
<i>B2 Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser</i>	Trygge og sikre anlegg og nabolag under bygging og ved daglig drift. Ingen helseskadelige effekter på tredjepart. Trygge arbeidsforhold - ingen helseskadelige effekter på ansatte Minimere eksponering til radiologisk stråling

Behov	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
<i>B3 Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser</i>	Helhetlig planlegging av området og helsetiltak for eventuelle radiologiske utfordringer Benytte anerkjent, velprøvd og den beste tilgjengelige teknologi Styringssystem inkludert safety management - trygge og sikre anlegg Beredskap mot uhell og hendelser under bygging av anlegg og ved etterfølgende daglig drift 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>B4 Anleggene oppleves som trygge og sikre</i>	Opplevd trygghet omkring anleggene God kommunikasjon og åpenhet over tid for å sikre tillit hos lokalbefolkning og lokale myndigheter God kommunikasjon og åpenhet over tid for å sikre tillit hos lokalbefolkning og lokale myndigheter
<i>B5 Anleggene og transport av radioaktivt materiale skal være forsvarlig sikret</i>	Sikre anlegget mot tyveri eller uønsket inntrenging Sikre potensielt farlig materiale Overholdelse av reguleringer samt nasjonale lover og forskrifter
<i>B6 Effektiv bruk av anlegg og arealer</i>	Endret (reduisert) verdi av tomtearealer Optimalisere drift av anlegg (implementere nytt anlegg på en måte som sikrer optimalisert drift)
<i>B7 Klarhet i roller, eierskap, ansvar og organisering i prosessen med oppbevaring av radioaktivt avfall</i>	Klare retningslinjer for eierskap til det radioaktive avfallet må på plass. Videre må det etableres en organisasjon (med tydelige roller og ansvar) som skal håndtere avfallet. Dette er forhold som må avklares før det tas en beslutning om løsning for en forsvarlig oppbevaring av det norske radioaktive avfallet.
<i>B9 Tilgang til riktig kompetanse og informasjon</i>	Videreutvikling av lover, forskrifter og standarder ut fra behov for løsninger i fremtiden spesielt rettet mot løsninger for endelig deponering
<i>B11 Fleksibel løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden</i>	Fleksibilitet til å endre løsning ved endrede behov
<i>13 Ivareta kvalitet på nærområder til anleggene</i>	Minimere visuell forurensning Minimere lydforurensning Minimere trafikkbelastning ifm transport av avfall til anlegget og knyttet til daglig drift av anlegget Minimere trafikkbelastning under bygging Livskvalitet i lokalsamfunnene omkring anleggene. Ivareta stedlig kulturell arv og historiske minnesmerker
<i>B14 Verdiskaping som følge av etablert løsning</i>	Verdiskaping som følge av en utvidelse/nyetablering av lager/deponi Næringsutvikling, muligheter for selskap til å sysselsettes med prosjektgjennomføring og drift av anleggene

Behov	«Areas of concern» og innspill fra interessenter
<i>B15 Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon</i>	Erstatte eventuelle tapte arbeidsplasser og/eller skape nye gi økonomisk kompensasjon for redusert verdi av eiendommer, sosial frykt, tap av friområder o.l.
<i>Teknologisk kompetanseheving</i>	Videreutvikling av metoder for å innsipere brensel som mellomlagres Forskning og utvikling av løsninger for både kontroll og overvåkning av brukt brensel og for å kunne utvikle en løsning for deponering av brukt brensel og annet langlivet radioaktivt materiale

Oppsummering av behov basert på Interessentbasert metode

Det er identifisert en rekke behov gjennom interessentanalysen. Interessentanalysen baserer seg på en vurdering av generelle og spesielle behov som er identifisert i IAEAs rapport /D137/, tidligere gjennomførte interessentanalyser gjennom innspill til tidligere NOU 2011:2 Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og annet mellomaktivt avfall /D048/ (Strandenutvalget), og til en interessentanalyse som er gjennomført i forbindelse med denne KVV. Det er funnet følgende overordnede behov:

Tilstrekkelig kapasitet i rett tid for forsvarlig oppbevaring av radioaktiv avfall.

Det er behov for tilstrekkelig kapasitet for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Kapasiteten må være på plass i rett tid der det tas hensyn til hvor lang tid prosesser for å få etablert løsningen vil ta. Med *oppbevaring* menes her enten lagring eller deponering eller begge deler. Med forsvarlig menes at sikkerheten for miljø og helse er ivarettatt til et samfunnsmessig akseptabelt nivå med de løsninger (fysiske anlegg, infrastruktur bemanning og kompetanse), samtidig som kostnadene for valgt løsning står i forhold til den samfunnsmessige nytten. Her legges ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prinsippet til grunn. Radioaktivt avfall omfatter alt deponeringspliktig radioaktivt avfall etter avfallsforskriften. Unntaket for denne KVV er TENORM avfall fra olje- og gassvirksomhet der det er en etablert løsning som har tilstrekkelig kapasitet.

Redusere mengde radioaktivt avfall som generes så mye som mulig

Enkelte interessenter som f.eks. Bellona og Natur og ungdom ser behov for å stenge ned Halden-reaktoren /D468/ og andre har også gitt uttrykk for behovet for å legge ned begge IFEs forskningsreaktorer. En nedstengning av begge reaktorene vil føre til at nytt brukt brensel og annet radioaktivt avfall genereres som følge av aktivitetene ved IFEs anlegg opphører. Bruk av radioaktive kilder må også ses på for å vurdere om det er tiltak som kan iverksettes for å redusere annet radioaktivt avfall som genereres av andre enn IFE. For å sikre at prinsippet om «forurensar betaler» vil en viktig forutsetning være et regime der avgifter er relatert til mengde og type avfall som genereres for å sikre incentiver til å begrense mengde avfall som blir generert. Behov er i første rekke knyttet opp til finansierende parter, ansvarlige myndigheter, berørte lokalsamfunn og storsamfunnet.

Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser

Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at det sikrer et akseptabelt nivå av beskyttelse for menneskelig helse. Beskyttelsen på menneskers helse også skal gjelde ut over det enkelte lands grenser, og det må tas hensyn til virkninger dette kan ha for kommende generasjoners helse. Dette behovet er relevant for alle interessentgrupper.

Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser

Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at miljøet er tilstrekkelig beskyttet. Beskyttelsen av miljøet også skal gjelde ut over det enkelte lands grenser, og det må tas hensyn til virkninger som berører kommende generasjoner sett i et miljøperspektiv. Dette behovet er relevant for alle interessentgrupper.

Anleggene oppleves som trygge og sikre

Bevare tillit i befolkningen og lokalsamfunn. Redusere et eventuelt misforhold mellom opplevet risiko og reell risiko. Det er et stort behov for informasjon om radioaktiv stråling og mulige skadevirkninger på menneskers helse og miljø og der risiko forklares på en måte som er forståelig og at det er mulig å kunne sammenligne denne type risiko med risiko innen andre næringer og sektorer i samfunnet. Behovet er spesielt knyttet til lokalsamfunn og storsamfunn, men behovet er relevant for alle interessentgrupper.

Ivareta kvalitet på nærområder til anleggene

Dekker behov for fortsatt kvalitet av nærområdene etter en utvidelse av et anlegg eller etablering av et nukleært på et nytt sted. Dagens kvalitet på landbruk, jakt, fiske, rekreasjon, turisme, boligpriser, lokalt næringsliv, kultur, eventuelle lokale minnesmerker eller historiske steder skal ikke forringes ved utvidelsen eller nyetableringen. Behov er spesielt knyttet opp mot myndigheter, lokalsamfunnet, lokalt næringsliv, NGOer og fremtidige generasjoner.

Anleggene og transport av radioaktivt materiale er forsvarlig sikret mot sabotasje, terror og tyveri.

Forsvarlig sikring av transport og anlegg mot sabotasje, terror og tyveri omfatter fysisk sikring og vakt og andre organisatoriske tiltak. Behov er knyttet spesielt til tilsynsmyndigheter, eiere av anleggene og ledelse og ansatte ved anleggene.

Klarhet i roller, ansvar og organisering i prosessen med oppbevaring av radioaktivt avfall

Behovet er meddelt fra IFE, Strålevernet og NFD og er viktig for å sikre en forutsigbar prosess med oppbevaring av radioaktivt avfall. Det er av IFE etterlyst et statlig avfallsselskap som vil være en eier av anlegg for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall. Dette vil være en organisasjon som er en av tre organisasjoner der IFE (som operatør av forskningsreaktorer) og Strålevernet (som tilsynsmyndighet) er den andre. En klargjøring av eierskap til avfallet i et livsperspektiv er en viktig forutsetning for å få prinsippet om «forurensers betaler» til å fungere i praksis, men da må eierskapet også kunne spores ved lagring og deponering.

Anleggene og radioaktivt avfall som oppbevares skal være tilgjengelig for inspeksjon

Identifisert som et behov for interessentgruppen «Tilsynsmyndighet» og omfatter både Statens strålevern og IAEA.

Effektiv bruk av anlegg og arealer

Det er behov for en løsning som gir en sikker og effektiv logistikk for transport av brukt brensel fra reaktor til et eventuelt lager og videre til et sluttdeponi. Det er også behov for god logistikk mellom eksisterende og nye anlegg inkludert intern og ekstern transport. Sikkerheten ved anleggene for oppbevaring og ivaretagelse av radioaktivt avfall skal være tilstrekkelig ivare tatt i anleggenes totale levetid.

Fleksibel løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden

Det er behov for fleksibilitet i de løsninger som velges da handlingsrommet ikke må lukkes ved mulige endringer i behov i fremtiden. Dette gjelder både mengde av type radioaktivt avfall som man i dag kjenner til, men også nye typer radioaktivt avfall og mengder av dette som kan komme i fremtiden.

Løsningene bør være fleksible mht. til å kunne lagre eller deponere ulike typer av radioaktivt avfall og en inndeling av oppbevaringsfasilitetene som gjør det mulig å håndtere flere ulike kategorier avfall.

Klarhet omkring finansiering

Behov spesielt meddelt fra IFE og Staten v/ NFD. Dette henger sammen med organisering av regimet for oppbevaring av radioaktivt avfall i Norge. Finansieringsmodell vil gjelde både etablering og drift av løsning.

Tilgang til riktig kompetanse og informasjon

Relateres til behovet for kompetanse i tid som en forutsetning for at gjennomføringen av de ulike alternativer skal være realistiske. Enkelte av alternativene innebærer aktiviteter i et langsiktig perspektiv (mer enn 20 år) og da må det være tilgang på kompetent personell for å gjennomføre disse. Behovet vil i første rekke gjelde IFE, Strålevernet og et eventuelt statlig opprettet avfallsselskap.

Etablere avtaler for behandling/lagring/deponering av brukt brensel

Det er en forutsetning for at de enkelte alternativer skal være realistiske at det kommer på plass avtaler mellom de som skal gjennomføre tiltaket og de interessenter som blir berørte. Dette gjelder både en vertskommune for et eksisterende anlegg ved en utvidelse, eller en ny lokalisering. Videre vil det være behov for en avtale mellom den norske stat og myndigheter i et annet land dersom det tas sikte på å finne internasjonale løsninger for oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall.

Verdiskaping som følge av etablert løsning

Det er et behov for å sikre verdiskaping ved en etablering av et nukleært anlegg. Antall nye arbeidsplasser er begrenset for den type anlegg som denne KVV dekker og det er sannsynlig at det vil komme krav om tiltak for å sikre verdiskaping for å oppveie negative ulemper ved en etablering av et nukleært anlegg. Dette vil også måtte påregnes ved videreføring og mulig utvidelse av eksisterende anlegg. Dette er basert på erfaringer fra høringsrundene og fra erfaringer med tilsvarende prosesser om deponiløsning i Sverige (selv om dette har vært i en helt annen målestokk). Behovet er spesielt knyttet til vertskommuner og lokalt næringsliv.

Sosiale behov - arbeidsplasser og forutsigbarhet omkring fremtidig situasjon

En endring i lokalisering av oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall vil kunne påvirke eksisterende arbeidsplasser. Det er behov for at det er en forutsigbarhet knyttet til eksisterende og eventuelt nye arbeidsplasser for å sikre at nødvendig kompetanse bibeholdes og eventuelt styrkes ut fra behovet for kompetanse valgt løsning krever. Ved valg av løsning er dette forhold som må vurderes og begrunnelser for valg må gis. Behovet vil i første rekke gjelde ansatte hos IFE, Strålevernet og for ansatte i et eventuelt statlig opprettet avfallsselskap.

Teknologisk kompetanseheving

Dersom løsninger som representerer behov for ny teknologi for lagring og/eller deponering velges, vil en viktig forutsetning for å lykkes være at det skjer en nødvendig rekruttering til forsknings- og utviklingsmiljøer som skal være sentrale i arbeidet med å finne sikre og varige løsninger. Behovet vil være gjeldende for staten og de institusjoner som vil få et sentralt ansvar i dette arbeidet.

Normativ metode

Ved kartleggingen av behov der det anvendes en normativ metode så skal det tas utgangspunktet i politiske vedtatte målsetninger der disse beskriver behovsdekningen på en presis måte. Behovsanalysen vil se på en underdekning på det aktuelle området i forhold til normene der det påpekes hvilke behov som er de mest prekære.

Til sammenligning med sektorer som helse, infrastruktur (veg, jernbane mv) er det ikke etablerte nasjonale normer eller normtall for nukleær sektor, og derfor er det også vanskelig å synliggjøre en mulig underdekning av behov når man sammenligner dagens situasjon med hva som bør være en ønsket tilstand ut fra et nasjonalt normativt perspektiv. Derfor er behovskartleggingen etter en normativ metode i stor grad basert på hva som er normen internasjonalt ut fra IAEAs standarder og anbefalinger samt situasjonen i europeiske land som det er aktuelt å sammenligne Norge med. Med sammenligning i denne sammenheng tenkes det ut over å løse problemet med oppbevaring av brukt brensel. Det ses på prioriteringer av dette området med å finne løsninger på det nukleære området sammenlignet med andre samfunnsinvesteringer i disse landene.

Innen det nukleære området er det en rekke internasjonale avtaler og konvensjoner (primært gjennom det internasjonale atomenergibyrået IAEA) som er gjort gjeldende og som Norge har ratifisert. IAEA har også en rekke standarder, anbefalinger og prinsipper for design og drift av atomanlegg, og behandling av radioaktivt materiale. Den nukleære virksomheten i Norge er av begrenset omfang, og investeringene har vært lave sammenlignet med investeringer innen andre sektorer i samfunnet. Investeringene er også betydelig lavere innen det nukleære området sammenlignet med Sverige og Finland. Begge land har kommersiell kjernekraft og mengde brukt brensel er i en helt annen størrelsesorden sammenlignet med situasjonen i Norge. I både Sverige og Finland har man i lengre tid arbeidet med å finne løsninger for et deponi for brukt brensel. I Sverige startet dette arbeidet opp på midten av 1970-tallet og våren 2011 søkte SKB svenske myndigheter om å få bygge et deponi i undergrunnen ved Forsmark og et anlegg for innkapsling i Oskarshamn. Det er investert betydelige midler i forskning og utvikling over flere tiår for å komme frem til den løsningen som nå skal etableres.

Det nukleære området er et typisk område der behovet for en løsning identifiseres i fagmiljøet, og ikke er et resultat av et behov som er reflektert over og som springer ut av befolkningen generelt, i et eget geografisk område eller i en befolkningsgruppe. Etableringen av et lager eller deponi for radioaktivt avfall er mer å betrakte som et problem og en uønsket etablering – ikke som et behov og en ønsket etablering i befolkningen. Dette gjelder spesielt blant innbyggerne på det stedet et slikt anlegg planlegges bygget. Holdningene vil typisk være – «vi forstår at en løsning må på plass» men «not in my back yard».

Kommunikasjon av reell risiko knyttet til et nukleært anlegg, enten det er en reaktor, et lager for brukt brensel, deponi for brukt brensel eller et deponi for annet radioaktivt avfall, er en stor utfordring. Opplevd risiko vil som regel være langt høyere enn den reelle risiko. Dette vil således være et område der informasjonsarbeid og dialog med berørte parter vil være særdeles viktig og der det bør søkes minnelige løsninger. Det vises i dette tilfellet til prosessen som har vært gjennomført i Sverige med valg av lokalisering av deponi for brukt brensel. Denne prosessen er en prosess til etterfølgelse og har høstet stor anerkjennelse internasjonalt. Den er preget av frivillighet og samarbeid. Den fremforhandlede løsning med vertskommunene Forsmark og Oskarshamn inneholder også elementer av økonomisk kompensasjon i form av fellesprosjekter men utbygging av infrastruktur og fasiliteter som både kommer SKB og vertskommunene til gode. I tillegg vil også anleggenes størrelse representere et betydelig antall arbeidsplasser som gjør etableringen attraktiv for en vertskommune, som i tillegg er vant med nukleær industri i forveien da det i begge kommuner er etablerte kjernekraftanlegg.

To viktige hovedprinsipper eller normer som gjelder på området er;

- Forurensner betaler
- Hvert land skal ta hånd om sitt eget avfall

Forurensner betaler

Dette er et prinsipp som kan gjøres gjeldende i nasjonalt og internasjonalt lovverk. Prinsippet 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. Prinsippet har i seinere år fått vid utbredelse blant annet i OECD og EU, og i regionale og internasjonale konvensjoner og traktater.

Etter det vi kjenner til er ikke IFE i dag pålagt en avgift for nytt brensel til reaktordriften som kan sikre at oppbevaringen av avfallet (brukt brensel) i etterkant kan håndteres med lagring og senere deponering. Det er derfor ikke avsatt midler for dette for å kunne håndtere den mengde brukt brensel som per i dag ligger lagret. Det er heller ikke gjeldende noe avgiftssystem for import og bruk av brensel til reaktordrift i dag som sikrer avsetning av midler for fremtidig avfall fra reaktorene. IFE vil være avhengig av at staten bidrar med midler for en videre oppbevaring av brukt brensel fra reaktorene gitt dagens situasjon.

Når det gjelder KLDRA i Himdalen kreves det heller ikke inn noen avgift for avfallet som deponeres, verken fra IFE eller andre brukere. Behandlingen i forkant av deponeringen blir belastet den enkelte bruker.

Fra regjeringen.no:

Forurensneren betaler prinsippet synliggjør de reelle kostnadene ved en virksomhet, og gir samtidig incentiver til avfallsminimering. Dette er i henhold til Forurensningsloven som er gjort gjeldende for radioaktivt avfall, inkludert brukt brensel, fra 1.1.2011 (jf. kapittel 6.1). Forurensneren betaler prinsippet bidrar til at den enkelte virksomhet stimuleres til å vurdere produksjonsnivå, -satsningsområder og produksjonsmåter slik at virksomheten samlet sett genererer størst mulig nytte i forhold til miljøbelastningen. I tillegg bidrar forurensneren betaler prinsippet til at det ikke legges utilbørlige økonomiske byrder på fremtidige generasjoner ved at virksomheter som generer avfall pålegges å gjøre avsetninger som tilsvarer kostnadene ved å forvalte avfallet på kort og lang sikt.

I en rekke andre land er det lagt til grunn et prinsipp at det skal være sporbarhet i et radioaktivt materiales livsløp. Dette gjelder hele veien fra anskaffelse, bruk av materiale og til avhending gjennom lagring eller deponering. Det skal være mulig å peke på en eier av det radioaktive materialet i hele dette livsløpet. Dette er ikke situasjonen i Norge. Et eksempel på dette er at radioaktivt materiale som leveres inn til radavfallsanlegget til IFE på Kjeller blandes sammen i tønner der det blandes avfall fra flere eiere i samme tønne. Dette er ikke tillatt f.eks. i Sverige da dette ikke gjør det mulig å spore avfallet tilbake til en eier i hele livsløpet.

Det er heller ikke et avgifts-regime som gjør at det er incitament for å redusere mengden radioaktivt avfall som genereres.

Prinsippet om «forurensner betaler» er således ikke fungerende i Norge innenfor det nukleære området gitt den ordningen som er gjeldende i dag. Dette skyldes både at det ikke er mulig å spore tilbake til hvem som er eier av avfallet i hele livssyklusen, og at det ikke er virkemidler som begrenser avfallsmengden som genereres.

Hvert land skal ta hånd om sitt eget avfall

Fra regjeringen.no

Statens ansvar for forvaltning innen radioaktivt avfall blir blant annet beskrevet i en fersk sikkerhetsstandard for brukt brensel (IAEA, 2009, Artikkel 3.5):

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

Internasjonale normer

Det er tatt utgangspunkt i IAEAs Safety Standards, Safety Series No.111-S-1 «Establishing a National System for Radioactive Waste Management» fra 1995 for å knytte disse prinsippene opp mot normer innenfor det aktuelle området der en løsning ønskes funnet. I tabellen nedenfor er prinsippene fra IAEA gjengitt der det er knyttet kommentarer til om det er forhold som ikke er dekket av nasjonal lovgivning, og som vil kunne henføres til normer som det bør tas hensyn til i valg av løsning.

Prinsipp	Kommentar
1 Beskyttelse av menneskers helse Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at det sikrer et akseptabelt nivå av beskyttelse for menneskelig helse.	Skal være sikret gjennom nasjonal lovgivning basert på internasjonale standarder innen området.
2 Beskyttelse av miljøet Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at miljøet er tilstrekkelig beskyttet.	Skal være sikret gjennom nasjonal lovgivning basert på internasjonale standarder innen området.
3 Beskyttelse utover nasjonale landegrenser Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at mulige effekter for menneskers helse og miljøet utover landegrenser er inkludert i vurderingene.	Skal være sikret gjennom nasjonal lovgivning basert på internasjonale standarder innen området.
4 Beskyttelse av kommende generasjoner Radioaktivt avfall skal tas hånd om slik at antatt innvirkning på kommende generasjoners helse ikke skal være større enn relevante nivåer av innvirkning som er akseptable i dag.	Prinsipp som vil være et kriterie for valg av løsning. Her vil tid knyttet til løsning være sentralt – fra en ytterlighet med «vente og se prinsippet» til den andre ytterlighet med et tidlig valg av løsning for og etablering av et deponi. I tillegg kommer det et normativt krav om at man med den løsningen som velges skal være tilstrekkelig trygg på at den negative innvirkningen fra avfallet ikke blir større enn det er i dag.

Prinsipp	Kommentar
5 Byrder på fremtidige generasjoner Radioaktivt avfall skal tas hånd om slik at det ikke legges utilbørlige byrder på fremtidige generasjoner.	Som ovenfor i prinsipp 4.
6 Nasjonalt rammeverk av lover Radioaktivt avfall skal tas hånd om innenfor et hensiktsmessig nasjonalt rammeverk av lover som inkluderer klare ansvarsfordelinger og etablering av uavhengige myndighetsfunksjoner.	Skal være sikret gjennom nasjonal lovgivning basert på internasjonale standarder innen området.
7 Kontroll av produksjon av radioaktivt avfall Det skal produseres så lite radioaktivt avfall som praktisk mulig.	Relevant prinsipp for organisering av et eget avfallsselskap der prinsippet om at «forurensere betaler» gjøres gjeldende. I dag har ikke IFE spesielle intensiver for å redusere mengde avfall som produseres.
8 Sammenheng mellom produksjon og håndtering av radioaktivt avfall Sammenhengen mellom alle ledd i produksjon og håndtering av radioaktivt avfall må tas hensyn til.	Det som er relevant for dette prinsippet i KVV er logistikk-løsning for transport av brukt brensel fra reaktor til et evt. lager og videre til et sluttdeponi. Normen internasjonalt vil være å redusere antall km transport per tonn radioaktivt avfall for å redusere risiko knyttet til ulykker ved transport.
9 Anleggenes sikkerhet Sikkerheten til anlegg for håndtering og ivaretagelse av radioaktivt avfall skal være tilstrekkelig ivarettatt i anleggenes totale levetid.	Skal være sikret internasjonale standarder innen området som gir føringer for nødvendig levetid av ulike typer av nukleære anlegg. Antatt norm vil være at det bygges tilstrekkelig slakk i levetid for et anlegg for å sikre et akseptabelt sikkerhetsnivå frem til anlegget dekommisjoneres og som evt. skal erstattes av et nytt anlegg.

Behov avledet ved bruk av normativ metode

Det er identifisert en del behov gjennom bruk av normativ metode. I mangel av spesielle nasjonale normer på dette området er behovene funnet gjennom internasjonale normer som er identifisert og presentert av det internasjonale atomenergibyrået (IAEA). Dette er også normer og prinsipper som Norge har sluttet seg til og som danner et viktig fundament for nasjonal lovgivning på dette området. Det er funnet følgende overordnede behov:

Risikonivået for skadelige virkninger av stråling på menneskers helse er innenfor akseptable grenser er avledet av IAEAs prinsipp 1 om Beskyttelse av menneskers helse. Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at det sikrer et akseptabelt nivå av beskyttelse for menneskelig helse. I tillegg så skal IAEAs prinsipp 3 om at beskyttelsen på menneskers helse også skal gjelde ut over det enkelte lands grenser. Videre skal også IAEAs prinsipp 4 og 5 som berører kommende generasjoner sett i et perspektiv som omhandler menneskers helse.

Risikonivået for skadelige virkninger på miljøet er innenfor akseptable grenser

er avledet av IAEAs prinsipp 2 om Beskyttelse av miljøet. Radioaktivt avfall skal tas hånd om på en slik måte at miljøet er tilstrekkelig beskyttet. I tillegg så skal IAEAs prinsipp 3 om at beskyttelsen av miljøet også skal gjelde ut over det enkelte lands grenser. Videre skal også IAEAs prinsipp 4 og 5 som berører kommende generasjoner sett i et miljøperspektiv.

Klarhet i roller, ansvar og organisering i prosessen med oppbevaring av radioaktivt avfall

er avledet av IAEAs prinsipp 6 om nasjonalt rammeverk av lover. Radioaktivt avfall skal tas hånd om innenfor et hensiktsmessig nasjonalt rammeverk av lover som inkluderer klare ansvarsfordelinger og etablering av uavhengige myndighetsfunksjoner. Dette innebærer også at det er klarhet i hvem som har ansvaret for det radioaktive avfallet i hele livsløpet for avfallet.

Effektiv bruk av anlegg og arealer

er avledet av IAEAs prinsipp 8 om sammenheng mellom produksjon og håndtering av radioaktivt avfall. Det fremheves at sammenhengen mellom alle ledd i produksjon og håndtering av radioaktivt avfall må tas hensyn til. Det må etableres en løsning som gir en sikker og effektiv logistikk for transport av brukt brensel fra reaktor til et evt. lager og videre til et sluttdeponi. Normen internasjonalt vil være å redusere antall km transport per tonn radioaktivt avfall for å redusere risiko knyttet til ulykker ved transport. Behovet er også avledet av IAEAs prinsipp 9 om anleggenes sikkerhet. Sikkerheten til anlegg for oppbevaring og ivaretagelse av radioaktivt avfall skal være tilstrekkelig ivaretatt i anleggenes totale levetid.

Fleksibel løsning som ikke låser handlingsrommet i fremtiden

er avledet av IAEA prinsipp 5 om ikke å legge byrder på fremtidige generasjoner. Løsningene som utformes må være fleksible til en grad som ikke medfører at handlingsrommet låses i fremtiden og at negative følger av dette kan oppstå.

Anleggene og transport av radioaktivt materiale er forsvarlig sikret mot sabotasje, terror og tyveri.

er avledet av IAEAs prinsipp 9 om anleggenes sikkerhet. Sikkerheten til anlegg for oppbevaring og ivaretagelse av radioaktivt avfall skal være tilstrekkelig ivaretatt i anleggenes totale levetid.

Klarhet omkring finansiering

er avledet av det overordnede internasjonale prinsippet om at forurensere betaler som er omtalt ovenfor. Videre har IAEAs prinsipp 6 om et nasjonalt rammeverk av lover relevans spesielt når det gjelder at alle aktører i livsløpet for radioaktivt materiale og deres rolle, ansvar og finansielle rammebetingelser som er gjeldende for hver av disse fra bruk til endelig oppbevaring av det radioaktive avfallet.

Nasjonale lover og forskrifter

Formålet med lover og forskrifter på dette området er å sikre helse, miljø og sikkerhet for samfunnet ved håndtering, transport og lagring av radioaktivt materiale. På den måten er gjeldende lovverk til for å beskytte samfunnet og skal således ivareta alle interessenter. Nasjonale lover og forskrifter setter krav som er relevante for etablering og drift av et lager eller etablering av et deponi for radioaktivt avfall.

Sentrale lover knyttet til etablering og drift av et lager eller deponi vil være;

- Atomenergiloven
- Strålevernloven
- Forurensningsloven
- Plan- og bygningsloven
- Arbeidsmiljøloven
- Brann- og eksplosjonsvernloven

Atomvirksomhet er regulert i Atomenergiloven og bruk av stråling i Strålevernloven. Ved etablering av et lager/deponi vil det også være andre viktige hensyn å ta; mot allmenheten, arbeidstakere og miljø. Andre viktige lovverk er derfor Forurensingsloven, Plan- og bygningsloven, Arbeidsmiljøloven og Brann- og eksplosjonsvernloven. Sikkerhetslovens generelle bestemmelser er for den nukleære sektor dekket gjennom Atomenergiloven med underliggende forskrift.

Ut ifra lovenes hensikt er det definert mulige behov ved etablering av et lager eller deponi for radioaktivt avfall. I det neste beskrives kort de overordnede behov som er blitt identifisert og hvilke lover og forskrifter som støtter opp under disse.

Minimere risikoen for og konsekvenser av uhell og tilsiktede uønskede hendelser

Ved etablering og drift av et lager eller deponi, vil det være behov for å sikre anleggene og transporten av radioaktivt materiale til og fra anleggene mot uhell og vilde uønskede hendelser. Med uhell menes ulykker som er enten er forårsaket av naturen (brann, jordskjelv, lynnedslag mv) eller utilsiktet av mennesker (brann, kollisjoner, personskader mv). Med tilsiktede uønskede hendelser menes tilsiktede uønskede aksjoner rettet mot anleggene som har til hensikt å stjele informasjon (spionasje), stjele radioaktivt materiale eller andre skjermingsverdige objekter (tyveri), sabotere anlegget eller en terrorhandling. Atomenergiloven, Sikkerhetsloven, Arbeidsmiljøloven og Brann- og eksplosjonsvernloven gir føringer på dette område.

Atomenergiloven (LOV-1972-05-12-28)

Lovens relevans til etablering og drift av et lager eller deponi for radioaktivt avfall er at denne type anlegg faller inn under betegnelsen «atomanlegg» og således omfattes av loven. Loven stiller krav om konsesjon for eierskap og drift av atomanlegg (§ 4) og derigjennom stilles det krav til søknad om etablering av et slikt anlegg (§ 7) og det er i loven gitt vilkår for konsesjon (§ 8). Loven definerer også ansvar ved ulykke (§ 21), plikt til å sikre mot skade (§ 15), og ansvar ved transporter (§ 21). Videre dekker loven også bestemmelser vedrørende tilsyn med drift og adgang til inspeksjoner (§ 14)

Statens strålevern behandler søknader om konsesjon og fører forvaltning og tilsyn, overvåkning og målinger innen strålevern og atomsikkerhet (§§ 10 og 13). Anlegget vil være underlagt safeguards, (§ 51), og brukt brensel plikter å være under safeguards til evig tid, mens eventuelt reprosesseringsavfall unntas fra safeguards.

Relevante forskrifter under atomenergiloven knyttet opp mot behovet for å minimere risikoen for og konsekvenser av uhell og tilsiktede uønskede hendelser vil være forskrift om fysisk beskyttelse av nukleært materiale og nukleære anlegg, og forskrift om besittelse, omsetning og transport av nukleært materiale og flerbruksvarer dersom ubrukt brensel skal lagres på et lager.

Lov / Forskrift	Hensikt	Behov ved etablering av lager/deponi
Forskrift om fysisk beskyttelse av nukleært materiale og nukleære anlegg (FOR-1984-11-02-1809)	Å legge forholdene til rette for å minimalisere mulighetene for tyveri av nukleært materiale og sabotasje mot nukleære anlegg. Den fysiske beskyttelsen skal også lette gjenfinningen av stjålet materiale.	• Å sikre anleggene og transport av radioaktivt materiale mot tilsiktede handlinger
Forskrift om besittelse, omsetning og transport av nukleært materiale og flerbruksvarer (FOR-2000-05-12-433)	Forskriften regulerer besittelse, omsetning og transport av nukleært materiale og flerbruksvarer. Radioaktivt avfall omfattes ikke av denne forskrift	• Å sikre riktig håndtering av ubrukt brensel dersom dette skal lagres på et lager

Arbeidsmiljøloven

Et av arbeidsmiljølovens (LOV-2005-06-17-62) formål er å sikre et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmende og meningsfylt arbeidssituasjon, og som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger.

Relevante forskrifter under arbeidsmiljøloven knyttet opp mot behovet for å minimere risikoen for og konsekvenser av uhell og tilsiktede uønskede hendelser vil være forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler, og forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften).

Lov / Forskrift	Hensikt	Behov ved etablering av lager/deponi
Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (arbeidsplassforskriften)	å sikre at arbeidstakernes sikkerhet, helse og velferd ivaretas ved at arbeidsplasser og arbeidslokaler tilrettelegges og utformes i forhold til arbeidet som utføres, den enkelte arbeidstaker og til særskilte risikoforhold.	• Hensiktsmessig logistikk, til og fra anlegget og internt på anlegget. Sikre gode løsninger (lay-out) som kan medvirke til redusert risikoeksponering for de som arbeider ved anlegget
Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)	fremme forbedringsarbeid i virksomhetene innen arbeidsmiljø og sikkerhet, forebygging av helseskade eller miljøforstyrrelser fra produkter eller forbrukertjenester, vern av det ytre miljø mot forurensning og en bedre behandling av avfall.	• Som ovenfor

Hindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og miljøet

I forbindelse med etablering av et lager eller deponi, vil det være behov for å hindre skadelige virkninger på menneskers helse og miljøet både på kort og på lang sikt.

I denne sammenheng er strålevernloven sentral.

Strålevernloven (LOV-2000-05-12-36)

Formålet med Lov om strålevern og bruk av stråling (strålevernloven) er å forebygge skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og at 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. Loven omhandler også atomberedskap, tilsyn og straffebestemmelser.

Viktige forskrifter som har hjemmel i Strålevernloven er strålevernforskriften internkontrollforskriften som skal sikre systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter.

I tillegg vil Plan og bygningsloven og Arbeidsmiljøloven stille relevante krav om konsekvensutredninger og om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø.

Lov / Forskrift	Hensikt	Behov ved etablering av lager/deponi
Strålevernforskriften (FOR-2010-10-29-1380)	Sikre forsvarlig strålebruk, forebygge skadelige virkninger av stråling på menneskers helse og bidra til vern av miljøet	• Hindre skader på personell, naboer og miljøet
Internkontrollforskriften (FOR-1996-12-06-1127)	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 driften av anlegget planlegges, organiseres og gjennomføres på en sikker måte

Hindre forurensing til omgivelser

Formålet med Forurensningsloven (Lov av 13.3.1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og om avfall) er å verne det ytre miljø mot forurensning, redusere eksisterende forurensing, redusere mengden av avfall, fremme bedre behandling av avfall og sikre forsvarlig miljøkvalitet.

Viktige forskrifter med hjemmel i forurensningsloven er forskrift av 1.nov 2010 nr. 1394 om radioaktiv forurensing 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).

Vedlegg 1 til Forskrift om radioaktiv forurensing og avfall gir definisjoner og grenseverdier for radioaktivt (a) og deponeringspliktig radioaktivt avfall (b). Forskriften beskriver også forurensningslovens, forurensningsforskriftens og avfallsforskriftens anvendelse på radioaktivt avfall. Følgende kapittel i avfallsforskriften og forurensningsforskriften er relevante for radioaktivt avfall:

- Kapittel 16 og kapittel 17 i avfallsforskriften
- Paragrafene § 36-1 til § 36-7, § 36-10 til § 36-12 og kapittel 41 i forurensningsforskriften

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. Det er ikke tillatt å fortynne radioaktivt avfall for å komme under grensene for radioaktivt avfall som definert i vedlegg 1 i forskrift om radioaktiv forurensning og avfall. Eksport av radioaktivt avfall krever tillatelse fra Statens strålevern. Tillatelse kan bare gis dersom det vurderes som nødvendig for å sikre en miljømessig forsvarlig behandling, viser det seg at avfallet likevel ikke blir miljømessig forsvarlig håndtert så skal eksportøren ta avfallet tilbake.

Lov / Forskrift	Hensikt	Behov ved etablering av lager/deponi
Forurensningsloven	Å verne det ytre miljø mot forurensning, redusere eksisterende forurensning, redusere mengden av avfall, fremme bedre behandling av avfall og sikre forsvarlig miljøkvalitet	• Vern av ytre miljø ved å hindre ny forurensning, redusere eksisterende forurensning og minimere mengden avfall
Forskrift om radioaktiv forurensning og avfall	Å definere vad som er å anse som radioaktivt avfall samt å beskrive hvordan forurensningsloven, avfallsforskriften og forurensningsforskriften skal appliseres på radioaktivt avfall	• Vern av ytre miljø ved å hindre radioaktiv forurensning, redusere eksisterende forurensning og minimere mengden avfall
Avfallsforskriften	«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»	• Behov for sikker håndtering av avfall

Etterspørselsbasert metode – etterspørsel etter og tilbud av en forsvarlig løsning for oppbevaring av radioaktivt avfall

Etterspørselsbasert metode er dekket gjennom det som er omtalt under kapittel 2 situasjonsbeskrivelse.

Vedlegg 12 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: mellomagringsløsning 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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D020	Høring - Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Sjøfartsdirektoratet	2011
D021	Høring - Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Skedsmo kommune	2011
D022	Høring av utredning om mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2) – saksframlegg	Ski kommune	2011
D023	Svar på høring av utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall	Ski kommune	2011
D024	Høring – NOU 2011:2 – Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall	NRPA (Statens Strålevern)	2011
D025	Høring – Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Statsbygg	2011
D026	Høring - Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall	Sørum kommune	2011
D027	Høring: Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Tekna	2011
D028	Høring – Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall	Trøgstad kommune	2011
D029	Høring - Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2) – særutskrift	Ullensaker kommune	2011
D030	Høring - Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2) - følgebrev	Ullensaker kommune	2011
D031	Høring – Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall NOU 2011:2	Arbeids- departementet	2011
D032	Melding om politisk vedtak: Høringsuttalelse – utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Aremark kommune	2011
D033	Høring - utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall - NOU 2011:2	Barne-, likestillings- og inkluderings- departementet	2011
D034	Høringssvar - NOU 2011:2 - mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall	Arbeidstilsynet	2011
D035	Tilbakemelding på høring av NOU 2011:2 – Utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap	2011
D036	Høring - utredning av mellomagerløsning for brukt reaktorbensel og langlivet mellomaktivt avfall (NOU 2011:2)	Fiskeri- og kystdepartementet	2011

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D037	Høring – utredning av mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall - NOU 2011:2	Fornyings-, administrasjons- og kirkedepartementet	2011
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 radioaktivt avfall	Gjerdrum kommune	2011
D040	Høringssvar 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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D055	Committees for spent fuel management in Norway, PowerPoint presentation	IFE	2013
D056	Decommission of IFE facilities, Powerpoint presentation	IFE	2013
D058	Dekommisjonering av Brenselinstrumentverksted i Os Allé 5	IFE	2012
D059	Dekommisjoneringsplan for Brenselslaboratoriene på Kjeller	IFE	2012
D060	Oversendelse av revidert planverk for dekommisjonering av IFEs atomanlegg - oversendelsesbrev	IFE	2012
D061	Dekommisjoneringsplan for JEEP II	IFE	2012
D062	Dekommisjoneringsplan for Metallurgisk Laboratorium I	IFE	2012
D063	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg – Overordnet plan	IFE	2012
D064	Dekommisjoneringsplan for Radavfallsanlegget 2012	IFE	2012
D065	SAR 19 – Dekommisjonering for HBWR	IFE	2012
D066	Strålevernets kommentarer til IFEs dekommisjoneringsplan 2012 - brev	NRPA	2012
D067	Vurdering av Dekommisjoneringsplan for IFEs nukleære anlegg, Brev av 23-11-2005	IFE	2005
D068	Vurdering av dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk (IFE) nukleære anlegg, Brev av 27-10-2005	NRPA	2005
D069	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg - Overordnet plan	IFE	2004
D070	Nedrivningsrapport Radavfallsanlegget	IFE	2004
D071	Nedleggelsesplan – Brenselslaboratoriene på Kjeller, inkludert lager for ubestrålt brensel og bestrålt fissilt materiale	IFE	2004
D072	Plan for nedlegging av Haldenreaktoren	IFE	2004
D073	Nedleggingsplan - JEEP II	IFE	2004
D074	Nuclear Materials Technology – NMAT, Informasjonsmateriale Met.lab Kjeller	IFE	2007
D075	Dekommisjoneringsplan for JEEP II	IFE	2007
D076	Dekommisjoneringsplan for Metallurgisk Laboratorium I	IFE	2007
D077	Dekommisjoneringsplan for Radavfallsanlegget	IFE	2007
D078	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg - Overordnet plan	IFE	2007

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D079	Strategi for dekommisjonering av atomanlegg og laboratorier med radioaktivt materiale ved Institutt for energiteknikk	IFE	2007
D080	Dekommisjoneringsplan for Brenselslaboratoriene på Kjeller inkludert Metallurgisk Laboratorium II, Lager for brukt brensel, Jeep I stavbrønn og Lager for ubestrålt nukleært materiale	IFE	2008
D081	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 1-6	IFE	2007
D082	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 7-12	IFE	2007
D083	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 13-18	IFE	2007
D084	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 19-24	IFE	2007
D085	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 25-27	IFE	2007
D086	Plan for dekommisjonering av Haldenreaktoren og Brenselinstrumentverkstedet I Os Allé 5, side 28-32	IFE	2007
D087	Dekommisjoneringsplan for JEEP II, Åpen unntatt figurer	IFE	2010
D088	Dekommisjoneringsplan for Metallurgisk laboratorium I, Åpen unntatt figurer	IFE	2010
D089	Dekommisjoneringsplan for Radavfallsanlegget, Åpen unntatt figurer	IFE	2010
D090	Dekommisjoneringsplan for Brenselslaboratoriene på Kjeller, Åpen unntatt figurer	IFE	2010
D091	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg - Overordnet plan	IFE	2010
D092	Dekommisjonering av Brenselinstrumentverksted i Os Allé 5	IFE	2010
D093	From atom to energy institute (Powerpoint)	IFE	2013
D094	Decommissioning and spent fuel management – Start-up of “KVU”-process (Powerpoint)	IFE	2013
D095	Ang. dekommisjoneringsplan for IFEs anlegg – rammer for oppdatert plan, Brev til IFE av 22-08-2006	NRPA	2006
D096	Dekommisjoneringsplan for Institutt for energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg, Brev til IFE av 15-02-2008	NRPA	2008
D097	Dekommisjoneringsplan for IFEs anlegg, Brev til IFE av 12-01-2006	NRPA	2006

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D098	Institutt for energiteknikk – fremtidig dekommisjonering av anlegg, Brev til NHD av 30-04-2007	IFE	2007
D099	Forslag interessenter til KUVene	NHD	2013
D100	Sv-rapport-823 Estimat 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 Kjølesystem, 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	Møreforsking	2013
D111	Utredning av omstilling i Halden med og uten videreføring av IFEs øvrige forskningsaktiviteter etter dekommisjonering av Haldenreaktoren	Møreforsking	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 Kernesikkerheds-forskning)	2006

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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
D118	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
D119	Nuclear legislation in OECD countries - Regulatory and Institutional Framework for Nuclear Activities - Norway	OECD	2001
D120	Experiences of Storage of Radioactive Waste Packages in the Nordic countries	NKS (Nordisk Kernesikkerheds-forskning)	2001
D121	The Combined Disposal and Storage Facility in Himdalen, Norway	NRPA	2006
D122	Safety in the Final Disposal of Radioactive Waste - Final Report of the Nordic Nuclear Safety Research Project AFA-1	NKS (Nordisk Kernesikkerheds-forskning)	1997
D123	The Combined Disposal and Storage Facility for LLW And ILW in Himdalen, Norway: now in operation	NRPA	2001
D124	Reporting Formats for the Collection of Data on Liquid Discharges from Nuclear Installations (OSPAR Agreement 2013-10)	OSPAR	2013
D125	GNS-lager i Ahaus, Greenpeace stakeholder meeting	Greenpeace, Natur Og Ungdom, NNV	2014
D126	Norsk atomavfall, Norsk ansvar Mottatt i møte 2013-11-11	NNV, Greenpeace, WWF, FIVH, m. fl.	2011
D127	Norsk atomavfall på norsk jord! Mottatt i møte 2013-11-11	Natur Og Ungdom	2011
D128	IAEA decommissioning strategies, PowerPoint presentation	IAEA	2013
D129	Prosjektplan for opprettelse av statlig organ for nukleær virksomhet - Utkast	NHD	2013
D130	Prosjektplan Driftsorgan, nedbygging og håndtering av avfall, Excel-fil	NHD	2013
D131	Invitasjon til interessentmøte 11112013 for KVV. Dekommissjonering av nukleære anlegg og KVV. Mellomlagring av radioaktivt avfall, Brev til DNV GL av 2013-11-21	Ministry of Fisheries and Coastal Affairs	2013
D132	Høringsuttalelse Konseptvalgutredning (KVV) – Dekommissjonering og Mellomlager, Brev til DNV GL av 2013-11-25	IFE	2013

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D134	Høringsuttalelse Mellomlager, Brev til DNV GL av 2013-11-25	Greenpeace, Natur og Ungdom, NNF	2013
D135	IAEA Safety Standards Series No. WS-G-2.1 - Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors	IAEA	1999
D136	IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-1.4 - Stakeholder Involvement Throughout the Life Cycle of Nuclear Facilities	IAEA	2011
D137	IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.5 – An Overview of Stakeholder Involvement in Decommissioning	IAEA	2009
D138	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
D139	3.10 Beredskapsvakt utenfor arbeidstid (BUA), utdrag ur IFEs personalhåndbok	IFE	2013
D140	HBWR fuel rod overview as of March 2010, Document ID: CP-Note 10-08 Confidential grade: In Confidence	IFE	2010
D141	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
D142	Strategies for Radiological Characterisation in Decommissioning of Nuclear Facilities, A task group within the OECD/NEA/RWMC/WPDD, PowerPoint presentation	OECD/NEA	2012
D143	Dokumentasjon av kritikalitetsberegninger for kritikalitetsområdene på Kjeller og i Halden, Dokument ID: SD-649 Konfidensiell grad: Konfidensielt	IFE	2013
D144	Technical Reports Series No. 444 - Redevelopment of Nuclear Facilities after Decommissioning	IAEA	2006
D145	Sertifisering av Kjellerflaska N/0001/B(M)F-96, Brev til IFE av 2012-03-12	NRPA	2012
D146	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
D147	Vurdering av tiltak for håndtering av historisk brensel ved IFE	IFE	2013
D148	Vurdering av den museale verdien av IFEs atomanlegg, Brev til Riksantikvaren av 2007-02-26	IFE	2007
D150	Technical Reports Series No. 464 - Managing the Socioeconomic Impact of the Decommissioning of Nuclear Facilities	IAEA	2008

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
<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
<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 Metlab I 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>	JEEP II 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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D159	Sikkerhetsrapport for IFE's lager for bestrålt brensel i Halden, Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-09	IFE	2006
D160	Sikkerhetsrapport for JEEP II - Del I Teknisk beskrivelse, Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-11	IFE	2006
D161	Sikkerhetsrapport for IFEs anlegg for behandling og lagring av radioaktivt avfall (Radavfallsanlegget), Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-14	IFE	2006
D162	Sikkerhetsrapport for Metallurgisk Laboratorium II, Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-17	IFE	2006
D163	Safety Analysis Report – Halden Boiling Water Reactor, Part I Description, Gradering: Åpen unntatt figurene, KD-2006-18	IFE	2006
D164	Document to Question 55 – Tegning lagringsbeholder type SJ I og SJ II, mottatt 2014	IFE	
D166	Status and Plans for Decommissioning of Nuclear Facilities in Norway	NRPA	2010
D167	Lokalisering av deponi – Fremgangsmåte ved utvelgelse av lokaliteter	IFE	2014
D168	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-4 Bygninger, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
D169	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-6 Reaktorens kjølesystemer, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
D170	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-6 Vedlegg 1 Anleggsdata, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
D171	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-7 Sikkerhetssystemer, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
D172	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-9 Elektrisk Krafttilførsel, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
D173	Safety Analysis Report Halden Boiling Water Reactor, SAR-10 Støttesystemer, Gradering: Åpen unntatt figurene	IFE	2012
D174	Flytskjema A-7-1	IFE	2013
D175	Flytskjema B-5-1 HWBR	IFE	2013
D176	Flytskjema C-13-1 HWBR	IFE	2013
D177	Flytskjema D-43-1 HWBR	IFE	2013
D178	Flytskjema E-6-1 HWBR	IFE	2013
D179	Flytskjema F-13-1 HWBR	IFE	2013
D180	Flytskjema G-6-1 HWBR	IFE	2013

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D181	Flytskjema FS1-8-3-1 HWBR	IFE	2013
D182	Flytskjema K-6-1 HWBR	IFE	2013
D183	ROE-HBWR-122 Liste over kontaminerte rør og komponenter i primærkrets og RH	IFE	2013
D184	Estimat for aktivitet ved HWBR ved dekommisjonering, Sv-rapport-823	IFE	2010
D185	Notat om lokalitet for nytt mellomlager, epost med vedlegg fra IFE til NGU, motatt i møte med NGU 2014-01-16	IFE	2010
D186	Forstudie – dokumentasjonsprosjekt for Halden reaktoren og JEEP II reaktoren (musealverdi)	IFE	2007
D187	Tillatelse TU13-37 etter forurensningsloven for håndtering av radioaktivt avfall og utslipp av radioaktive stoffer, Institutt for energiteknikk, Halden	NRPA	2013
D188	Tillatelse TU13-36 etter forurensningsloven for håndtering av radioaktivt avfall og utslipp av radioaktive stoffer, Institutt for energiteknikk, Kjeller	NRPA	2013
D189	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
D190	NOU 1991:9 Deponi for norsk lav- og middelaktivt atomavfall	OED	1991
D191	IAEA Safety Standards No. WS-G-6.1 – Storage of Radioactive Waste	IAEA	2006
D192	Revidert metode for kontroll av funksjonskrav til KLDRA-Himdalen	IFE	2011
D193	IAEA Safety Report Series No. 50 - Decommissioning Strategies for Facilities Using Radioactive Material	IAEA	2007
D194	Fuel bunker building drawing	IFE	-
D195	Metallurgisk laboratorie drawing	IFE	-
D196	JEEP II drawing (1) 0470	IFE	-
D197	JEEP II drawing (2) 10201	IFE	-
D198	JEEP II drawing (3) 10200	IFE	-
D199	JEEP II drawing (4) 10202	IFE	-
D200	JEEP II drawing (5) 12140	IFE	-
D201	IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.4 – Cost Estimation for Research Reactor Decommissioning	IAEA	2013
D202	Svar på KVV-gruppens spørsmål gjeldende organisering og drift, epost datert 2014-02-20	IFE	2014

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D203	Svar på KVVU-gruppens spørsmål gjeldende organisering av IFE, epost datert 2014-02-20	IFE	2014
D204	Staff Organisation as of September 2013 at the OECD Halden Reactor Project, attachment to D203	IFE	2013
D205	Notat med svar på spørsmål til IFE gjeldende kostnader for lagring, ompakking, rekondisjonering av brukt brensel osv.	IFE	2014
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 konseptvalgutredninger 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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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
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 fra 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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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	Omhändertagande av intakt R1-bränsle - Slutrapport	Studsvik	2007
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 - Slutrapport	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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D268	Drift av OSA-anläggningen – särskild redovisning 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
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 medisn – 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) Oppfølgingssvar 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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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
D295	RE: Kommunikasjon med Riksantikvaren vedr museal etterbruksverdi av Kjeller og Haldenreaktoren, oppfølgingssvar epost	IFE	2014
D296	Nukleære virksomheter ved Institutt for energiteknikk – IFE En samfunnsøkonomisk kost/nytte-analyse	Norges forskningsråd	2008
D297	SV KVV Dekommisjonering Ny teknologi, epost	Studsvik	2014
D298	FW Høring rapportutkast, epost	Skedsmo kommune	2014
D299	Avveckling och friklassning av R1-reaktorn	Statens Stråleskyddinstitut	1985
D300	Redegørelse af 15/1 09 om beslutningsgrundlag for et dansk slutdepot for lav- og mellemaktivt affald	Ministeren for sundhed og forebyggelse	2009
D301	FW Presentation av Decommissioning KVV på KONTEC 2015	NFD	2014
D302	Risø Reaktorer, Registrering og dokumentering af bevaringsværdige genstande fra Forskningscenter Risø 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 postmottak@halden.kommune.no , epost	Halden kommune	2014
D307	Møtereferat om tilstand og omfang på dekommisjonering, 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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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
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 – KVV 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	Havforsknings- instituttet	2014
D327	Trøgstad kommune – Vedrørende invitasjon til høringsuttalelse, epost datert 2014-04-28	Trøgstad kommune	2014
D328	Høring – Konseptvalgutredninger (KVV) – Nukleære anleggene i Norge Høringsuttalelse, Samlet saksframstilling, Arkivsak: 14/305	Trøgstad kommune	2014
D329	Svar – Invitasjon til høringsuttalelse – Konseptvalgutredninger (KVV) vedr. nukleære anleggene i Norge, sak: 34/14, datert 2014-05-20	Trøgstad kommune	2014

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D330	Statens stråleverns innstilling til Institutt for Energiteknikk søknad om fornyet konsesjon for å eie og drive Haldenreaktoren med brenselagere 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
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	Avklaringsspørsmål 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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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 prosjekteralternativ – Utarbeidelse av KVV/KL dokumenter	Concept/ FIN	2010
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, http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part072/ [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	KVV Mellomlager: Oppsummering etter møte Waste, epost datert 2014-03-07	NRPA	2014

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D364	Uranium Radiation Properties. WISE Uranium Project (1995), http://www.wise-uranium.org/rup.html [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: KVV mellomlager behandling av ustabilt brensel, epost mottatt 2014-09-03	IFE	2014
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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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 prosjekteralternativ	FIN	2011
D387	Deklarasjonsskjema for farlig avfall og radioaktivt avfall	KLIF/NRPA	2014
D388	Årsrapport 2013	IFE	2013
D389	Kraftig budsjettøkning for Halden-reaktoren, artikkel i Teknisk Ukeblad 8.10.2014 http://www.tu.no/kraft/2014/10/08/kraftig-budsjettokning-for-halden-reaktoren [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, http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Transport/Transport-of-Radioactive-Materials/ [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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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
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 nukleært 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, http://www.ife.no/no/about-ife-no [Lest 2014-10-20] Sist oppdatert: -	IFE	2014

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D415	Radiation - Quantities and Units of Ionizing Radiation OSH Answers, http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/ionizing.html#_1_1 [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
D418	Kärntekniska anläggningar i Sverige - Tekniska museet, http://www.tekniskamuseet.se/1/867.html [Lest 2014-10-20] Sist oppdatert: 2011-08-23	Tekniska Museet	2011
D419	IAEA Safety Series No. 111-S-1 – Establishing a National System for Radioactive Waste Management	IAEA	1995
D420	Avveckling av kärntekniska anleggninger, http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/Karnkraft/Anlaggninger-i-Sverige/Avveckling-av-karntekniska-anlaggninger/ [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	Avveckling av R2, http://www.svafo.se/projekt/avveckling-av-r2/ [Lest 2014-10-20] Sist oppdatert: 2014-06-26	SVAFO	2014
D424	Accelerator-driven Nuclear Energy, http://www.world-nuclear.org/info/Current-and-Future-Generation/Accelerator-driven-Nuclear-Energy/ [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 säkerhet i kärntekniska anläggningar, SSMFS 2008:1	SSM	2008
D427	Strålsakerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning, SSMFS 2011:2	SSM	2011
D428	KVU Håndtering av radioaktivt avfall: Spm vedr. repossessering og ustabilt brukt brensel, epost datert 2014-10-15	IFE	2014

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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 brukt brensel, epost datert 2014-10-20	IFE	2014
D432	IFEs opp- og nedturer, http://www.rb.no/lokale_nyheter/article2019858.ece [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 Netherlands, 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

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
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
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 dekommisjonering, 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 KVV for håndtering av radioaktivt avfall, IFEs tilbakemelding ved ekstern høring, datert 27-10-2014	IFE	2014
D454	Fee payments and disbursements http://www.karnavfallsfonden.se/informationinenglish/feepaymentsanddisbursements.4.4945b3d81223a8cbbf8800024192.html [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	KVV 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 http://www.fhi.no/artikler/?id=69852 [Lest 2014-11-26] Sist oppdatert: 2013-08-29	Folkehelseinstituttet	2008

	Dokumentnavn	Forfatter / Kilde	År
D461	Halden Boiling Water Reactor (HBWR) http://www.ife.no/en/ife/laboratories/hbwr [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
D465	Atomtrusler, StrålevernRapport 2008:11	NRPA	2008
D466	Kort oppsummering av dekommisjoneringmøtet den 10.06.2014, epost datert 2014-06-12	NRPA	2014
D467	KVU Mellomlager: Spørsmål knyttet til deklarerings av radioaktivt avfall - og avfallsstrømmer, epost datert 2014-06-24	NRPA	2014
D468	Høringsuttalelse angående IFEs konsesjonssøknad, brev til Statens Strålevern av 2007-10-08	Bellona og Natur og Ungdom	2007
D469	Svar på spørsmål gjeldende driftskostnader og driftsoppsett, epost datert 2014-07-01 Vedlegg: - Excel-fil med estimerte driftskostnader for de forskjellige alternativene	IFE	2014
D470	Ny konsesjon for Haldenreaktoren, https://www.regjeringen.no/nb/aktuelt/Ny-konsesjon-for-Haldenreaktoren/id2343247/ [Lest 2015-01-19] Sist oppdatert: 2015-12-05	Regjeringen	2014