

Åpen versjon

GRUNNLAGSDOKUMENTASJON FRAM TIL KS1 TRINN 2

# Fremtidig dekommisjonering av IFEs nukleære anlegg (KVU trinn 2)

Utarbeidet for Institutt for energiteknikk (IFE)

**Rapportnr.:** 2019-0719, Rev. 0

**Dokumentnr.:** 10118838-2

**Dato:** 2019-07-02



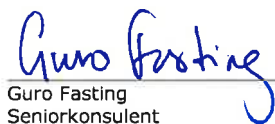
Prosjektnavn: Konseptvalgutredning trinn 2  
Rapporttittel: Fremtidig dekommisjonering av IFEs nukleære anlegg (KVU trinn 2)  
Oppdragsgiver: Utarbeidet i samarbeid med Institutt for energiteknikk (IFE), [Address]  
Kontaktperson: Henning Refshauge Vahr  
Dato: 2019-07-02  
Prosjektnr.: 10118838  
Rapportnr.: 2019-0719, Rev. 0  
Dokumentnr.: 10118838-2  
Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

DNV GL Energy  
Energy Markets & Technology  
Veritasveien 1, 1363 Høvik  
Tel: +47 6757 9900  
945 748 931

#### Oppdragsbeskrivelse:

Denne utredningen gir en vurdering av hvilke tiltak som bør gjennomføres for å rydde opp etter den nukleære virksomheten som har forgått i Halden og på Kjeller.

Utført av:

  
Guro Fasting  
Seniorkonsulent

Verifisert av:

  
Magnus Killingland  
Seniorkonsulent

Godkjent av:

  
Tore Eliassen  
Avdelingsleder

  
Dillv. Soermander  
Seniorkonsulent

Hanne Fjeldskår  
Seniorkonsulent

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (Åndsverkloven) © DNV GL 2019. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden; (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- ÅPEN. Fri distribusjon, intent og eksternt.  
 INTERN. Fri distribusjon internt i DNV GL.  
 KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste. Distribution within DNV GL according to applicable contract.\*  
 HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

\*Distribusjonsliste:

Nøkkelord:

IFE, KVU trinn 2, dekommisjonering, nukleære anlegg, reaktor, radioaktivt avfall, begrenset bruk, ubegrenset bruk, JEEP II, HBWR

0 2019-07-02 First issue

## Innholdsfortegnelse

|   |    |
|---|----|
| SAMMENDRAG .....  | 1  |
| 1 INNLEDNING.....   | 7  |
| 1.1 Gjennomføring   | 7  |
| 1.2 Spørsmålene som besvares i rapporten  | 8  |
| 2 SITUASJONSBESKRIVELSE.....  | 9  |
| 2.1 Omfang av dekommisjoneringsprosjektet i Halden                                      | 10 |
| 2.2 Omfang av dekommisjoneringsprosjektet på Kjeller                                    | 11 |
| 3 PROSJEKTES OVERORDNEDE RAMMER.....  | 13 |
| 3.1 Problembeskrivelse  | 13 |
| 3.2 De viktigste behovene   | 14 |
| 3.3 Strategiske mål   | 15 |
| 3.4 Overordnede krav  | 16 |
| 3.5 Grensesnitt   | 17 |
| 4 PROSJEKTSTRATEGI.....   | 22 |
| 4.1 Gjennomføringsstrategi  | 22 |
| 4.2 Strategi for håndtering av usikkerhet   | 32 |
| 4.3 Organisering og ansvarsdeling   | 34 |
| 5 PROSJEKTSTYRINGSBASIS.....  | 38 |
| 5.1 Metode for kostnadsestimering   | 38 |
| 5.2 Prosjektnedbrytningsstruktur  | 38 |
| 5.3 Grunnkalkyle for dekommisjeringen   | 39 |
| 5.4 Resultat fra usikkerhetsanalysen  | 41 |
| 5.5 Vurdering av kostnadsestimatet opp mot kostnadsestimatet i KVU (2015) og KS1 (2016) | 50 |
| 5.6 Kostnadssammenligning av dekommisjoneringsprosjekter                                | 51 |
| 6 SAMFUNNSØKONOMISK ANALYSE.....  | 53 |
| 6.1 Nullalternativet – "sikker dvale"   | 53 |
| 6.2 Metode og forutsetninger  | 54 |
| 6.3 Resultatet av den samfunnsøkonomiske analysen                                       | 55 |
| 6.4 Prissatte virkninger  | 58 |
| 6.5 Ikke prissatte virkninger   | 60 |
| 6.6 Fordelingseffekter  | 62 |
| 7 7 FØRINGER FOR FORPROSJEKTFASEN .....   | 64 |
| 7.1 Behov for avklaringer   | 64 |
| 7.2 Anbefalinger for gjennomføringsstrategien   | 65 |
| MØTEOVERSIKT .....  | 67 |
| REFERANSER .....  | 69 |
| VEDLEGG .....   | 1  |

## SAMMENDRAG

Institutt for energiteknikk (IFE) har i dag konsesjon for å eie og drifte de nukleære anleggene i Norge, lokalisert på Kjeller og i Halden. Forskningsreaktorene HBWR i Halden og JEEP II på Kjeller har inntil nylig har vært operative, men ble besluttet permanent stengt, henholdsvis i 2018 og 2019.

Ved en beslutning om nedstenging av reaktorene følger det av krav i atomenergilooven at det skal treffes nødvendige tiltak for å sikre at atomanleggene etter nedlegging ikke blir til fare for den allmenne sikkerhet. Ved nedstengning av de nukleære anleggene i Norge er det behov for å avklare hvilke tiltak som skal gjennomføres og hvilken slutttilstand de nukleære anleggene skal dekommisjoneres til. Med bakgrunn i vurderingene fra KVVU (2015) og KS1 (2016) har denne utredning som formål å konkretisere nærmere alternativene som innebærer dekommisjoneringstiltak til en slutttilstand som innebærer at områdene som de nukleære anleggene beslaglegger kan benyttes til annen virksomhet; det vil si dekommisjonering til «begrenset bruk» eller «ubegrenset bruk». Utredningen har også som formål å oppdatere kostnadsestimatet og klargjøre forutsetningene for videre arbeid i forprosjektfasen.

Rapporten er utarbeidet av DNV GL, i tett samarbeid med IFE, på oppdrag fra Nærings- og Fiskeridepartementet (NFD). Arbeidet er basert på internasjonal beste praksis gjennom retningslinjer fra International Atomic Energy Agency (IAEA) og Finansdepartementets veileder for samfunnsøkonomiske analyser. For å hensynta etableringen av Norsk nukleær dekommisjonering (NND) og deres arbeid på dette området er det enkelte forhold som ikke er vurdert i denne utredningen eller kun omtalt overordnet. Dette inkluderer valg av kontraktsstrategi, organisering og ansvarsdeling. NND har informert at de vil utarbeide et tilleggsnotat til denne utredningen for å redegjøre for disse elementene.

Utredningen skal kvalitetssikres eksternt i henhold til Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter (KS1 trinn 2). KVVU trinn 2 og KS1 trinn 2 vil danne faglig underlag for Regjeringens valg av dekommisjoneringsnivå ved dekommisjonering av de nukleære anleggene på Kjeller og i Halden.

### Beskrivelse av tiltaksalternativer

En dekommisjonering omfatter å fjerne radioaktivt materiale, demontere utstyr og systemer, rive strukturer og bygninger, og overføre avfall til egnede sluttløsninger for oppbevaring. I denne utredningen er dekommisjonering til slutttilstandende begrenset bruk og ubegrenset bruk vurdert.

Ved dekommisjonering til ubegrenset bruk vil det etter endt dekommisjonering ikke være noen restriksjoner på bruken av området. Det vil si at områdene skal kunne benyttes til boliger, rekreasjonsområder, landbruksareal eller andre tilsvarende formål. Alternativet innebærer at alle de nukleære anleggende fjernes i sin helhet og det forventes at betydelige masser i grunnen vil måtte graves opp, undersøkes og behandles dersom de inneholder radioaktivt materiale som ikke kan friklasses.

Dekommisjonering til begrenset bruk innebærer at man gjør færre tiltak enn ved dekommisjonering til ubegrenset bruk, men nok til at de regulerte områdene vil kunne friklasses til annen bruk etter gjennomførte tiltak. Grenseverdiene for friklassing er de samme som ved dekommisjonering til ubegrenset bruk, men det vil for dette alternativet følge begrensninger (restriksjoner) på bruken av områdene etter endt dekommisjonering. Formålet med restriksjonene er å sikre at dosegrensene som er satt, overholdes /D112/. Dersom for eksempel, grunnen i området ikke vurderes å være sikker for landbruksformål, vil det legges restriksjoner på området som hindrer at området brukes til dette. Videre, dersom det er enkelte områder i gjenværende bygninger som man ikke kan oppholde seg i mer enn et bestemt antall timer per år, vil det legges en tidsbegrensning på bruken av slike områder.

Frigivelse av områder for begrenset bruk krever vanligvis løpende involvering fra ansvarlige myndigheter for å sikre at begrensningene som er satt på bruken av områdene overholdes /D112/.

Tiltaksalternativet begrenset bruk slik det er skissert i denne utredningen, er basert på gjenbruk av eksisterende bygninger og områder, og forutsetter at det er mulig. For dette tiltaksalternativet er det lagt til grunn at kontaminerte masser som er over fastsatte grenseverdier fjernes når eller hvis de oppdages. Tiltaksalternativet innebærer ikke riving av bygninger eller utgraving av masser i grunnen. For øvrig er det lagt til grunn de samme tiltakene som for tiltaksalternativet ubegrenset bruk gjennomføres. Det er forventet at med de tiltakene som er lagt til grunn i for tiltaksalternativet begrenset bruk i denne utredningne vil restriksjoner på framtidig bruk av området være mindre omfattende og områdene vil typisk være egnet til annen næringsvirksomhet.

### Kostnaden ved dekommisjonering til begrenset bruk og ubegrenset bruk

Grunnkalkylen for de to tiltaksalternativene er utarbeidet ved bruk av en IAEA modell utviklet for estimering av kostnader for dekommisjonering av forskningsreaktorer (CERREX-D2). Basert på grunnkalkylen er det gjennomført en usikkerhetsanalyse av prosjektets kostnad. Resultatet viser en forventet kostnad for dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden på MNOK 3 160 for begrenset bruk og MNOK 3 400 for ubegrenset bruk. Tilsvarende kostnad for Kjeller er MNOK 3 330 for begrenset bruk og MNOK 3 630 for ubegrenset bruk.

**Tabell 0-1. Oversikt over kostnader ved de to tiltaksalternativene i Halden (avrundet til nærmeste MNOK 10, 2019-kr)**

| Tilstand   | Grunnkalkyle | Forventet | Std. Avvik | $\sigma/E$ | p15   | p50   | p85   |
|------------|--------------|-----------|------------|------------|-------|-------|-------|
| Begrenset  | 2 210        | 3 160     | 770        | 24%        | 2 370 | 3 130 | 3 960 |
| Ubegrenset | 2 350        | 3 400     | 840        | 25%        | 2 520 | 3 380 | 4 270 |


**Tabell 0-2. Oversikt over kostnader ved de to tiltaksalternativene på Kjeller (avrundet til nærmeste MNOK 10, 2019-kr)**

| Tilstand   | Grunnkalkyle | Forventet | Std. Avvik | $\sigma/E$ | p15   | p50   | p85   |
|------------|--------------|-----------|------------|------------|-------|-------|-------|
| Begrenset  | 2 470        | 3 330     | 780        | 24%        | 2 510 | 3 310 | 4 160 |
| Ubegrenset | 2 690        | 3 630     | 880        | 24%        | 2 720 | 3 590 | 4 550 |

Til sammenligning var estimerte dekommisjoneringskostnad for anleggene i Halden og på Kjeller henholdsvis MNOK 698 og MNOK 674 (2014-kr) ved begrenset bruk og MNOK 757 og MNOK 759 (2014-kr) ved ubegrenset bruk i KS1 (2016). Økningen i kostnadsestimatet skyldes flere forhold. En viktig årsak er økning i avfallsvolumen både i Halden og på Kjeller. Avfallsvolumene har økt med henholdsvis 6 og 14 ganger. Økningen skyldes både at flere anlegg er inkludert i denne utredningen og at man nå har bedre informasjon om anleggenes tilstand. Videre er anslått gjennomføringstid for dekommisjoneringen økt fra 13-15 år i KS1 (2016) til 16-22 år i denne utredningen. Behovet for personell (antall årsverk) knyttet til å ivareta sikkerheten og gjennomføre dekommisjoneringstiltak er også i denne utredningen vurdert å være betydelig større enn i KS1 (2016).

### Alternativanalysen

Det er gjort en oppdatering av de prissatte virkningene sammenlignet med KVU (2015) og KS1 (2016) i denne utredningen. Analysen viser at det fortsatt er samfunnsøkonomisk lønnsomt, sammenlignet med nullalternativet (ingen ny bruk), å dekommisjonere de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller slik at disse kan benyttes til annen bruk, forutsatt at brukt brensel er fjernet fra områdene.



Dette skyldes i hovedsak at kontrollregimet avvikles, og man sparer drift-, vedlikeholds og overvåkingskostnader over en lang tidsperiode. Nåverdien av disse besparelsen forventes å overstige kostnadene ved å gjennomføre nødvendige tiltak for å friklasse områdene (dekommisjoneringskostnaden).

Den samfunnsøkonomiske analysen viser at tiltaksalternativene begrenset bruk og ubegrenset bruk gir en samfunnsøkonomisk netto besparelse i forhold til nullalternativet på henholdsvis ca. MNOK 390 og MNOK 290 i Halden og MNOK 210 og MNOK 60 på Kjeller. Ikke-prissatte virkninger er vurdert som noe høyere for tiltaksalternativet ubegrenset bruk, men som følge av stor usikkerhet knyttet til kostnadsestimatene vurderes forskjellen mellom tiltaksalternativene som for liten til å kunne gi en innbyrdes rangering mellom de to slutttilstandene basert på rene samfunnsøkonomiske kostnadsvurderinger.

Anleggenes tilstand og kriterier for friklassing av bygninger og områder vil ha stor betydning for hvilke tiltak som må gjennomføres i de to tiltaksalternativene. Framtidig bruk av områdene vil også påvirke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av de ulike tiltaksalternativene. Ettersom de to alternativene i stor grad er sammenfallende både for planleggingsfasen og selve den nukleære demontering, anbefaler utreder at det gjennomføres en ny vurdering av de to tiltaksalternativene, eventuelt separate kost-/nyttevurdering for de enkelte anleggene, når man har mer informasjon om anleggets tilstand, kriterier for friklassing og framtidig bruk av områdene.

### **Anbefalinger for videre planlegging**

Det er flere forhold som bør avklares før man kan beslutte dekommisjoneringsnivå og før man kan igangsette en dekommisjonering. Blant annet må finansiering være tilgjengelig og organisering og ansvar må være avklart.

Avgjørende for valg av dekommisjoneringsnivå er også framtidig bruk av områdene. I dag er brukt brensel og annet høyaktivt radioaktivt avfall lagret i tilknytning til reaktorbyggene i Halden og på Kjeller. Dersom brenselet blir liggende på områdene vil dette begrense områdenes framtidige bruk. Det er per dags dato ikke tatt en beslutning om framtidig oppbevaring av brukt brensel. Valg av oppbevaringsløsning for brukt brensel vil kunne påvirke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten for ulike dekommisjoneringsnivå. Vurdering av dekommisjoneringstiltak må derfor sees i sammenheng med oppbevaringsløsning for brukt brensel og annet radioaktivt avfall.

Et dekommisjoneringsprosjekt er i hovedsak avfallsdrevet og oppbevaringsløsninger for radioaktivt avfall og valg av avfallshåndteringsstrategi står sentralt i planlegging og prosjektgjennomføringen ved en dekommisjonering. Utredningen viser at eksisterende oppbevaringsløsning for lavt- og mellomaktivt radioaktivt avfall, KLDRA, ikke har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere de mengdene radioaktivt avfall som er forventet å generes i forbindelse med dekommisjonering av IFEs nukleære anlegg. Et nytt lager/deponi må derfor etableres, og eventuelle mellomlagre dersom et nytt KLDRA ikke kommer på plass i tide. Valg av avfallshåndteringsstrategi ved dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller vil påvirke behovet for oppbevaringskapasitet. Det er i utredningen lagt til grunn en strategi som ikke innebærer gjevning da dette er det alternativet med lavest kostnader når man kun ser på kostnadene ved behandling og transport av avfall. Dersom man også inkluderer kostnader knyttet til oppbevaring vil alternative gjenvinningsstrategier kunne vise seg mer kostnadseffektivt. Valg av avfallshåndteringsstrategi bør gjøres basert på en helhetlig vurdering som inkluderer både kostnader for oppbevaring og behandling av avfall.

| <b>Forkortelse/term</b>   | <b>Beskrivelse</b>   |
|---------------------------|--|
| <i>ACL</i>                | Aktiva kjemilaboratoriet i Studsvik  |
| <i>aktivering</i>         | Prosessen med å indusere radioaktivitet i et materiale ved bestråling av dette. I kontekst dekommisjonering: Utsiktet induksjon av radioaktivitet i moderatorer, kjølemidler og strukturelle og skjermende materialer, forårsaket av bestråling med nøytroner.   |
| <i>aktiveringsprodukt</i> | Et radionuklid fremstilt ved aktivering  |
| <i>ALARA</i>              | As Low As Reasonably Achievable  |
| <i>ARA</i>                | Annet radioaktivt avfall   |
| <i>avfallshåndtering</i>  | Håndtering og behandling av avfall (sortering, flytting, etc.).  |
| <i>avfallsbeholdning</i>  | Mengde, radionuklider, aktivitet og øvrige egenskaper ved avfall som en operatør er ansvarlig for.   |
| <i>avfallsstyring</i>     | Alle aktiviteter, administrative og operasjonelle, som er involvert i behandling, forbehandling, behandling, kondisjonering, transport, lagring og deponering av radioaktivt avfall.   |
| <i>barriere</i>           | En fysisk sperring som forhindrer eller hemmer bevegelsen av mennesker, radionuklider eller annet fenomen (for eksempel brann), eller gir skjerming mot stråling.  |
| <i>BB</i>                 | Brukt brensel  |
| <i>BIV</i>                | Brenselinstrumentverkstedet i Os Allé, Halden  |
| <i>DACCORD</i>            | Data Analysis and collection for costing of research reactor decommissioning - et prosjekt i regi av IAEA  |
| <i>DD</i>                 | Dansk dekommisjonering   |
| <i>DE</i>                 | Drum equivalence, tønneekvivalent  |
| <i>defueling</i>          | 1. Utlasting av brensel (fysisk utlasting),<br>2. Fjerning av brensel (hele prosessen rundt fjerning av brensel fra reaktor)   |
| <i>dekontaminering</i>    | Fjerning av radioaktive stoffer som på uønsket måte har spredt seg innen et begrenset område (Norske leksikon)<br>Fullstendig eller delvis fjerning av kontaminering ved bruk av en fysisk, kjemisk eller biologisk prosess. Denne definisjonen er ment å inkludere et bredt spekter av prosesser for å fjerne kontaminering fra mennesker, utstyr og bygninger, men å ekskludere fjerning av radionuklider fra kroppen eller fjerning av radionuklider ved naturlig forvitring eller migrering, som ikke anses å være dekontaminering.  |
| <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/.<br><br>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/.<br>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>demontering</i>        | Å ta fra hverandre, demontere og rive ned strukturer, systemer og komponenter i et anlegg med henblikk på avvikling.   |
| <i>DSA</i>                | Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet (tidligere Statens strålevern (NRPA), endret fra 1.1.2019)  |
| <i>DTU</i>                | Danmarks Tekniske Universitet  |
| <i>EC</i>                 | European Commission  |
| <i>EPRI</i>               | Electric Power Research Institute  |
| <i>ERDO</i>               | Working on a shared solution for radioactive waste   |
| <i>FBB</i>                | Fuel Bunker Building i Tistedalsgata, Halden   |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <i>FFI</i>                            | Forsvarets forskningsinstitutt  |
| <i>FIN</i>                            | Finansdepartementet   |
| <i>friklassing</i>                    | Vedtak om fjerning av videre tilsyn (regulatorisk kontroll) gjort av gjeldende tilsynsmyndighet i henhold til Atomenergiloven. Kan gjelde materialer, objekter, fasiliteter eller aktiviteter.  |
| <i>friklassingsnivå</i>               | En verdi som etableres av en reguleringsinstans. Denne er uttrykt ved aktivitetskonsentrasjon og / eller total aktivitet. Strålingskilder som er på eller under denne verdien kan frigjøres fra regulatorisk kontroll.  |
| <i>HBWR</i>                           | Halden Boiling Water Reactor  |
| <i>henfall</i>                        | Radioaktive stoffer er ikke stabile, og vil sende ut energi i form av stråling samtidig som nye stoffer dannes. Denne prosessen kalles radioaktivt henfall eller nedbryting og kan ikke stoppes eller påvirkes. Én becquerel (Bq) er definert som ett henfall per sekund.   |
| <i>HOD</i>                            | Helse- og omsorgsdepartementet  |
| <i>håndtering av brukt brensel</i>    | Operasjoner for brenselshåndtering inkluderer: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utlasting fra reaktorkjernen</li> <li>• Forflytning til og fra lagringsfasiliteter</li> <li>• Forflytning til og fra hot cells</li> <li>• Inspeksjoner (som visuell inspeksjon eller gammaspespektroskopi)</li> <li>• Behandling (som kutting, re-pakking,..)</li> <li>• Lasting inn i cask for transport eller lagring</li> </ul>  |
| <i>IAEA</i>                           | International Atomic Energy Agency  |
| <i>ICRP</i>                           | International Commission on Radiological Protection   |
| <i>Ife</i>                            | Institutt for Energiteknikk   |
| <i>JEEP II</i>                        | Reaktoren på Kjeller  |
| <i>karakterisering (radiologisk)</i>  | Fastsettelse av art og aktivitet av radionuklider som finnes på et gitt sted  |
| <i>karakterisering av avfall</i>      | Fastsettelse av fysiske, mekaniske, kjemiske, radiologiske og biologiske egenskaper ved radioaktivt avfall for å etablere behovet for videre justering, behandling eller kondisjonering, eller hvorvidt avfallet er egnet for videre håndtering, prosessering, lagring eller sluttlagring.  |
| <i>KLD</i>                            | Klima- og miljødepartementet  |
| <i>konsesjon for dekommisjonering</i> | En konsesjon er et juridisk dokument utstedt av tilsynsmyndighetene som gir tillatelse til å utføre bestemte aktiviteter knyttet til et anlegg eller en aktivitet. Før man kan gå fra operasjon til dekommisjonering må det foreligge en konsesjon for dekommisjonering   |
| <i>kontaminering</i>                  | 1. Radioaktive stoffer på overflater, eller i faste stoffer, væsker eller gasser (herunder menneskekroppen), der deres tilstedeværelse er utilsiktet eller uønsket. (S)<br>En prosess som forårsaker radioaktive stoffers tilstedeværelse på slike steder. (V)<br>2. Tilstedeværelse av et radioaktivt stoff på en overflate i mengder på over 0,4 Bq / cm <sup>2</sup> for beta- og gamma-emittere og alfa-emittere med lav toksisitet, eller 0,04 Bq / cm <sup>2</sup> for alle andre alfa-emittere   |
| <i>kontrollert område</i>             | IAEA: "Et definert område der spesifikke beskyttelsesforanstaltninger og sikkerhetsbestemmelser er etablert eller kan være nødvendige for å kontrollere eksponering for radioaktiv stråling eller hindre spredning av forurensning under normale arbeidsforhold, og hindre eller begrense omfanget av potensiell eksponering for stråling."<br><br>NSM: "...område som omgir beskyttet eller sperret område. Et kontrollert område fungerer som en buffersone mellom område med allmenn ferdsel og de rom hvor det behandles gradert informasjon ved at adgang skal begrenses til de som har et tjenstlig behov for opphold." |
| <i>KS</i>                             | Kvalitetssikring  |
| <i>KS1</i>                            | Første kvalitetssikringsfase i Finansdepartementets kvalitetssikringsregime.  |
| <i>KS-regimet</i>                     | Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av store statlige investeringsprosjekter   |



|  |  |
|--|--|
| <i>KVU</i>                               | Konseptvalgstudning  |
| <i>lokalt lagringsbuffer</i>             | Areal eller bygning avsatt til midlertidig lagring av avfall og/eller kontaminert utstyr mellom arbeidsfaser   |
| <i>MD</i>                                | Miljødirektoratet  |
| <i>NDA</i>                               | Nuclear decommissioning agency   |
| <i>NFD</i>                               | Nærings- og fiskeridepartementet   |
| <i>NIRAS/ONDRAF</i>                      | National Agency for Radioactive Waste and Enriched Fissile   |
| <i>NKS</i>                               | Nuclear Knowledge Summit   |
| <i>NRC</i>                               | Nuclear Regulatory Commission  |
| <i>NSM</i>                               | Nasjonal sikkerhetsmyndighet   |
| <i>OED</i>                               | Olje- og energidepartementet   |
| <i>OSPAR</i>                             | Oslo Paris Convension  |
| <i>overvåket område</i>                  | Virksomheten skal klassifisere arbeidsplassen som overvåket område, dersom arbeidstakere kan utsettes for stråledoser som overstiger 1 mSv per år, eller dersom dosen til hendene kan overstige 50 mSv per år.   |
| <i>RAD</i>                               | Radioaktivt avfall fra dekommisjoneringen  |
| <i>regulatorisk kontroll</i>             | Konsesjonbelagte anlegg og områder etter atomenergilooven  |
| <i>RWM</i>                               | Rad Waste Management – strategi for håndtering av radioaktivt avfall. I denne rapporten benyttes full deponering eller resirkulering på tomten eller på annen lokasjon.  |
| <i>sluttlagring</i>                      | Plassering av avfall i et egnet sluttlager. Forutsetter at det ikke foreligger hensikt om ta dette ut igjen.<br>Vi skiller mellom lagring og sluttlagring: Sluttlagring brukes når det ikke foreligger hensikt om fremtidig uthenting; lagring brukes når det foreligger hensikt om fremtidig uthenting/flytting.  |
| <i>SMK</i>                               | Statsministerens kontor  |
| <i>spesifikasjoner for avfallspakker</i> | Et sett med kvantitative krav for håndtering, transport, lagring og deponering som skal oppfylles av en avfallspakke.  |
| <i>SSM</i>                               | Svenske Strålsäkerhetsmyndigheten  |
| <i>styring av brukt brensel</i>          | Alle aktiviteter, administrative og operasjonelle, som er involvert i behandling og lagring av brukt brensel.  |
| <i>SVAFO</i>                             | Svensk kjernekraftavfalls håndtering   |
| <i>TØI</i>                               | Transportøkonomisk Institutt   |
| <i>UD</i>                                | Utenriksdepartementet  |
| <i>utsatt demontering</i>                | Demontering blir utsatt etter permanent avstengning av et anlegg . For et atomkraftverk blir brenselet først fjernet. Anlegget som inneholder radioaktivt materiale eller deler av dette, behandles eller settes i en slik tilstand at det kan lagres. Anlegget opprettholdes til det senere kan dekontamineres og / eller demonteres. Utsatt demontering kan involvere tidlig demontering av enkelte deler av anlegget og tidlig behandling av noe radioaktivt materiale, som fjernes fra anlegget som et forberedende trinn før lagring av resterende deler av anlegget. |
| <i>UNEP</i>                              | United Nations Environment Programme   |
| <i>WAC</i>                               | Waste Acceptance Criteria  |
| <i>WF</i>                                | Waste treatment facility   |
| <i>WISE</i>                              | World Information Service on Energy  |
| <i>WNA</i>                               | World Nuclear Association  |

# 1 INNLEDNING

Nærings- og fiskeridepartementet arbeider med å utrede framtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller. Dette dokumentet er grunnlagsdokumentasjon for prosessen fram til KS1 trinn 2 for framtidig dekommisjonering av IFEs nukleære anlegg (heretter omtalt som utredningen og KVVU trinn 2). Dekommisjonering innebærer gjennomføring av administrative og tekniske tiltak for å fjerne deler eller all regulatoriske kontroll av et område etter atomenergiloven /D119/. Utredningen bygger på tidligere utredninger som er gjort innen det samme temaet. Dette inkluderer en konseptvalgsutredning (KVVU) fra 2015 og tilhørende kvalitetssikringsrapport (KS1) fra 2016.

Utredningen er i hovedsak utarbeidet i henhold til anbefalt innhold i et sentralt styringsdokument<sup>1</sup>. Enkelte forhold er imidlertid omtalt mer overordnet, og noen tilpasninger er gjort, som følge av at prosjektet ennå er i en tidlig fase, og for å ta hensyn til etableringen av Norsk nukleær dekommisjonering (NND) og deres arbeid på dette området. NND har informert utreder om at de vil utarbeide et tilleggsnotat til denne utredningen. I dette notatet vil NND blant annet redegjøre for vurderinger knyttet til valg av kontraktsstrategi, samt prosjektets organisering og ansvarsdeling.

Denne utredningen inkluderer nye vurdering knyttet til dekommisjonering av de nukleære anleggene både i Halden og på Kjeller. Rapporten erstatter dermed rapporten fra desember 2018 «Grunnlagsdokumentasjon fram til KS1 trinn 2. Dekommisjonering av de Norske nukleære anleggene i Halden».

## 1.1 Gjennomføring

Arbeidet med utredningen er basert på internasjonal beste praksis og IAEAs retningslinjer. Utredningen er utarbeidet av DNV GL for IFE. Vurderinger som er gjort i utredningen er basert på faglige innspill fra IFE der det ikke er redegjort for annet. I løpet av utredningsarbeidet våren 2019 har det vært avholdt to møter med NND hvor sentrale forhold i utredningen har vært presentert og diskutert.

Som underlag for KVVU trinn 2 har Studsvik, en spesialisert leverandør av tjenester til atomenergiindustrien<sup>2</sup>, utarbeidet to tekniske rapporter som inngår i grunnlaget for kostnadsestimeringen. De tekniske rapportene omfatter:


- Kartlegging av radioaktivt materiale med estimering av avfallsmengder og -type (kontamineringsnivå) fra dekommisjonering, jf. vedlegg C /D122/
- Beskrivelse av ulike konsepter for avfallshåndtering med tilhørende kostnadsestimat, jf. vedlegg D /D123/

Utredningen skal kvalitetssikres eksternt i henhold til Finansdepartementets regime for kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter (KS1 trinn 2). Sammen med KS1 trinn 2 og tidligere utredninger vil KVVU trinn 2 danne underlag for Regjeringens valg av dekommisjoneringsnivå ved avvikling av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller.

Vurdering av løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall er ikke en del av denne utredningen. Oppbevaring av radioaktivt avfall ble i forbindelse med KVVU (2015) og KS1 (2016) behandlet i en egen utredning. Det er imidlertid klare sammenhenger mellom problemstillingene i denne utredningen og oppbevaring av radioaktivt avfall. Lagrene for brukt brensel ligger i dag på IFEs områder i Halden og på Kjeller. Dersom brenselet blir liggende på områdene vil dette begrense områdenes framtidige bruk.

<sup>1</sup> Sentralt styringsdokument er grunnlagsdokumentasjon for KS2 under Finansdepartementets kvalitetssikringsregime.

<sup>2</sup> Cyclife, et selskap tilknyttet Studsvik, tilbyr blant annet løsninger for off-site resirkulering av radioaktivt avfall



Det er per dags dato ikke tatt en beslutning om framtidig oppbevaring av brukt brensel. Valg av oppbevaringsløsning for brukt brensel vil kunne påvirke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten for ulike dekommisjoneringsnivå. Vurdering av dekommisjoneringstiltak må derfor sees i sammenheng med oppbevaringsløsning for brukt brensel og annet radioaktivt avfall.

## 1.2 Spørsmålene som besvares i rapporten

Ved nedstengning av forskningsreaktorene i Halden og på Kjeller er det behov for å avklare hvilke tiltak som skal gjennomføres ved nedbygging av anleggene, og ønsket slutttilstand for området som skal dekommisjoneres. I de foreliggende KVVU- og KS1-utredningene er det vurdert tre dekommisjoneringsnivåer for henholdsvis Kjeller og Halden; 1) ubegrenset bruk, 2) begrenset bruk til annen næringsvirksomhet og 3) fortsatt nukleær virksomhet. I tillegg er et nullalternativ som innebærer ingen virksomhet («sikker dvale»), vurdert. Med bakgrunn i vurderingene fra KVVU (2015) og KS1 (2016) ønsker Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) å konkretisere nærmere konseptene «ubegrenset bruk» og «begrenset bruk» innen forprosjektet igangsettes. Hovedformålet med denne utredningen er å konkretisere de to tiltaksalternativene, oppdatere kostnadsestimat og klargjøre forutsetningene for videre arbeid i forprosjektfasen.

## 2 SITUASJONSBSKRIVELSE

Den nukleære virksomheten som finnes i Norge i dag er lokalisert i Halden og på Kjeller. Virksomheten er et resultat av statlig initiativ etter andre verdenskrig og er blitt benyttet til forskningsformål.

Atomreaktorene og øvrige nukleære anlegg eies og driftes av Institutt for energiteknikk (IFE). IFE ble grunnlagt i 1948 (under navnet Institutt for Atomenergi; IFA), og er i dag en selvstendig forskningsstiftelse innen energi- og nukleærteknologi med en årlig omsetning på om lag 1 milliard kroner og 600 ansatte /D117/.

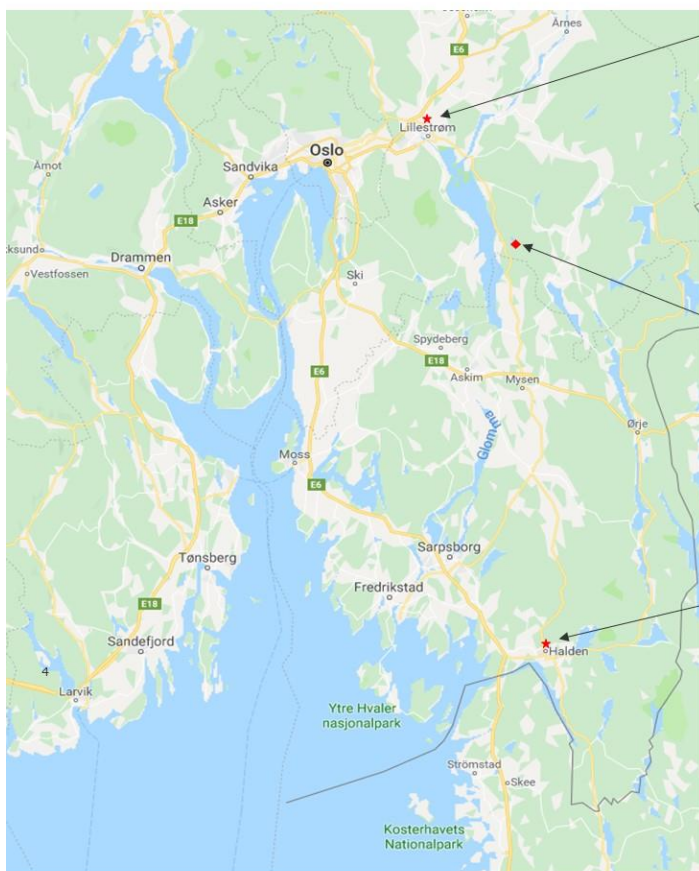
Siden 1950-tallet har Norge hatt fire atomreaktorer som er benyttet til forskningsformål. Tre av disse er lokalisert på Kjeller og en i Halden. JEEP II reaktoren ble besluttet permanent stengt 24. april 2019 og er kjørt ned i sikker tilstand for avvikling, mens de to andre reaktorene på Kjeller ble stengt på 1960-tallet. Reaktoren i Halden (HBWR) ble besluttet permanent stengt 27. juni 2018 og er i en sikker nedkjølt tilstand. Brenselet og tungtvann er fortsatt i reaktoren i Halden, mens brensel og tungtvann er fjernet fra JEEP II på Kjeller.

Det er flere anlegg i Halden og på Kjeller som er tilknyttet reaktordriften. Disse er sammen med reaktoranleggene underlagt regulatorisk kontroll i henhold til atomenergiloven (konsesjonsplikt). Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet (DSA) er ansvarlig for forvaltning og tilsyn med de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller.

Om lag 17 tonn brukt reaktorbrensel er i dag midlertidig lagret i tilknytning til den nukleære virksomheten i Halden og på Kjeller i påvente av endelig deponiløsning /D118/. Det er foreløpig ikke besluttet hvor dette avfallet skal deponeres for endelig oppbevaring og studier pågår. Dette arbeidet ledes av NND.

Annet radioaktivt avfall lagres i KLDRA (Kombinert Lager og Deponi for lav- og mellomaktivt Radioaktivt Avfall) i Himdalen, i Aurskog-Høland kommune. KLDRA er eid av Statsbygg og driftes av IFE. Kapasiteten i KLDRA er begrenset kapasitet. Norge planlegger derfor å bygge et nytt anlegg for lavt- og mellomaktivt radioaktivt avfall. Anlegget skal, i tillegg til å ta imot dagens avfall, også kunne ta imot avfall fra nedbyggingen av den nukleære virksomheten i Halden og på Kjeller /D118/.

Figur 2-1 viser en oversikt over de nukleære anleggene i Norge.



Kjeller



Foto: IFE

KLDRA (Himdalen), Aurskog--Høland

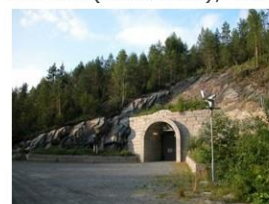


Foto: IFE



Foto: Aftenposten

Halden



Foto: VG

**Figur 2-1. Oversiktskart over de nukleære anleggene i Norge**

## 2.1 Omfang av dekommisjoneringsprosjektet i Halden

Den nukleære virksomheten i Halden ligger på to lokasjoner; Tistedalsgata 20 og Os Allé 5. Mesteparten av virksomheten ligger i Tistedalsgata 20. Dette er et inngjerdet område på ca. 170 mål /D012/. Tomten eies av Norske Skog med unntak av ca. 170 m<sup>2</sup> som er solgt til IFE. Helt siden Halden-reaktoren ble satt i drift i 1959 har det vært nukleær virksomhet på dette området. Figuren under viser et oversiktsbilde over IFEs virksomhet i Halden. Anleggene er plassert i sentrumsnære områder med Norske Skog (Sagbruks) som nærmeste nabo til virksomheten i Tistedalsgata 20.



**Figur 2-2. Oversiktskart med plassering av IFE nukleære virksomhet i Halden (rødmarkerte områder)**

IFEs konsesjonsbelagte anlegg i Tistedalsgata 20 omfatter blant annet reaktoren (HBWR), reaktorbygget i fjellhallen og lager for brukt brensel. HBWR er en 25 MW tungtvannsmoderert reaktor. Reaktoren er plassert ca. 100 meter inn i en fjellhall, med overbyggende fjell på ca. 30-50 meter. Grunnvann som lekker inn i reaktorhallen blir samlet opp og pumpet til oppsamlingstanker, innlekkasjen er i gjennomsnitt på 25 kubikkmeter per døgn /D012/.

Brenselinstrumentverkstedet (BIV) er det eneste anlegget i Os Allé 5 som er underlagt konsesjonsplikt<sup>3</sup>. Verkstedet ligger i første etasje i en fireetasjers murbygning i et nærings- og boligområde sentralt i Halden. Øvrige etasjer inneholder kontorer for ledelse og administrasjon for IFE og for teknisk personell /D012/.

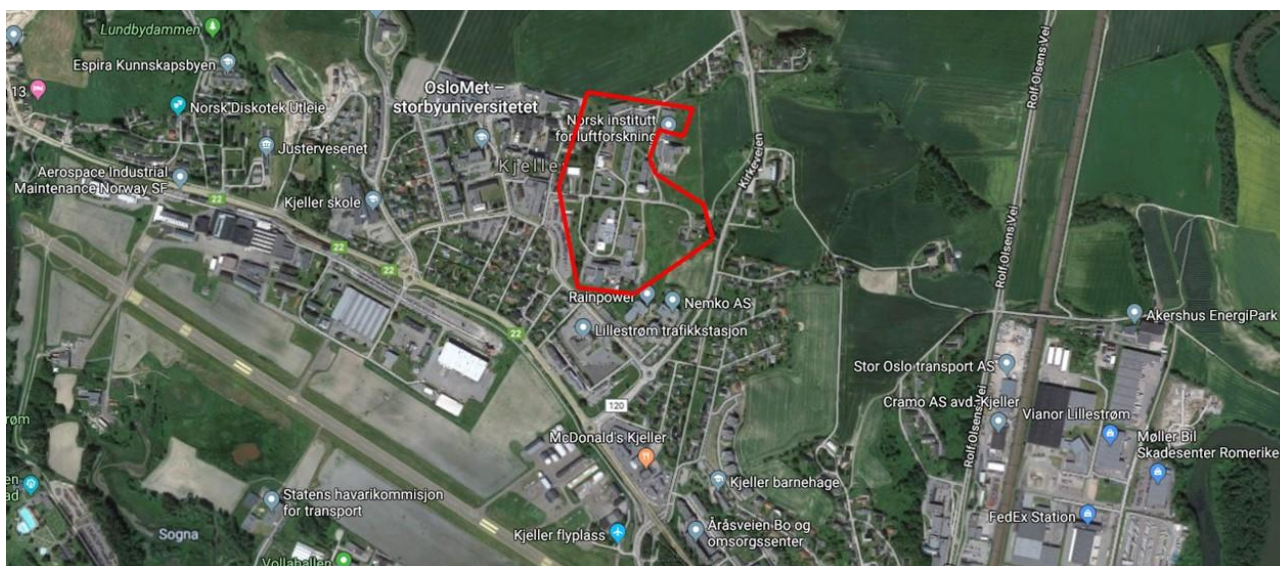
Regjeringen ga i desember 2014 IFE konsesjon for videre drift av Halden-reaktoren i seks år, til utgangen av 2020<sup>4</sup>. Arbeid med ny konsesjonssøknad for å eie og drifte HBWR etter 2020 pågår.

## 2.2 Omfang av dekommisjoneringsprosjektet på Kjeller

IFEs nukleære virksomhet på Kjeller ligger i Kjeller teknologipark. Arealet IFE disponerer på Kjeller er på totalt 175 mål, hvorav ca. 25 mål er dekket av bygningsmasse /D012/. Kartet under viser et oversiktsbilde av plassering av IFEs nukleære virksomhet på Kjeller.

<sup>3</sup> BIV er regulert inn under anleggene på Kjeller, ikke øvrige anlegg i Halden.

<sup>4</sup> Inkluderer ikke Brenselinstrumentverkstedet i Os alleé i Halden som inngår i konsesjonen for Kjeller.



**Figur 2-3. Oversiktskart med plassering av IFE områder på Kjeller (rødmarkert område)**

IFEs konsesjonsbelagte anlegg på Kjeller inkluderer forskningsreaktoren JEEP II, Metallurgisk laboratorium I (Met.lab. I), Metallurgisk laboratorium II (Met.lab. II), anlegg for mottak og behandling av radioaktivt avfall (Radavfallsanlegget) og lagre for bestrålt og ubestrålt brensel. De tidligere forskningsreaktorene JEEP I og NORA ble stengt i 1967 og nedbygget kort tid etterpå /D104/. Disse er også under regulativ kontroll som en del av atomanlegget på Kjeller, men med nye bruksområder /D104/. Bygningen til NORA benyttes til arkiv og lager for JEEP II, mens bygningen hvor JEEP I er lokalisert er inntil nylig blitt brukt som gammabestrålingsanlegg.

På Kjeller kjenner man til at det er det håndtert radioaktivt materiale også i bygninger som ikke er konsesjonsbelagte. Det kan som følge være forekomster av radioaktivt avfall også i disse byggene. Som følge av søl eller tidligere aktivitet forventes det også at det kan være masser i grunnen som er forurenset. Det finnes et rørpostanlegg som går i bakken mellom isotoplaboratoriet og JEEP II og kjemibygget og JEEP II, samt en utslippsledning fra anleggene til Radavfallsanlegget og videre til Nitelva (NALFA). Rørpostanlegget og utslippsledningen kan ha ført til forurensing av grunn.

JEEP II er en tungtvannsmoderert reaktor med maksimal varmeeffekt på 2 MW. Den er vært benyttet til grunnforskning i materialfysikk og bestråling av materialer for teknisk og industriell bruk. Virksomheten ved Met.lab. I omfatter metallurgisk forskning, samt utvikling og drift av IFEs mekaniske verksted. På Met.lab. II er der blitt produsert brensel til reaktorene og etterundersøkelser av bestrålt materiale er gjennomført i hotceller.

Radavfallsanlegget er Norges nasjonale anlegg for mottak, behandling og mellomlagring av lav- og mellomaktivt avfall. Anlegget mottar ikke bare avfall fra IFEs reaktorer men også fra andre norske brukere som helsevesen, industri, forskning og forsvaret /D012/. Ved en dekommisjonering av anlegget må det etableres et radavfallsbehandlingsanlegg et annet sted for å håndtere radioaktivt avfall i framtiden.

I desember 2018 ga regjeringen IFE fornyet konsesjonen for å eie og drive atomanleggene på Kjeller<sup>5</sup> fram til utgangen av 2028.

<sup>5</sup> Brenselinstrumentverkstedet i Os allé i Halden inngår også i konsesjonen for atomanleggene på Kjeller.

## 3 PROSJEKTES OVERORDNEDE RAMMER

I denne delen beskrives prosjekts overordnede rammer. Problembeskrivelsen redegjør for det samfunnsbehovet som prosjektet har som mål å løse, det vil si hensikten med prosjektet. Videre beskrives de strategiske målene og kravene som prosjektet skal gjennomføres innenfor, samt kritiske suksessfaktorer som er viktig for å oppnå målene med prosjektet.

### 3.1 Problembeskrivelse

Reaktorene og øvrige bygninger i Halden og på Kjeller har vært benyttet til håndtering av aktivt materiale og brensel. Utstyr, materiale og deler av bygningene kan som følge være kontaminert og/eller aktivert, og utgjør ulike typer radioaktivt avfall. Radioaktiv stråling er en naturlig del av vår tilværelse, og naturlige radioaktive stoffer finnes overalt i relativt lave konsentrasjoner. Vi utsettes for stråling fra våre omgivelser og innvendig fra stoffer vi har i kroppen. I Norge mottar det enkelte menneske i gjennomsnitt en samlet årtdose på ca. 3 mSv pr år<sup>6</sup> som følge av naturlig bakgrunnsstråling, hvorav radon utgjør ca. 2 mSv /D012/. Bakgrunnsstrålingen kan imidlertid variere betydelig fra sted til sted på grunn av forskjeller i naturlig forekomst av radioaktivitet i grunnen, blant annet radon.

Det er bruken av radioaktive kilder som generer radioaktivt avfall. Radioaktivt avfall er definert som avfall med en radioaktiv stråling over bestemte grenseverdier /D090/. Hovedkildene til produksjon av radioaktivt avfall i Norge er de nukleære forskningsreaktorene på Kjeller og i Halden. I tillegg produseres det radioaktivt avfall på sykehus, i industrien, universiteter og forskningsinstitusjoner, samt private husholdninger.

Ved eksponering for store stråledoser kan radioaktive kilder gi skadelige virkninger, og i verste fall forårsake sykdom og død. Ved håndtering av radioaktivitet setter norske lover og forskrifter<sup>7</sup> klare krav for hva som er tillatt eksponering av stråling for mennesker, og grenser for utslipp av radioaktivitet til omgivelsene. For høyaktivt radioaktivt avfall, som brukt brensel, vil direkte kontakt være umiddelbart dødbringende. Hoveddelen av lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall kan imidlertid håndteres uten fare for helse eller miljø, og for denne type avfall er kravene til sikkerhet i hovedsak knyttet til å unngå ukontrollert spredning av strålekilder som kan utgjøre en helse- og miljørisiko.

Ved nedlegging av IFEs forskningsreaktorer og tilhørende anlegg følger det av atomenergiloven at eier av anlegget plikter å gjøre nødvendige tiltak for å sikre at anlegget etter nedlegging ikke utgjør en fare for den allmenne sikkerheten /D115/. Tiltakene krever godkjenning av Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet (DSA).

Hva som er å anse som nødvendig tiltak i denne sammenheng avhenger av den radioaktive forurensingen på området (anleggenes tilstand) og bruken av områdene etter at tiltak er gjennomført. Gjennomføring av tiltak omtales gjerne som dekommisjonering og omfatter fjerning av radioaktive kilder ved demontering av utstyr og systemer og eventuell riving av strukturer og bygninger, samt overføring av radioaktivt materiale, -avfall og -komponenter til et anlegg som er godkjent for mottak eller lager/deponi.

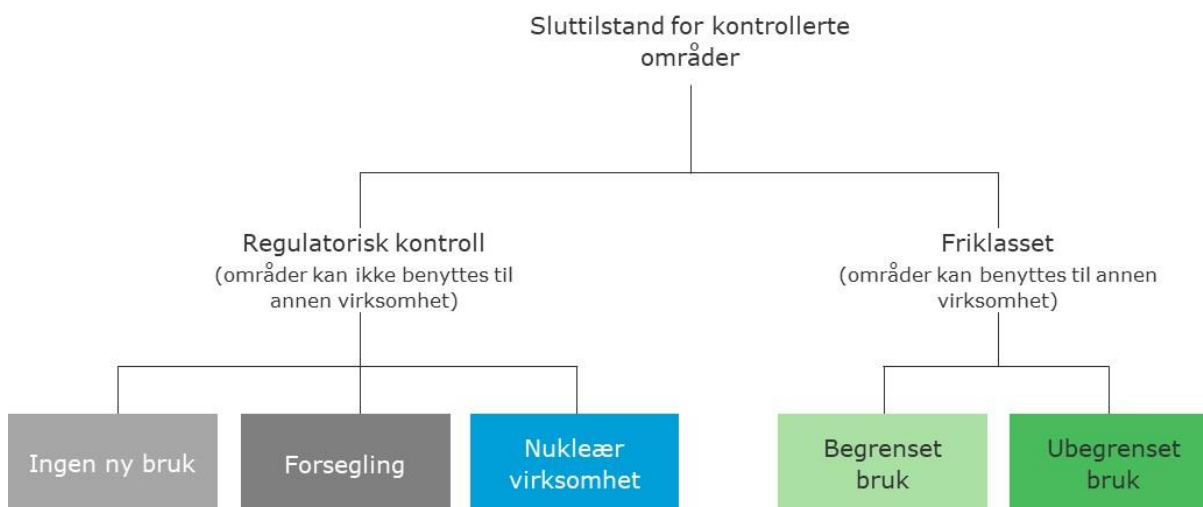
I KVV (2015) /D012/ og KS1 (2016) /D078/ ble alternative nivåer for dekommisjonering vurdert. Disse er illustrert i Figur 3-1. De ulike dekommisjoneringsnivåene defineres både gjennom den fysiske

<sup>6</sup> Mens mengden radioaktivitet i en strålekilde måles i Bequerell, måles den biologiske virkning av absorbert stråling i Sievert (Sv). Innen medisinen opererer man oftest med doser av ioniserende stråling som kan skade levende celler. For å standardisere og sammenligne risikoen for stråleskade fra forskjellige typer ioniserende stråling benytter man derfor enheten sievert (Sv).

<sup>7</sup> Dette følger av Atomenergiloven, Strålevernsloven og Forurensningsloven med tilhørende forskrifter.



tilstanden for arealene etter tiltak er gjennomført (slutttilstand) og hvilket kontroll- og overvåkningsbehov de ulike slutttilstandene krever.



**Figur 3-1. Alternative slutttilstander for atomanleggene etter nedlegging**

Både KVU (2015) og KS1 (2016) konkluderer med at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å gjennomføre tiltak som innebærer at de nukleære anleggene faller utenfor regulatorisk kontroll (friklasses), gitt at brukt brensel er fjernet fra områdene som skal dekommisjoneres. Konklusjonen gjelder både for IFEs nukleære virksomhet i Halden og på Kjeller. En bygning eller et område kan frigis fra regulatorisk kontroll når radioaktivt materiale er fjernet til det nivå som kreves. Det er vanlig å benytte en dosegrense på 1 mSv per år, utover bakgrunnsstråling, som en øvre grense for eksponering til allmennheten /D072/. Noen land benytter et konsept med en maksimal stråling fra området på 10 µSv per år utover bakgrunnsstråling for frigivelse av områder fra regulatorisk kontroll /D072/.

På bakgrunn av vurderingene gjort i KVU (2015) og KS1 (2016) er denne utredningen avgrenset til å vurdere tiltak som innebærer at områdene frigis for annen bruk; slutttilstandene *begrenset bruk* og *ubegrenset bruk*, jf. utrednings mandat i vedlegg A. Disse omtales i det videre som tiltaksalternativene. Hovedforskjellen på de to alternativene er at det ved *begrenset bruk* vil kreve færre tiltak enn ved *ubegrenset bruk*. Samtidig vil tiltaksalternativet *begrenset bruk* medføre restriksjoner på bruken av området etter dekommisjonering, mens det ikke vil være tilfellet ved dekommisjonering til *ubegrenset bruk*.

## 3.2 De viktigste behovene

I forbindelse med utarbeidelse av KVU (2015) /D012/ ble det gjennomført en behovsanalyse. De viktigste behovene som ble identifisert i KVUen (2015) og vurderingene fra KS1 (2016) er oppsummert i dette kapittelet.

Samfunnsbehovet er i KVUen (2015) definert som: *En forsvarlig løsning knyttet til dekommisjonering av de nukleære anleggene på Kjeller og i Halden.* Dette anses fortsatt som et relevant samfunnsbehov, understreket gjennom krav i atomenergiloven om at det skal gjennomføres nødvendige tiltak ved nedleggelse av atomanlegg for å sikre at anlegget ikke blir til fare for den allmenne sikkerhet /D115/.

Videre er behovet for å begrense radioaktiv stråling og å ivareta sikkerheten for mennesker og miljø identifisert å ha overordnet betydning og utgjør dermed de primære behovene ved en dekommisjonering. KVUen (2015) har definert følgende primære behov /D012/:

- B1 - Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse

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

B1 og B3 anses som relevante. Med avgrensingen som er gjort for tiltaksalternativene *begrenset bruk* og *ubegrenset bruk* i denne utredningen, anses derimot B2 som mindre relevant da behovene skal være knyttet til en framtidig ønsket tilstand /D116/. Å sikre områdene mot tyveri av radioaktivt materiale eller uønsket inntrenging i gjennomføringsfasen vil imidlertid fortsatt være svært viktig.

Andre behov som inkludert i KVU (2015) og er listet opp av enkelte interessenter er:

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

Behov B4 til B6 kan sies å stå i en årsakssammenheng der de underbygger de primære behovene. KVUen (2015) viser til at listen dermed lar seg vanskelig prioritere. Opplevd trygghet er for eksempel avhengig av den reelle tilstanden som igjen vil påvirke gjenbruk av arealer og fasiliteter.

I tillegg til overnevnte behov peker KS1 (2016) /D078/ særlig på at prinsippet om at «forurensere betaler» er et svært relevant prinsipp som bør tilleggs mer vekt enn det som er gjort i KVUen (2015). 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. Dette innebærer at alle kostnader, både private og eksterne, bæres av forurensere, noe som sikrer samsvar mellom privat- og samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Utreder mener at prinsippet om at «forurensere betaler» er ivaretatt gjennom behovene definert i KVU (2015). Behovet B5 - Gjenbruk av arealer og anlegg vil blant annet kreve at tiltak som innebærer at prinsippet om at forurensere betaler overholdes.

I KVU (2015) ble det også identifisert flere viktige behov knyttet til gjennomføring av prosjektet, herunder klarhet i organisering og ansvarsdeling, klarhet i finansiering, samt tilgang til rett kompetanse. Disse kan anses som kritiske suksessfaktorer for å realisere øvrige behov, heller enn et uttrykk for en framtidig ønsket tilstand, og omtales i forbindelse med prosjektstrategien i kapittel 4. Videre ble det i KVU (2015) identifisert flere ønsker knyttet til ringvirkninger av et dekommisjoneringsprosjekt, herunder ivaretagelse av arbeidsplasser, verdiskapning gjennom økt aktivitet under dekommisjeringen og teknologisk kompetanseheving. Dette er behov, eller ønsker, det ikke er funnet empirisk belegg eller gode nok argumenter for å kunne vurdere på en systematisk måte som ikke-prissatte virkninger som vil ha en betydelig effekt på alternativene i analysen, og er derfor ikke tillagt vekt i denne videre utredningen.

### 3.3 Strategiske mål

Behovene, oppsummert i forrige kapittel, danner grunnlag for de strategiske målene definert i dette kapitlet. Behovene uttrykker en framtidig ønsket tilstand, mens de strategiske målene konkretiserer og tidfester hva man ønsker å oppnå /D116/. Målene er dermed med på å klargjøre retningen for det en ønsker å oppnå gjennom prosjektet. Målene kan således sees på som prosjektets mest sentrale suksesskriterier /D116/.

Målene, er i likhet med behovet, definert med formål å beskrive relevante egenskaper ved ønsket tilstand etter gjennomføring av prosjektet, og er ikke knyttet til selve gjennomføringen /D116/. Målene i denne utredningen er basert på målene som er formulert i KVU (2015) og KS1 (2016), men forsøkt konkretisert ytterligere.

Samfunnsmålet beskriver hvilken samfunnsutvikling en dekommisjonering skal bygge opp under og tar utgangspunkt i krav i atomenergilooven /D115/.

## SAMFUNNSMÅL

*Målet med prosjektet er å treffe nødvendige tiltak for å sikre at de nukleære anlegg i Halden og på Kjeller etter nedlegging ikke blir til fare for den allmenne sikkerhet eller medfører skade på miljøet.*

For å støtte opp under samfunnsmålet er det definert tre effektmål. Effektmålene er konkretisert med bakgrunn i avgrensningene av konsepter som ligger til grunn for utredningen. Effektmålene er satt opp i prioritert rekkefølge i tabellen under, sammen med de viktigste resultatindikatorne og tilhørende grenseverdier.

**Tabell 3-1. Oversikt over prosjektets effektmål**

| ID | Effektmål  | Resultatindikator  | Verdi på indikator   |
|----|--|--|--|
| E1 | Minimere risikoen for at radioaktive kilder fra de nukleære anlegg i Halden og på Kjeller kan medføre skader på mennesker helse eller miljøet. | E1.1 De nukleære anleggene i Halden og på Kjeller er frigitt til annen bruk.           | E1.1 Regulerte områder tilfredsstillende gjeldende krav for friklassing.   |
| E2 | Minimere kostnader knyttet til regulatorisk kontroll av anlegg i Halden og på Kjeller.   | E2.1 Ingen eller svært begrenset krav til kontrollregime.                              | E2.1 Kostnader knyttet til oppfølging, drift og vedlikehold av kontrollregime er minimert.                       |
| E3 | Økt bruksverdi av områdene som de nukleære anlegg i Halden og på Kjeller i dag beslaglegger.   | E3.1 Betalingsvillighet for å benytte områdene som er dekommisjonert til andre formål. | E3.1 Bruksverdien for områdene som er dekommisjonert er i henhold til markedsverdien for sammenlignbare områder. |

Effektmålene uttrykker den effekten man ønsker å oppnå etter en dekommisjonering og er således den fremtidige bekreftelsen på i hvilken grad man har lyktes med å nå målet med prosjektet.

Målet med prosjektet er å sikre at de nukleære anlegg i Halden og på Kjeller ikke utgjør en fare for allmenheten eller miljøet når reaktordriften er avviklet. For å sikre dette ønsker man å minimere risikoen for at radioaktive kilder ved anleggene kan medføre skader på mennesker helse eller miljøet. Dette gjør man gjennom å fjerne radioaktive kildene ved anleggene til et nivå hvor den teoretiske radiologiske konsekvensen antas å være forsvinnende liten (friklassede områdene). Som følge av at den nukleære virksomheten er pålagt strenge regulatoriske krav, med formål å minimere risikoen knyttet til virksomheten, vil det at områdene friklasseres også bidra til å minimere framtidige kostnader knyttet å overholde eventuelle regulatorisk krav til sikring og overvåkning, samt legge til rette for økt bruksverdi av områdene ved at de etter dekommisjoneringen kan benyttes til andre formål som for eksempel annen næringsvirksomhet eller boliger.

### 3.4 Overordnede krav

Intensjonen i denne delen er å definere de ytre grense for hva som er mulig og akseptabelt. Kravene som er definert bygger på vurderinger fra KVU (2015) og KS1 (2016), men er i denne utredningen begrenset til overordnede krav med fokus på prosjekts virkninger i samfunnet /D116/.

Relevante krav er listet opp i prioritert rekkefølge i Tabell 3-2.

**Tabell 3-2. Overordnede krav utledet av behov og mål**

| <b>Krav</b>  | <b>Beskrivelse</b>   | <b>Relaterte behov og mål</b>   |
|--|--|---|
| K1: Risikonivå for skadelige virkninger på mennesker helse skal være innenfor akseptable grenser | Dette er et absolutt krav som følger av nasjonale lover og regler. Med akseptable grenser mener man gjeldene grenseverdier som følger av norsk lov og tilhørende forskrifter.  | B1 - Forhindre skadelige virkninger av stråling på menneskers helse<br>E1- Minimere risikoen for at radioaktive kilder fra de nukleære anlegg i Halden og på Kjeller kan medføre skader på mennesker helse eller miljøet.     |
| K2: Risikonivå for skadelige virkninger på miljøet skal være innenfor akseptable grenser         | Dette er et absolutt krav som følger av nasjonale lover og regler. Med akseptable grenser mener man gjeldene grenseverdier som følger av norsk lov.  | B3 - Forhindre skadelige virkninger på miljøet<br>E1- Minimere risikoen for at radioaktive kilder fra de nukleære anlegg i Halden og på Kjeller kan medføre skader på mennesker helse eller miljøet.                          |
| K4: Regulerte områder friklasseres for alternativ anvedendelse                                   | Dette innebærer at regulerte områder etter dekommisjoneringstiltak er gjennomført tilfredsstillende fastsatte krav til friklassing og det åpnes for bruk av områdene til annet bruk enn nukleær virksomhet.  | B5 - Gjenbruk av områdene<br>E2 - minimere kostnader knyttet til regulatorisk kontroll av anlegg i Halden og på Kjeller.<br>E3 - Økt bruksverdi av områdene som de nukleære anlegg i Halden og på Kjeller i dag beslaglegger. |
| K3: Dekommisjonerte områder oppleves som trygge og sikre   | Dette er et krav som vil være nødvendig for å realisere ønsket om gjenbruk av områdene og effekten knyttet til økt bruksverdi av områdene etter dekommisjonering. Dersom områdene ikke oppleves som trygge og sikre er det sannsynlig at dette vil påvirke etterspørselen etter gjenbruk av område, og bruksverdien, negativt. Dette til tross for at myndighetene har frigitt områdene fra regulatorisk kontroll og åpnet for annen bruk. | B5 - Gjenbruk av områdene<br>E3 - Økt bruksverdi av områdene som de nukleære anlegg i Halden og på Kjeller i dag beslaglegger.  |

KS1 (2016) anbefaler at det inkluderes et krav om at «Tiltaket bør sikre at forurenser betaler og at framtidige generasjoner dermed ikke påføres utilbørlige byrder». Utreder mener at dette hensynet er ivaretatt gjennom kravene som allerede er inkludert.

### 3.5 Grensesnitt

Et grensesnitt oppstår der to parter er i et gjensidig påvirkningsforhold. Figur 3-2 viser en oversikt over aktører som har viktige teknisk, organisatoriske og kommersielle grensesnitt til dekommisjoneringsprosjektet.



**Figur 3-2. Viktige grensesnitt**

Figuren belyser både eksterne og prosjektinterne grensesnitt. Ettersom prosjektet skrider fram tydeliggjøres grensesnittene og det anbefales i neste fase av prosjektet å gjøre en nærmere vurdering av relevante grensesnitt. Utarbeidelse av en grensesnittmatrise som viser hovedansvarlig, delansvarlig og gjennomfører kan være et nyttig verktøy for å klargjøre viktige grensesnitt. I det følgende gis en kort beskrivelse av grensesnitt som er identifisert som viktige.


### 3.5.1 Organisatoriske grensesnitt

Viktige grensesnitt av organisatorisk art inkluderer forholdet til myndighetene, forholdet mellom IFE, som dagens eier av de nukleære anleggene, og framtidig eier Norsk Nukleær Dekommisjonering (NND), samt interne prosjektorganisatoriske grensesnitt.

#### Myndighetene

I Norge styres nukleær virksomhet av flere instanser. Helse- og omsorgsdepartementet (HOD) har ansvarlig for atomenergiloven. Dette inkluderer konsesjonsansvar for IFEs nukleære anlegg. Nærings- og fiskeridepartementet har eieransvar for NND. NND bevilgninger midler til IFE for dekommisjoneringsrelaterte aktiviteter. Finansdepartementet har ansvar for statens bevilgninger på alle områder og forvaltning av kvalitetssikringsregime. Klima- og miljødepartementet har ansvar for forurensingsloven som fra og med 2011 omfatter radioaktiv forurensning og avfall.

Utenriksdepartementet har ansvar for eksportkontroll-loven, herunder behandling av eventuelle søknader om eksportlisenser i forbindelse med en dekommisjonering. Videre møtes ansvarlige og berørte departementene for diskusjoner og samarbeid i «den interdepartementale gruppen for nukleære saker». Den interdepartementale gruppen inkluderer 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.



Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet (DSA) ivaretar norsk lovverk knyttet til miljø- og strålevern. Miljødirektoratet ivaretar norsk lovverk knyttet til miljø generelt. Disse tilsynsmyndighetene har i oppgave å påse at aktivitetene ved IFEs nukleære anleggene ikke gir uakseptabelt høy risiko for helse eller miljø i dag og i fremtiden. Sikkerhetsmyndighetene har tilsyn med objektsikring og beredskap ved eventuelle hendelser. Politiets Sikkerhetstjeneste (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 sikring av IFEs nukleære anlegg på Kjeller og i Halden er DSA tilsynsmyndighet.

Ved en dekommisjonering er det viktig å klargjøre og skille mellom oppgaver som er myndighetenes ansvar og som er prosjektansvarlig sitt ansvar. For en effektiv dekommisjonering er det viktig at dette grensesnittet er avklart og ansvarsområder tydelig definert. Det er også viktig at prosjektet har en god dialog med DSA for å sikre en effektiv gjennomføring.

### **IFE og NND**

I dag er det IFE som har ansvar for å drifte og eie de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller. I februar 2018 ble det opprettet en ny statlig etat, Norsk nukleær dekommisjonering (NND), som har fått ansvar for avvikling av nasjonale atomanlegg og håndtering av atomavfall. Hovedoppgaven til NND er å dekommisjonere de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller. Det er planlagt at de nukleære anleggene som i dag eies av IFE vil bli skille ut fra IFEs øvrige virksomhet og overføres til NND innen 2020.

Fram til ansvaret for den nukleære virksomheten er overført til NND er det viktig med et godt samarbeid mellom IFE og NND. Dette for en effektiv planlegging av dekommisjoneringen, unngå usikkerhet og sørge for at sikkerheten ved anleggene til enhver tid er ivaretatt. Et godt samarbeid innebærer også at ansvar og arbeidsoppgaver er avklart.

### **Interne prosjektorganisatoriske grensesnitt**

Under dekommisjoneringsprosjektets planleggingsfase forventes det at den interne prosjektorganisasjonen vil ha ansvar for både planlegging av dekommisjoneringsarbeidet og sikker drift av de nukleære anleggene. Ettersom dekommisjoneringsprosjektet skrider fram forventes det at «drifts-delen» gjennomfører en rekke dekommisjoneringsaktiviteter, herunder fjerning av brensel, drenering av systemer, rydding o.l. For en effektiv gjennomføring er det viktig at ansvarsområdet til drifts-delen og dekommisjonerings-delen er avklart slik at det ikke er oppgaver som faller mellom de to delene og dermed ikke blir fult opp, samt at drifts-delen bidrar og støtter opp under de dekommisjoneringstiltakene som skal gjøres.

Den øvrige interne prosjektorganiseringen er ikke avklart. Når den interne prosjektorganisasjonen avklares bør viktige prosjektinterne grensesnitt tydeliggjøres. Det er avgjørende med en god dialog og et godt samarbeid mellom de ulike fagområdene/delprosjektene. Ettersom et dekommisjoneringsprosjekt i stor grad er avfallsdrevet, vil avfallshåndtering være et område som det er særlig viktig at grensesnittene mot øvrige deler av dekommisjoneringsprosjektet er avklart. Dette omfatter transport, behandlingsstasjoner, behov for mellomagringer etc. Stopp i arbeidene som følge av problemer med logistikken og avfallshåndtering er svært kostnadskrevende. I Halden, hvor reaktoren er plassert inne i en fjellhall og plassen på området rundt er svært begrenset, forventes det at det vil være enda mer avgjørende med en optimalisert avfallshåndtering.

## **3.5.2 Tekniske grensesnitt**

Viktige grensesnitt av teknisk art inkluderer grensesnitt mot andre delprosjekt, herunder valg av løsning for oppbevaring av brukt brensel og lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall.

### **Oppbevaring av brukt brensel**

I dag ligger brukt brensel lagret både på IFEs områder i Halden og på Kjeller. For en vellykket dekommisjonering er det behov for etablering av et midlertidig lager for brukt brensel og en sluttløsning for brenselet. KVV for Oppbevaring av norsk radioaktivt avfall (2015) /D120/ har bl.a. utredet hvilken strategi for oppbevaring av brukt brensel Norge bør velge.

Denne KVUen baserer seg på scenarioet uten brukt brensel, der man antar at brukt brensel flyttes fra Halden og Kjeller. NND leder arbeidet med vurdering av ulike oppbevaringsløsninger for brukt brensel. Ved valg av løsning vil påvirke vil kunne påvirke til hvilket nivå man dekommisjonerer (jf. valgt slutttilstand) og når.

### **Oppbevaring av lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall**

Eksisterende lager og deponi for lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall, KLDRA, har begrenset med gjenværende kapasitet. Uavhengig av valg av strategi for avfallshåndtering vil det ved dekommisjonering av de nukleære anleggene være behov for utvidet kapasitet for deponering av denne type radioaktivt avfall, jf. kapittel 4.1.3.1. Nærings- og fiskeridepartementet har gitt i oppdrag til Statsbygg<sup>8</sup>, som eier KLDRA, å utrede et nytt KLDRA-anlegg, både hvordan anlegget skal utformes og hvor det bør være lokalisert, samt hva det vil koste /D117/.

Oppbevaringsløsning for lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall kan påvirke til hvilket nivå man dekommisjonerer og når. Det pågår et utredningsarbeid for etablering av nytt eller utvidet lager og deponi for lav- og mellomaktivt avfall i Norge. Utredningsarbeidet ledes av Norsk Nukleær Dekommisjonering (NND). Ved valg av løsning bør den løsningen som er mest samfunnsøkonomisk lønnsom velges.

### **Dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller**

Dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller er i utredningen organisert som to delprosjekt. Ved dekommisjonering av anleggene i Halden vil dekommisjoneringen av anleggene på Kjeller være viktig grensesnitt i form av erfaringsutveksling, effektiv utnyttelse av ressurser og kompetanse, og visa versa. Det er forventet at man ved dekommisjonering av de første anleggene vil opparbeide seg verdifull erfaring som øvrige anlegg vil dra nytte av.

## **3.5.3 Kommersielle grensesnitt**

Ved dekommisjonering av de nukleære anlegg i Halden og på Kjeller er det identifisert flere viktige grensesnitt av kommersiell art.


### **Kontraktsparter**

Ved bruk av eksterne aktører som konsulenter, entreprenør og leverandører av nukleære tjenester etc., vil det oppstå et viktig grensesnitt. Det er ved slike forhold viktig å tydelig definere ansvarsområder og ansvarsavgrensninger for å sikre best mulig kostnadskontroll i gjennomføringen av prosjektet.

### **Lokale myndigheter og grunneiere**

Halden kommune og Skedsmo kommune er viktige aktører når det gjelder framtidig bruk av områdene som skal dekommisjoneres. Som ansvarlig lokal myndighet vil kommunenes ønsker og planer for områdene kunne ha stor betydning for valg av tiltaksalternativ. Det er derfor viktig å ha en god dialog med kommunene om framtidig bruk av områdene og avklare dette så tidlig som mulig.

<sup>8</sup> Statsbygg har satt ut utredningsoppdraget til WSP Norge



De nukleære anleggene i Halden ligger i et industriområde som er delvis eid av Norske Skog (Saugbruks), mens de nukleære anleggene på Kjeller ligger i et industriområde eid av IFE. Norske Skog og IFE har som eier av industriområdene dermed en viktig rolle når det gjelder fremtidig bruk av områdene.

### **Andre interessenter**

Dekommisjonering av de nukleære anleggene er et tema som det kan forventes stor interesse både i lokalmiljøet og nasjonalt som følge av egenskapene til radioaktive kilder. Tidligere erfaring er at både media og interesseorganisasjoner vil vise stor interesse for temaet.

I Halden grenser boligområder direkte til næringsområdet hvor atomanlegget er lokalisert og det ligger flere boliger oppe på fjellet som reaktoren er plassert inne i. På Kjeller ligger tilstøtende boligområder litt mer avskjermet, men området hvor de nukleære anleggene ligger omfatter også annen virksomhet. Under dekommisjonering av anleggene må det forventes økt transport til og fra områdene og økt aktivitet på området. For å sikre en effektiv gjennomføring er det viktig å ivareta forholdet til annen virksomhet og nærliggende beboere som vil bli berørt.



## 4 PROSJEKTSTRATEGI

Prosjektstrategien beskriver hvordan prosjektet skal gjennomføres for å best oppnå hensikten og målene for prosjektet. Dette kapitlet beskriver de vurderingene som er gjort i denne utredningen. Vurdering av kontraktsstrategi inngår vanligvis i denne delen av en slik utredning. Etter avtale med Norsk nukleær dekommisjonering (NND) og Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) vil NND redegjøre nærmere for valg av kontraktsstrategi og eventuell tidliginvolvering i et tilleggsnotat til denne utredningen. Kontraktsstrategi er som følge ikke en del av utredningen.

### 4.1 Gjennomføringsstrategi

Gjennomføringsstrategien inneholder en beskrivelse av arbeidsomfang og gjennomføringstid for de to tiltaksalternativene, samt vurderinger knyttet til håndtering av radioaktivt avfall og bruk av eksterne versus interne ressurser i prosjektgjennomføringen.

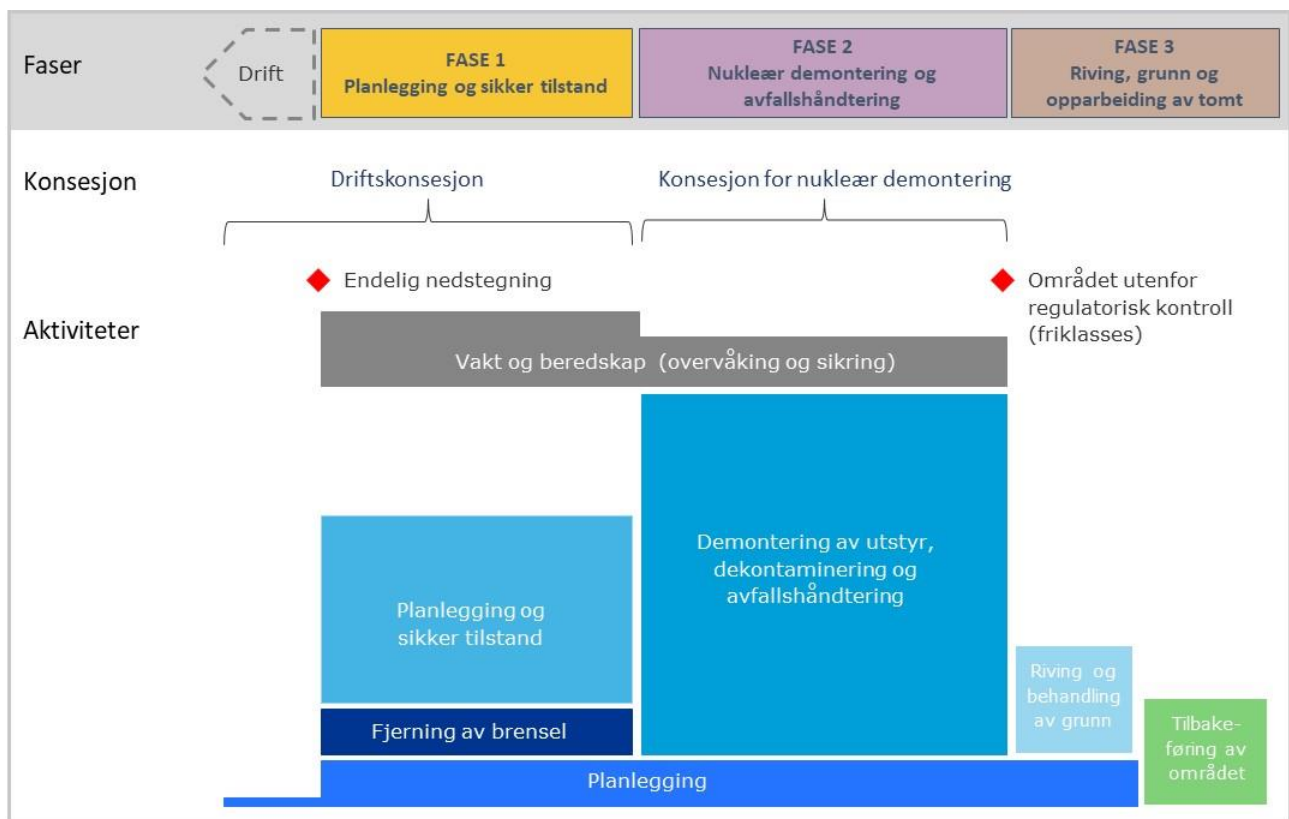
#### 4.1.1 Faseplan for dekommisjoneringsprosjektet

Dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller er i utredningen delt inn i tre faser:

- Fase 1) Planlegging og sikker tilstand
- Fase 2) Nukleær demontering og avfallsbehandling
- Fase 3) Konvensjonell riving og tilbakeføring av området

Fase 1 inkluderer planlegging av dekommisjoneringstiltak og forberedelse for disse, samt nødvendig drift og vedlikehold for å ivareta sikkerheten på anlegget i planleggingsperioden. Sentrale tiltak i fase 1 inkluderer planlegging av dekommisjoneringstiltak, herunder karakterisering av anleggene (fysisk, kjemisk og radiologisk) og prosess for ervervelse av nødvendige godkjennelser, fjerning av brensel og drenering av systemer. Fase 2 er kjernen i dekommisjoneringen og inkluderer den nukleære demonteringen med tilhørende avfallsbehandling og transport til sluttdestinasjon. Den siste fasen, fase 3, starter når radioaktivt materiale er fjernet fra anleggene og konvensjonell riving av bygninger kan gjennomføres. Under enkelte bygg og på bestemte områder er det også forventet at det vil være behov for undersøkelse og fjerning av masser som følge av tidligere utilsiktet utslipp og forurensning av området. Fase 3 inkluderer arbeider knyttet til tilbakeføring av områdene, herunder opparbeiding av områder som er gravd ut.

Tabell 4-1 viser et skjematisk bilde av fasene i dekommisjoneringsprosjektet. En nærmere beskrivelse av hvilke aktiviteter som inngår i de ulike fasene er inkludert i kapittel 5.2.



**Figur 4-1. Skjematiske bilde av fasene i dekommisjoneringsprosjektet**

#### 4.1.2 Beskrivelse av tiltaksalternativene som er vurdert i utredningen

Utredningen omfatter dekommisjonering av alle bygninger og områder i Halden og på Kjeller som er berørt av reaktordriften. Dette inkluderer også bygg og områder som har en historikk som gir grunnlag for å undersøke om det er radioaktivitet fra tidligere aktiviteter. En oversikt over hvilke bygninger og områder som er omfattet av analysen er inkludert i vedlegg B. De nukleære anleggene i henholdsvis Halden og på Kjeller er vurdert samlet. Ved gjennomføring av tiltak kan det imidlertid være hensiktsmessig at den totale dekommisjoneringen organiseres som et program, med et prosjekt for hvert anlegg. En slik tilnærming bør vurderes i senere faser av prosjektet.

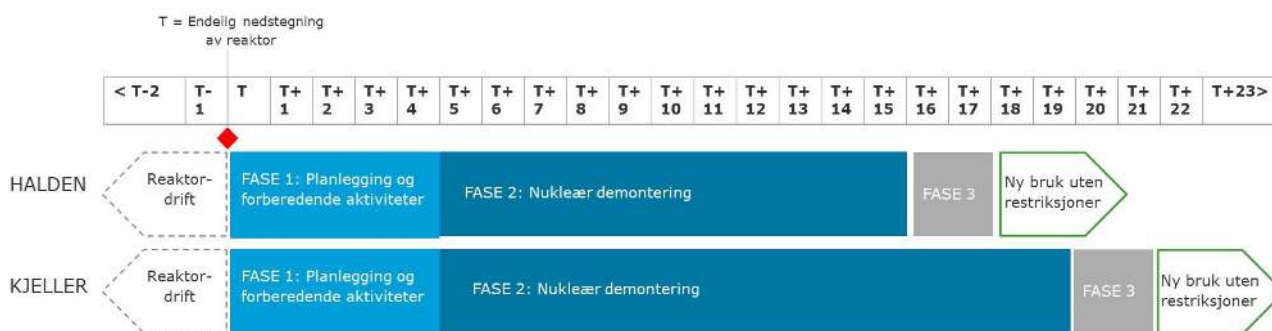
Tidslinjen for dekommisjonering av de ulike anleggene er ikke avklart. År 0 er derfor benyttet som startår for dekommisjonering både i Halden og på Kjeller. Tidslinjen som er skissert tar utgangspunkt i en effektiv gjennomføring og tar ikke hensyn til eventuelle stopp i framdriften ved et anlegg. Godkjenningprosesser fra myndighetene som tar lengre tid enn planlagt, manglende finansiering eller andre uventede hendelser er eksempler på forhold som kan føre til stopp i framdriften. Usikkerheten i gjennomføringstid er reflektert i usikkerhetsanalysen, jf. vedlegg H. Dekommisjoneringsprosjektet både i Halden og på Kjeller består av flere anlegg. Det åpner for en fleksibilitet med tanke på effektiv utnyttelse av ressursene man har tilgjengelig. Ved eventuelle stopp i framdriften på et anlegg kan ressursene som er tilgjengelig benyttes til å gjennomføre tiltak på andre anlegg. Ved en dekommisjonering vil sikkerheten (kvalitet) alltid være bestemmende. For å kunne utnytte fleksibiliteten som ligger i at flere anlegg skal dekommisjoneres kreves det god planlegging og at man har de formelle godkjennelsene og riktig kompetanse tilgjengelig.

##### 4.1.2.1 Ubegrenset bruk

Ved dekommisjonering til ubegrenset bruk vil alle de nukleære anleggene fjernes i sin helhet og det forventes at betydelige masser i grunnen vil måtte graves opp, kontrollmåles og behandles dersom de

inneholder radioaktivt materiale som ikke kan friklasses. Etter dekommisjonering vil det ikke være noen restriksjoner på bruken av området. Det vil si at områdene skal kunne benyttes til boliger, rekreasjonsområder, landbruksareal eller andre formål.

Figur 4-10 viser en tidslinje for hvordan tiltakene ved dekommisjonering til ubegrenset bruk er lagt inn i kostnadsestimeringsmodellen.



**Figur 4-2. Tidslinje for tiltak i tiltaksalternativ begrenset bruk (grunnkalkyle)**

Fase 1 er antatt å vare i fem år både i Halden og på Kjeller. Selve den nukleære demonteringen med tilhørende avfallshåndteringen er forventet å være 11 år for anleggene i Halden og 15 år for anleggene på Kjeller. Fase 3 inkluderer riving av bygninger, undersøkelser av grunnen og opparbeiding av tomt til grøntarealer, samt undersøkelser for endelig frigivelse av områdene. Fase 3 er antatt å vare i to år både i Halden og på Kjeller. Den totale gjennomføringstiden for dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller er forventet å være henholdsvis 18 år og 22 år ved dekommisjonering til ubegrenset bruk.

Varigheten på fase 1 er i henhold til varigheten for planlegging og fjerning av brensel i KVV (2015) og KS1 (2016). Fase 2 omfatter i hovedsak den nukleære demonteringen med tilhørende avfallshåndtering, Varigheten for fase 2 er fastsatt basert på kartlagte avfallsmengder (jf. vedlegg C), estimert antall årsverk for å gjennomføre den nukleære demonteringen og en vurdering av hvor mange personer som kan utføre demonteringsaktiviteter samtidig på et anlegg, uten at det går ut over sikkerheten til de involverte. Fase 3 er vurdert til to år, da det forventes at godkjenningssprosessen for friklassing til ubegrenset bruk erfaringsmessig er en tidkrevende prosess.

Det er lagt til grunn at brensel i Halden og på Kjeller fjernes fra området i løpet av planleggingsperioden (fase 1). Før brenselet kan overføres til ny lokasjon må det kjøles ned og aktivitetssinnholdet for kortlivede fisjonsprodukter må reduseres /D012/. Videre vil alt utstyr, inventar og bygningsmasse fjernes, samt forurenset grunn under bygninger og på reaktortomtene forøvrig.

### Ubegrenset bruk Halden – beskrivelse av tiltak på spesifikke bygninger

Brenselet i HBWR tas ut av reaktoren og fjernes fra området i løpet av fase 1, sammen med annet brensel og langlivet radioaktivt materiale lagret i Tistedalsgata 20. Ved midlertidig lagring av brenselet i reaktoren på området i Halden, må det etableres plass i nåværende lager (Fuel Bunker Building) før utlasting av brensel fra reaktorhallen kan skje.

Videre vil alt utstyr, inventar og bygningsmasse som er under regulatorisk kontroll fjernes. Det innebærer tiltak i reaktorhallen, lagertunnelen, metallurgisk lab, bunkerbygningen, avfallsbehandlingsrom og vaskeri. Øvrige bygninger og områder i Tistedalsgata 20 vil kontrollmåles og forurenset materiale vil behandles. For Brenselinstrumentverkstedet i Os Allé 5 antas det at det er nok å utføre kontroll for å kunne friklasse regulerte områder. I tillegg vil alle bygninger som i dag er under regulatorisk kontroll rives, inkludert Olavshallen. Unntaket er de delene av anlegget som ligger inne i fjellet hvor det ikke anses som mulig å dekommisjonere til ubegrenset bruk. For disse delene vil man

fjerne utstyr og inventar, samt bygningsmasse som utgjør radioaktivt materiale. Mesteparten av betongen inne i fjellhallen og lagertunnel vil dermed bli værende.

Videre vil 1 meter ut fra bygningene og 1 meter ned i grunnen under bygninger som rives, graves opp og undersøkes for kontaminering. I tillegg vil masser der det er identifisert radioaktive kilder, eller forventes at det kan være radioaktive kilder, graves opp og undersøkes. Forurensede masser behandles i henhold til valgt avfallshåndteringsstrategi. Masser som kan friklasses benyttes til å fylle igjen utgravde områder, sammen med eventuell tilkjørt gjenfyllingsmasse. Det er lagt til grunn at det ikke er nødvendig å fjerne utslippsledning fra anleggene i Halden til Tista.

I fjellet, der deler av det nukleære anlegget i Halden ligger, inkludert reaktoren, er det betydelig vanngjennomtrengning. For å unngå stigende vannivå i fjellhallen må vannet i dag kontinuerlig pumpes ut. Det vil være tilfellet også under dekommisjoneringen av anleggene. Det er ikke lagt til grunn at det vil være behov for å fylle fjellhallene med betong eller andre tiltak for å hindre kollaps etter endt dekommisjonering. Erfaringene fra dekommisjonering av reaktoranlegget Chooz A i Frankrike, som i likhet med anlegget i Halden ligger inne i fjellet, viser imidlertid der er det forventet at fjellhallen må fylles med minimum 50 prosent betong for å hindre kollaps.

#### **Ubegrenset bruk Kjeller– beskrivelse av tiltak på spesifikke bygninger**

Pga. en vedlikeholdsinspeksjon var brenselet og tungtvann i JEEP II allerede fjernet fra reaktoren da beslutningen om nedstengning ble tatt i april 2019. Brenselet fra reaktoren, sammen med annet brensel og langlivet materiale lagret på Kjeller, vil fjernes fra området i løpet av fase 1. Deretter vil alt utstyr, inventar og deler av bygningsmasse som inneholder radioaktivt materiale fjernes og behandles i fase 2. I tillegg vil alle bygninger som i dag er under regulatorisk kontroll rives. Det innebærer tiltak i JEEP II, Nora, Jeep I, Jeep I Stavbrønn, Met.lab I, Met.lab II og Radavfallsanlegget. For Lagerbygg 2 forventes det at det er nok å utføre kontroll og eventuelle mindre dekontamineringstiltak for å kunne friklasse bygningen. Nødvendige tiltak i Met.lab I forventes også å være begrenset. Det er lagt til grunn at utslippsledningen fra de enkelte anlegg til Radavfall fjernes i sin helhet. Det er derimot ikke lagt til grunn at utslippsledningen fra Radavfall og til Nitelva må fjernes i sin helhet, kun innerrørt. Tidspunktet for når NALFA-ledninger kan fjernes vil blant annet avhenge av hvor lang tid IFEs radiofarmasivirkosomhet har behov for å benytte ledningen.

Videre vil 1 meter ut fra bygningene og 1 meter ned i grunnen under bygningene som rives, graves opp og undersøkes for kontaminering. Der det er, eller forventes å kunne være, forurensede masser i grunnen vil disse graves opp og undersøkes for kontaminering. Kontaminerte masser vil behandles iht. valgt avfallsbehandlingsstrategi. Masse som kan friklasses benyttes til å fylle igjen utgravde områder, sammen med eventuell tilkjørt gjenfyllingsmasse.

Ved dekommisjonering av Radavfallsanlegget er det lagt til grunn at dette bygges og driftes på annen lokasjon.

#### **4.1.2.2 Begrenset bruk**

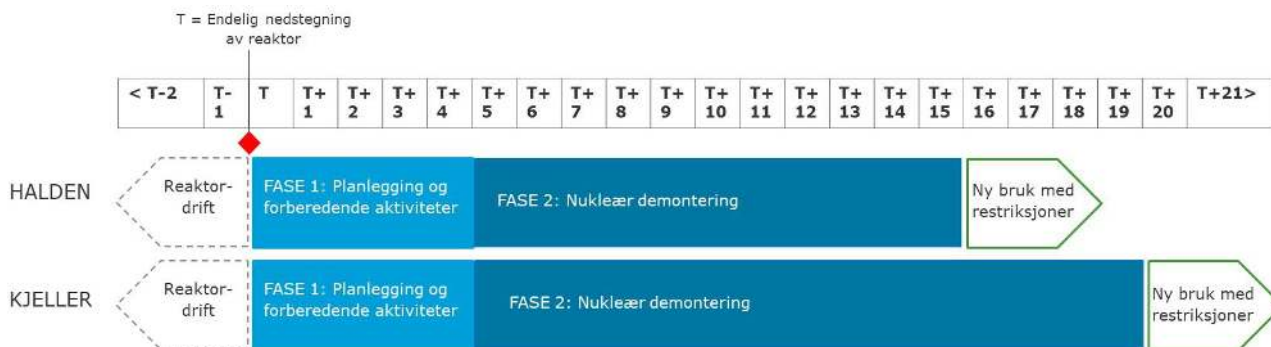
Dekommisjonering til begrenset bruk innebærer at man gjør færre tiltak enn ved dekommisjonering til ubegrenset bruk, men nok til at de regulerte områdene vil kunne friklasses til annen bruk etter gjennomførte tiltak. Grenseverdiene for friklassing er de samme som ved dekommisjonering til ubegrenset bruk, men det vil for dette alterantivet følge begrensninger (restriksjoner) på bruken av områdene etter endt dekommisjonering. Formålet med restriksjonene er å sikre at dosegrensene som er satt, overholdes /D112/. Dersom for eksempel, grunnen i området ikke vurderes å være sikker for landbruksformål, vil det legges restriksjoner på området som hindrer at området brukes til dette. Videre, dersom det er enkelte områder i gjenværende bygninger som man ikke kan oppholde seg i mer enn et bestemt antall timer per år, vil det legges en tidsbegrensning på bruken av slike områder.

Frigivelse av områder for begrenset bruk krever vanligvis løpende involvering fra ansvarlige myndigheter for å sikre at begrensningene som er satt på bruken av områdene overholdes /D112/.

Tiltaksalternativet slik det er skissert i denne utredningen er basert på gjenbruk av eksisterende bygninger og områder, og forutsetter at det er mulig. Det er også forventet at med de tiltakene som er lagt til grunn vil restriksjoner på framtidig bruk av området være mindre omfattende og områdene vil typisk være egnet til annen næringsvirksomhet.

For dette tiltaksalternativet er det lagt til grunn at kontaminerte masser som er over fastsatte grenseverdier fjernes når eller hvis de oppdages. Til forskjell fra ved dekommisjonering til ubegrenset bruk inkluderer alternativet ikke riving av bygninger eller utgraving av jordmasser (tiltak i fase 3). For øvrig er det lagt til grunn de samme tiltakene i fase 1 og 2 som ved dekommisjonering til ubegrenset bruk. Hvilke tiltak som gjennomføres vil imidlertid påvirke hvilke beregninger som settes på framtidig bruk av områdene og visa versa. Usikkerheten knyttet til hvilke tiltak som må gjennomføres for å dekommisjonere til begrenset bruk er reflektert i usikkerhetsanalysen, jf. kapittel 5.4 og vedlegg H.

Figur 4-9 viser en tidslinje for hvordan tiltakene for tiltaksalternativet ubegrenset bruk er lagt inn i kostnadsestimeringsmodellen.



**Figur 4-3. Tidslinje for tiltak i tiltaksalternativ *begrenset bruk* (grunnkalkyle)**

Fase 1 er antatt å være fem år både i Halden og på Kjeller. Selve den nukleære demonteringen med tilhørende avfallshåndteringen er forventet å være 11 år for anleggene i Halden og 15 år for anleggene på Kjeller. Den totale gjennomføringstiden for dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og Kjeller er forventet å være henholdsvis 16 år og 20 år ved dekommisjonering til begrenset bruk. Vurderingene knyttet til varigheten på fase 1 og 2 er i henhold til vurderingene for tiltaksalternativet ubegrenset bruk, jf. 4.1.2.1.

### **Begrenset bruk Halden – beskrivelse av tiltak på spesifikke bygninger**

Det er lagt til grunn at brenselet i Tistedalsgata 20 tas ut av reaktoren og fjernes fra området, sammen med brukt brensel for øvrig, i løpet av fase 1. Ved midlertidig lagring av brenselet i reaktoren på området i Halden, må det etableres plass i nåværende lager (Fuel Bunker Building) før utlasting av brensel fra reaktorhallen kan skje. Videre vil alt utstyr, inventar og bygningsmasse som utgjør radioaktivt materiale i bygninger som er under regulatorisk kontroll fjernes, mens selve bygningene blir stående. Det innebærer tiltak i reaktorhallen, lagertunnelen, metallurgisk lab, bunkerbygningen, avfallsbehandlingsrom og vaskeri. Øvrige bygninger og områder i Tistedalsgata 20 vil kontrollmåles. For Brenselinstrumentverkstedet i Os Allé 5 antas det at det er nok å utføre kontroll for å kunne friklasse regulerte områder.

For de delene av anlegget som ligger inne i fjellet vil tiltak som gjennomføres sammenfalle med tiltak som er beskrevet under tiltaksalternativet ubegrenset bruk.

## Begrenset bruk Kjeller – beskrivelse av tiltak på spesifikke bygninger

Pga. en vedlikeholdsinspeksjon var brenselet og tungtvann i JEEP II allerede fjernet fra reaktoren da beslutningen om nedstengning ble tatt i april 2019. Brenselet fra reaktoren, sammen med annet brensel og langlivet materiale lagret på Kjeller, vil fjernes fra området i løpet av fase 1. Deretter vil alt utstyr, inventar og deler av bygningsmasse som inneholder radioaktivt materiale fjernes og behandles i fase 2. Det innebærer tiltak i JEEP II, Nora, Jeep I, Jeep I Stavbrønn, Met.lab I, Met.lab II og Radavfallsanlegget. For Lagerbygg 2 forventes det at det er nok å utføre kontroll og eventuelle mindre dekontamineringstiltak for å kunne friklasse bygningen. Nødvendige tiltak i Met.lab I forventes også å være begrenset. Det er lagt til grunn at utslippsledningen fra de enkelte anlegg til Radavfall fjernes i sin helhet. Det er derimot ikke lagt til grunn at utslippsledningen fra Radavfall og til Nitelva må fjernes i sin helhet, kun innerrørt. Tidspunktet for når NALFA-ledninger kan fjernes vil blant annet avhenge av i hvor lang tid IFEs radiofarmasivirksomhet har behov for å benytte ledningen.

Øvrige bygninger og områder hvor det tidligere har vært nukleær virksomhet på Kjeller vil kontrollmåles og eventuelle tiltak vil gjennomføres ved krav om dette.

Ved dekommisjonering av Radavfallsanlegget er det lagt til grunn at dette bygges og driftes på en annen lokasjon.

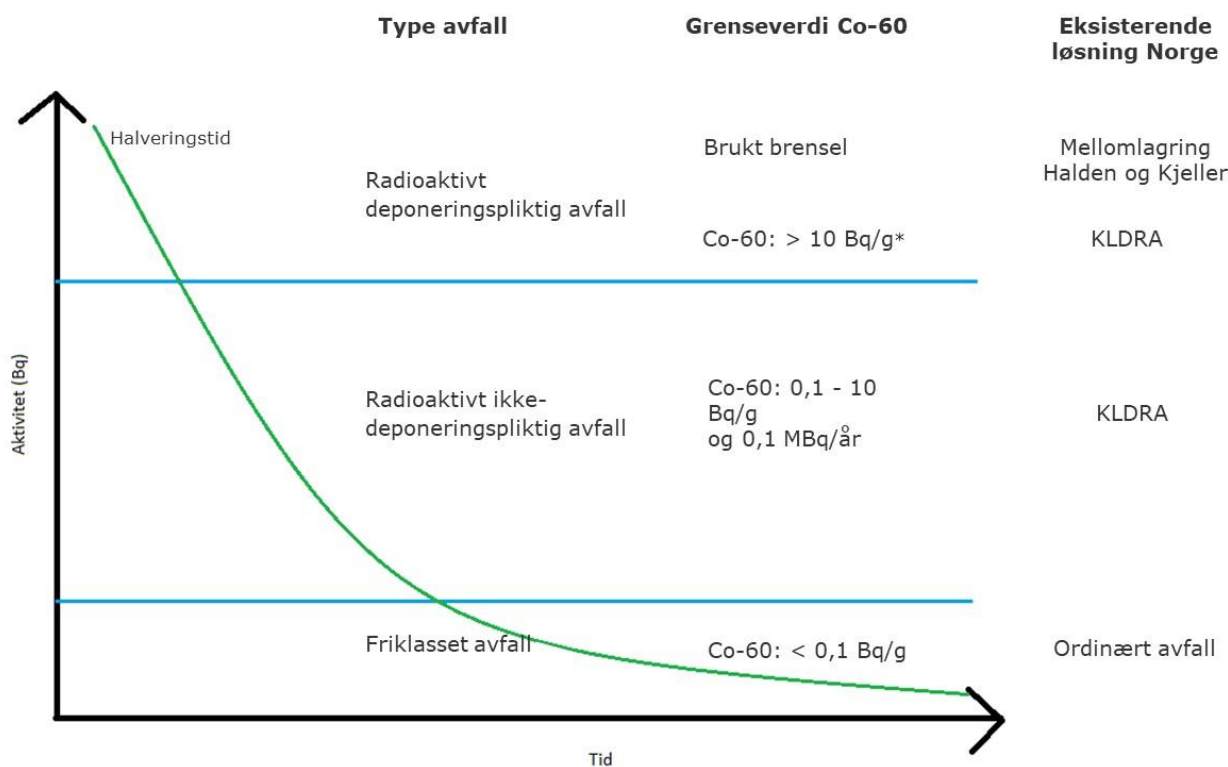
### 4.1.3 Strategi for håndtering av radioaktivt avfall

Dekommisjoneringsprosjekter er i stor grad avfallsdrevne da det er avfall som er hovedproduktet i et slikt prosjekt. En avfallshåndteringsstrategi skal dekke alle typer materialer og avfallsstrømmer, men materiale og avfall som man vet er, eller vurderer at det er risiko for at er radioaktivt, skal gis mer oppmerksomhet. For å identifisere alle avfallsstrømmer bør en se på hele prosessen fra generering av avfall under demonteringen til friklassing eller deponering. /D041/

Strategien for håndtering av radioaktivt avfall vil være sentral i gjennomføringen av prosjektet. Strategien som velges vil også kunne påvirke nye løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall ettersom ulike strategier er forventet å generere ulike mengder radioaktivt avfall.

Håndtering av radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall er regulert i Forurensningsloven /D049/ og tilhørende «Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og avfall» /D090/. Forskrift fastsetter nedre grenser for hva som er radioaktivt avfall, herunder ikke-deponeringspliktig radioaktivt avfall og deponeringspliktig radioaktivt avfall. Tabell 4-2 viser en oversikt over grenseverdier for radioaktivt avfall, målt i Co-60<sup>9</sup> og eksisterende løsning i Norge.

<sup>9</sup> Co-60 er valgt som aktivitetskategori ettersom dette er en vanlig nuklide i nukleære anlegg. Co-60 er lett å måle og har et stort dosebidrag som påvirker den nukleære demonteringen og håndteringen av radioaktivt avfall, jf. vedlegg C. For de anleggene som i hovedsak håndterer brukt brensel, eks. Met.lab II, er Co-60 nesten ikke tilstendeværende. Isteden kan U-235 brukes som aktivitetskategori i stede ettersom også er en relativt enkel nuklide å måle (se vedlegg C).



\*Lagring og deponering av radioaktivt avfall i KLDRA (Himdalen) er begrenset av funksjonskrav gitt i konsesjon.

#### Figur 4-4. Grenseverdier for radioaktivt avfall og praktisk løsning i Norge

Det finnes i dag ikke noe egnet mottak for ikke-deponeringspliktig radioaktivt avfall i Norge som kan benyttes i forbindelse med dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller. Gjeldene praksis er derfor at både ikke-deponeringspliktig radioaktivt og deponeringspliktig avfall sendes til deponiet KLDRA Himdalen. Per i dag eksisterer det ikke noen deponiløsning for langlivet avfall, inkludert brukt brensel, verken i Norge eller verden forøvrig. Såkalte geologiske dypdeponier er imidlertid under planlegging i Sverige og bygging i Finland<sup>10</sup> /D078/. Brukt brensel er i dag lagret i tilknytning til reaktorvirksomheten i Halden og på Kjeller. Det samme gjelder grafitt og annet langlivet radioaktivt avfall fra sykehus og industri mv.

En annen utfordring er løsninger for forurenset tungtvann. IFE jobber med å undersøke om tungtvannet som finnes ved anleggene, inkludert forurenset tungtvann, kan sendes for rensing og oppkonsentrering hos en ekstern, utenlandsk aktør.

##### 4.1.3.1 Analyse av eksisterende kapasitet i KLDRA

Gjenværende kapasitet i KLDRA Himdalen er begrenset. Tabell 4-1 viser anslått ledig kapasitet i KLDRA Himdalen.

<sup>10</sup> Drift av dypdeponiet som er under bygging i Finland er forventet å starte i 2023 /D121/

**Tabell 4-1. Anslått tilgjengelig kapasitet i KLDRA (midten av 2019)**

|  |        |           |   |
|--|--------|-----------|---|
| Total lagringskapasitet i KLDRA Himdalen   | 10 000 | tønne-ekv |   |
| Gjenværende kapasitet i KLDRA Himdalen i begynnelsen av 2018                               | 3 750  | tønne-ekv | D023, tabell 3  |
| Radioaktivt avfall fra Ifes operasjon og eksterne parter i 2018 og fram til midten av 2019 | 175    | tønne-ekv | Basert på 10 års gj.snittlig avfallsvolum i KLDRA (2008-2017) |
| Årlig radioaktivt avfall fra ekstern   | 40,0   | tønne-ekv | D075  |
| Årlig radioaktivt avfall fra intern Ife  | 135    | tønne-ekv | Info fra IFE  |
| KLDRA anslått gjenværende kapasitet  | 3 575  | tønne-ekv |   |

Dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller vil føre til store mengder radioaktivt avfall. Studsvik, en spesialisert leverandør av tjenester til atomenergiindustrien<sup>11</sup>, har gjort en vurdering av avfallsmengder og kontamineringsnivå ved dekommisjonering til ubegrenset bruk av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller, jf. vedlegg C. Tabell 4-2 viser et sammendrag av mengden dekommisjoneringsavfall som vil gå til KLDRA Himdalen ved ulike avfallshåndteringsstrategier. De ulike avfallshåndteringsstrategiene som er vurdert er:

*Direkte fjerning* innebærer at alt radioaktivt avfall, både ikke-deponeringspliktig og deponeringspliktig, sendes til deponi (KLDRA). I de tilfeller det er relevant så komprimeres og / eller knuses avfallet før pakking.

*Avfallsminimering off-site* innebærer at det radioaktive avfallet som genereres sendes til et off-site behandlingsanlegg for gjenvinning og minimering. Mulige off-site behandlingsmetoder er forbrenning (f.eks. av papir, engangshansker og -dresser) og smelting (metall). Det forventes at man ved off-site behandling vil klare å gjenvinne mer avfall enn ved on-site behandling som følge av mer avansert utstyr. Etter avfallshåndtering off-site vil avfall som kan friklases bli igjen, mens gjenværende radioaktivt avfall returneres til Norge.

*Avfallsminimering on-site* innebærer at det radioaktive avfallet som genereres gjenvinnes og minimeres så langt det er mulig med on-site behandlingsmetoder. On-site behandlingsmetoder kan være dekontaminering (f.eks. skraping, vasking, kjemisk, sandblåsing), komprimering og knusing.

Avfallsvolum som er oppgitt med en landfill-løsning (mottak for ikke deponeringspliktig avfall) forutsetter at det etableres et slikt mottak i Norge, evt. at et eksisterende avfallsmottak kan motta denne type avfall.

**Tabell 4-2. Avfallsvolum KLDRA (Himdalen) for ulike avfallshåndteringsstrategier, med og uten mottak for ikke-deponeringspliktig avfall («landfill»)**

| KLDRA anslått gjenværende kapasitet |        | 3 575 tønne-ekv |         |             |
|-------------------------------------|--------|-----------------|---------|-------------|
| Avfallshåndteringsstrategi          | Halden |                 | Kjeller |             |
|                                     | (tonn) | (tønne-ekv)     | (tonn)  | (tønne-ekv) |
| Uten "landfill"                     |        |                 |         |             |
| Direkte fjerning                    | 4 690  | 20 399          | 6 455   | 27 250      |
| Avfallsminimering off-site          | 2 975  | 12 298          | 3 844   | 16 108      |
| Avfallsminimering on-site           | 3 843  | 16 765          | 4 405   | 19 056      |
| Med "landfill"                      |        |                 |         |             |
| Direkte fjerning                    | 745    | 3 550           | 902     | 3 988       |
| Avfallsminimering off-site          | 513    | 2 446           | 879     | 3 875       |
| Avfallsminimering on-site           | 745    | 3 550           | 902     | 3 988       |

Tabellen over viser at uavhengig av avfallshåndteringsstrategi er gjenværende kapasitet i KLDRA Himdalen ikke tilstrekkelig for å ta imot avfallet som er forventet å generes ved dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller. Det er som følge behov for å etablere ny kapasitet for mottak av radioaktivt avfall før anleggene kan dekommisjoneres. Valget av avfallshåndteringsstrategi

<sup>11</sup> Cyclife, et selskap tilknyttet Studsvik, tilbyr blant annet løsninger for off-site resirkulering av radioaktivt avfall



vil ha innvirkning behovet for ny kapasitet ved etablering av løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall. Statsbygg har fått i oppdrag å utrede et nytt KLDRA-anlegg /D118/. NND samarbeider med Statsbygg i dette arbeidet.

#### 4.1.3.2 Kostnader for avfallshåndtering

Kostnadene ved dekommisjonering til ubegrenset bruk for de ulike avfallshåndteringsstrategiene er vurdert av Studsvik, jf. vedlegg D. For tiltaksalternativet begrenset bruk er det antatt at kostnadene ved avfallshåndtering er 10 prosent lavere enn ved ubegrenset bruk. Kostnadene ved avfallshåndtering knytter seg til behandling, pakking og borttransportering av dekommisjoneringsavfall<sup>12</sup>, jf. Tabell 4-3.

**Tabell 4-3. Nøkkeltall fra Studsviks kostnadsestimat for avfallshåndtering ved slutttilstand ubegrenset bruk, gitt ulike avfallshåndteringsstrategier. MNOK, 2019-kroner.**

|  | Halden           |                      |                     | Kjeller          |                      |                     |
|--|------------------|----------------------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|
|  | Direkte fjerning | Avfallsmin. off-site | Avfallsmin. on-site | Direkte fjerning | Avfallsmin. off-site | Avfallsmin. on-site |
| Etablering av avfallshåndteringsanlegg <sup>13</sup> | 30               | 30                   | 45                  | 30               | 30                   | 45                  |
| Håndtering og behandling av avfall                   | 201              | 228                  | 227                 | 338              | 361                  | 367                 |
| Beholdere for oppbevaring                            | 29               | 19                   | 25                  | 37               | 26                   | 29                  |
| Transport <sup>14</sup>                              | 2                | 5                    | 2                   | 3                | 4                    | 2                   |
| Dekommisjonering av avfallshåndteringsanlegg         | 10               | 10                   | 15                  | 10               | 10                   | 15                  |
| <b>Total kostnad</b>                                 | <b>271</b>       | <b>292</b>           | <b>314</b>          | <b>418</b>       | <b>431</b>           | <b>459</b>          |

Dersom man kun ser på behandling og transportkostnader framstår strategien med direkte fjerning, uten gjenvinning, som den mest kostnadseffektive løsningen og on-site gjenvinningsløsning som den dyreste. Kostnader knyttet til oppbevaring av avfall er ikke hensyntatt i denne vurderingen. Strategien med off-site og on-site gjenvinning innebærer en mindre mengde radioaktivt avfall som må lagres/deponeres og kan totalt sett være en mer kostnadseffektiv løsning enn direkte fjerning.

I kostnadsestimatet er alternativet med lavest kostnad, direkte fjerning, lagt til grunn ved håndtering og transport av radioaktivt avfall. Kostnader knyttet til å etablere tilstrekkelig kapasitet for å kunne lagre/deponere radioaktivt avfall fra de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller er imidlertid forventet å være betydelig større enn selve håndteringskostnaden. Valg av avfallshåndteringsstrategi bør gjøre basert på hvilken strategi som er mest kostnadseffektivt totalt sett, altså når man også inkluderer kostnader knyttet til oppbevaring av radioaktivt avfall. Dersom en annen enn avfallshåndteringsstrategi enn direkte deponering velges vil dette påvirke kostnadsestimatene. Denne usikkerheten er reflektert i usikkerhetsanalysen, jf. kapittel 5.4 og vedlegg H.

Valg av avfallshåndteringsstrategi er ikke forventet å påvirke den totale gjennomføringstiden for dekommisjoneringsprosjektet. En strategi med on-site gjenvinning vil imidlertid innebære at selve avfallsbehandlingen gjennomføres lokalt i Halden og på Kjeller. Risikoen for at oppsamling av avfall eller at andre utfordringer fører til forsinkelser i prosjektgjennomføringen anses å være større ved en slik strategi enn dersom avfallet sendes vekk for ekstern avfallshåndtering (off-site). Risikoen for forsinkelser som følge av oppsamling av avfall anses også som større for strategien direkte fjerning enn ved ekstern avfallshåndtering.

<sup>13</sup> Avfallshåndteringsanlegget som er forutsatt etablert inkluderer noe bufferlager for oppbevaring av radioaktivt avfall over kortere perioder (et par uker). Ved behov for større bufferlager vil dette komme i tillegg.

<sup>14</sup> Transport av farlig avfall har en dosegrense på 10 mSv/h. Det forventes at mesteparten av avfallet vil være under denne grense, men en liten andel vil overstige denne grensen og det vil da være behov for en overemballering under transport for å overholde dosegrensene, jf. vedlegg D. Kostnader for en slik overemballering er ikke inkludert i kostnadsestimatet.

For å sikre en effektiv avfallshåndtering er det viktig å etablere gode rutiner som sikrer at avfall som er radiologisk kontaminert skiller fra avfall som har lav eller veldig lav risiko for kontaminering. Dersom avfall med høy kontaminering blandes med avfall som har lav eller ingen kontaminering vil avfall som i utgangspunktet er rent også måtte behandles, noe som vil føre til økte kostnader.

#### 4.1.4 Risiko ved gjennomføring av dekommisjoneringsaktiviteter

Ved gjennomføring av dekommisjoneringsaktiviteter må man beskytte menneskene som arbeider ved anleggene slik at de ikke utsettes for stråling. Dette må tas hensyn til under planlegging av arbeidet. Samtidig er det forventet at risikoen for HMS-relaterte hendelser vil øke som følge av at anlegget endres under en dekommisjonering. Det er imidlertid rimelig å anta at risikoen for helse- og miljøvirkninger fra stråling og ulykker er relativt liten på grunn av sikkerhetsregimet som er påkrevd.

Hvor farlig radioaktiv stråling er for mennesket avhenger imidlertid av flere forhold, herunder doseraten (dose pr tidsenhet) og over hvor lang tid man eksponeres. I strålevernforskriften skiller det mellom grenseverdier for allmenheten og for yrkeseksponerte. Den norske forskriften setter dosegrensen for yrkeseksponerte arbeidstagere over 18 år til maks 20 mSv/år. For allmenheten er det satt en grense på 1 mSv/år. I områder med høy stråling må adgangen begrenses. Kontrollert område (eksponering av arbeidere over 6 mSv pr år) skal være fysisk avgrenset, eventuelt på annen måte tydelig avmerket der hvor fysisk avgrensning ikke er mulig. Kontrollert og overvåket område (eksponering av arbeidere mellom 1 mSv – 6 mSv per år) skal merkes med skilt som angir at dette er et kontrollert eller overvåket område. Virksomheten skal sørge for at yrkeseksponerte arbeidstakere utenfor kontrollerte og overvåkede områder ikke kan utsettes for stråledoser større enn 1 mSv per år. Merking og fysisk sperring er tiltak for å redusere sannsynligheten for utilsiktet strålingseksponering.

Under en dekommisjonering vil risiko for kontaminering, dose til personell og utslipp til omgivelsene påvirke hvordan man planlegger og gjennomfører operasjoner. Sentralt for en dekommisjonering vil være å sikre at stråledoser følger ALARA-prinsippet (As Low As Reasonably Achievable). For å ivareta sikkerheten kan det være hensiktsmessig å etablere små begrensede områder (containments) og ta i bruk overtrykksdrakter for personell. For å sikre en god oversikt, og redusere risikoen for uhell, vil det være nødvendig å begrense antall personer som jobber inne i anleggene samtidig. Dette er forhold som påvirker gjennomføringstiden og kan føre til at dekommisjoneringen av anleggene tar lengre tid enn forventet.

Økt aktivitet og transport til/fra kontrollerte områder er også forhold som kan øke risikoen for at mennesker eksponeres for stråling. For å ivareta sikkerheten under dekommisjoneringen er det viktig at regulerte områder sikres mot vilde, uønskede hendelser (sabotasje, spionasje, tyveri og terror), og at prosedyrer og rutiner for å ivareta sikkerheten ved anleggene er på plass og følges. IFE har etablert et program som har som formål å sørge for at sikkerheten ved de nukleære anleggene er ivaretatt etter gjeldende utpekingsvedtak (program «Grunnsikring»).

#### 4.1.5 Bruk av interne versus eksterne ressurser

I KVV (2015) ble det lagt til grunn en organisasjon der man holder på nøkkelressurser med kjennskap til anleggene (ca. 10 % av prosjektet), og henter inn en ekstern aktør for prosjektgjennomføring og spesialisert dekommisjoneringsekspertise (ca. 90 % av prosjektet).

Ved estimering av dekommisjoneringskostnaden i denne utredningen skiller det ikke mellom interne og eksterne ressurser. Det forventes imidlertid at store deler av dekommisjoneringsarbeidet utføres av ressurser som i dag jobber ved anleggene i Halden og på Kjeller, jf. kapittel 4.3 Personene som i dag jobber ved de nukleære anleggene besitter verdifull anleggskunnskap som er svært viktig ved en dekommisjonering. IAEA peker på dette som en viktig faktor for en vellykket dekommisjonering i en rekke av sine utgivelser.

Kunnskapen personene som har jobbet på anleggene lenge besitter er spesielt nyttig ved dekommisjonering av eldre anlegg og anlegg som er ensartet i sitt design. IFEs anlegg er alle historiske anlegg, der dokumentasjon av anleggsdesign, operasjon og historikk er vanskelig tilgjengelig og tilgangen avhenger av personell med relevant anleggskunnskap. Å holde på nøkkelressurser gjennom hele prosjektløpet har erfaringsmessig vist seg å være en stor utfordring. Det anbefales som følge at et regime for å beholde nøkkelkompetanse, og for kunnskapsoverføring fra personer som forsvinner ut av organisasjonen, etableres så snart som mulig. I Danmark har et omfattende videreutdanningsregime og bonusordning vært benyttet for å holde på nøkkelressurser /D012/.

For oppgaver som krever spesialkompetanse, eksempelvis kutting av reaktortank, forventes det at det benyttes eksterne ressurser. Det kan også være andre områder hvor det vil være hensiktsmessig å benytte ekstern kompetanse. NND vil redegjøre nærmere for sine vurderingen knyttet til bruk av ekstern kompetanse i et tilleggsnotat til denne utredningen.

Utredning mener at det i gjennomføringsstrategien bør ses spesielt på hvordan enkelte dekommisjoneringsprosjekter kan fases inn i tid for å sikre et så jevnt behov for ressurser som mulig. Dette må ses i sammenheng med valg av kontraktsstrategi der det må vurderes hvilke typer oppgaver som bør kontraheres fra eksterne og hvilke oppgaver som man skal utføre med egne ressurser.

## 4.2 Strategi for håndtering av usikkerhet

De mest kritiske usikkerhetsfaktorene for realisering av prosjektets hensikt og mål anses å være etablering av oppbevaringsløsninger for radioaktivt avfall og avklaring av regelverk knyttet til friklassing av områdene som skal dekommisjoneres. Dette er forhold som vil påvirke både gjennomføringen av en dekommisjonering og om prosjektet vil nå de målene som er definert, jf. kapittel 3.3.

### 4.2.1 Oppbevaring av radioaktivt avfall

Brukt brensel og annet høyaktivt radioaktivt avfall er i dag lageret i tilknytning til de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller. For å kunne friklasse områdene til annen bruk må brenselet fjernes. Å fjerne brenselet fra områdene i Halden og på Kjeller innebærer at det må etableres en løsning for oppbevaring av brukt brensel et annet sted. Oppbevaringsløsninger for brukt brensel er et arbeid som NND vurderer og er ikke en del av denne utredningen.

Eksisterende lager og deponi for lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall (KLDRA) har begrenset kapasitet. Analysen i del 4.1.3.1 viser at KLDRA ikke vil ha tilstrekkelig kapasitet til å ta imot alt lavt- og mellomaktivt radioaktivt avfall som forventes å generes ved dekommisjonering av IFEs nukleære anleggene. Kapasitet for lagring av lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall må utvides, enten ved å etablere et nytt deponi eller ved å utvide eksisterende deponi. Størrelsen på det nye deponiet avhenger av hvilken avfallsstrategi som velges, og om det etableres et mottak for ikke-deponeringspliktig radioaktivt avfall i Norge. Statsbygg, som eier av KLDRA (Himdalen), har fått i oppdrag å utrede et nytt kombinert lager og deponi for radioaktivt avfall (KLDRA) /D118/. Det er forventet at etablering av et nytt KLDRA vil bli en tidkrevende prosess og det kan derfor være behov for å etablere ett eller flere mellomlager for oppbevaring av lavt- og mellomaktivt radioaktive avfallet fram til en endelig løsning er på plass..

### 4.2.2 Klargjøring av regelverk for friklassing av områder

Den generelle vurderingen av gjeldende lovverk er at regelverket er dekkende for de tiltak som skal gjøres ved dekommisjonering, og det er således ikke identifisert noe behov for lovendringer. Mens IFE har lang erfaring med operasjonell drift av nukleære anlegg, og har opparbeidet seg god forståelse for

hvilke krav og regler som gjelder for driftsfasen, har den forespeilede prosjektorganisasjonen ikke samme erfaring med nedbygging av nukleære anlegg. Som følge av manglende erfaring og praksis med hvordan regelverket skal tolkes i denne sammenheng, er det behov for klargjøring av gjeldende regelverk og tilhørende veiledning. Tabell 4-4 inkluderer en oversikt over områder hvor det er identifisert et behov for avklaringer.

Det norske regelverket har fastsatt grenseverdier for friklassing av materiale. Kriterier for friklassing av bygninger eller områder er imidlertid uklart. For å kunne vurdere hva som er nødvendige tiltak og gjennomføre disse på en effektiv måte er det avgjørende at grenseverdier for friklassing av bygninger og områder avklares. Det bør i denne sammenheng tas hensyn til naturlig bakgrunn av radioaktivitet. Ettersom det ikke finnes registreringer av naturlig bakgrunnsaktivitet fra før de nukleære anleggene ble bygget, kan naturlig bakgrunnsaktivitet i tilsvarende områdene som der de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller er lokalisert, benyttes som referanse. Erfaring fra tidligere dekommisjoneringsprosjekter har vist at dersom grenseverdier fastsettes uten å ta hensyn til naturlig bakgrunn av radioaktivitet kan det føre til både unødvendige og svært kostnadskrevenne tiltak.

IAEA viser til at det kan være akseptabelt å ha høyere grenser for friklassing av jordmasser (områder) enn ved friklassing av materiale /D112/. Årsaken til det er at jordmassene ligger i ro og det god kontroll over fremtidig bruk av området. Kravene som settes for friklassing av områder som er under regulatorisk kontroll vil påvirke hvilke tiltak som må gjennomføres for å nå en slutttilstand som innebærer ubegrenset bruk.

**Tabell 4-4 . Områder hvor det er identifisert behov for avklaringer. Basert på vurdering fra Studsvik, 2019 (jf. vedlegg D /D123/**

| Avklaringspunkt                 | Beskrivelse   |
|---------------------------------|---|
| Regulering av avfallshåndtering | De norske reglene for avfallshåndtering er mer fleksible, sammenlignet med nærliggende land som Sverige. Dette gjelder blant annet avfallsdokumentasjon hvor det i Norge i dag tillates at en blander avfall med forskjellig opprinnelse i en beholder. Det bør vurderes om det er hensiktsmessig å innføre tydeligere Waste Acceptance Criteria (WAC) og bedre informasjon om innholdet i avfall som sendes for avfallshåndtering. Dette er en viktig forutsetning for å få til en effektiv avfallshåndtering med større grad av kontroll med innholdet i avfallet og muligheter for å kunne begrense mengden radioaktivt avfall som må deponeres.<br><br>Ved en eventuell innstramning i regelverket er det viktig at dette kommuniseres tidlig slik at man har mulighet for å endre rutiner for å oppnå en effektiv avfallshåndtering. |
| Friklassing av materiale        | Det finnes ikke dokumentasjon som beskriver prosessen for friklassing av materiale. Det er behov for en klargjøring knyttet til denne prosessen, inkludert beskrivelse av hvem som har ansvar for de ulike stegene i prosessen.<br><br>Krav knyttet til håndtering av materiale som inneholder radioaktivitet, men under gitte grenseverdier er uklar, og bør klargjøres. IFE har forslått å benytte IAEA anbefaling RG-6.17 for friklassing av materiale   |
| Friklassing av bygninger        | I likhet med friklassing av materiale er det behov for at myndighetene klargjør prosessen for friklassing av bygninger.<br><br>IFE har forslått å bruke EC anbefaling RP 113 for friklassing av bygninger.  |
| Friklassing av jordmasser       | Det finnes ikke noe regelverk for friklassing av kontaminerte jordmasser. Det forventes at det vil være behov for dette ved dekommisjonering av IFEs nukleære anlegg. Det er som følge et behov for at myndighetene klargjør regelverk for friklassing, for eksempel ved å utarbeide retningslinjer for hvordan regelverket skal tolkes.  |
| Friklassing av områder          | Det finnes ikke noe regelverk for friklassing av områder (hele bygninger inkludert jordmasser). En klargjøring av kriteriene for dette er derfor nødvendig.   |
| Organisk avfall                 | Organisk avfall kan enten deponeres eller brennes. Forbrenning er vanligvis å foretrekke som følge av mulig gassutvikling. I Norge brukes forbrenning ikke som avfallshåndteringsmetode i dag. Det bør vurderes om organisk avfall fra dekommisjoneringen av IFEs nukleære anlegg kan deponering i KLDRAeller om det vil skape problemer.   |

### 4.2.3 Andre viktige usikkerhetsfaktorer

For en bedre oversikt over avfallsstrømmene som vil genereres ved en dekommisjonering er det viktig å få gjennomført en radiologisk-, fysisk- og kjemisk karakterisering av de nukleære anleggene. Dette vil gi bedre informasjon om anleggenes tilstand og hvilket avfallsvolum med tilhørende kontamineringsnivå som vil måtte behandles i løpet av dekommisjoneringen. Informasjon om avfallsvolum og type er viktig for å kunne avgjøre behovet for etablering av ny kapasitet for oppbevaring av annet radioaktivt avfall og hvilken avfallshåndteringsstrategi som er mest kostnadseffektiv.

Det kreves godkjenning for dekommisjonering fra DSA for at selve den nukleære demonteringen kan påbegynnes (fase 2). For at DSA skal kunne gi godkjenning for dekommisjonering så kreves det at en riktig, og tilstrekkelig detaljert søknad, utarbeides. For en effektiv gjennomføring er det viktig å ha en god dialog med tilsynsmyndighetene og andre relevante myndigheter. Ved eventuelle uklarheter vil det da være enklere å kunne ta kontakt med relevant myndighet for avklaringer og dermed unngå unødvendige stopp i prosjektet.

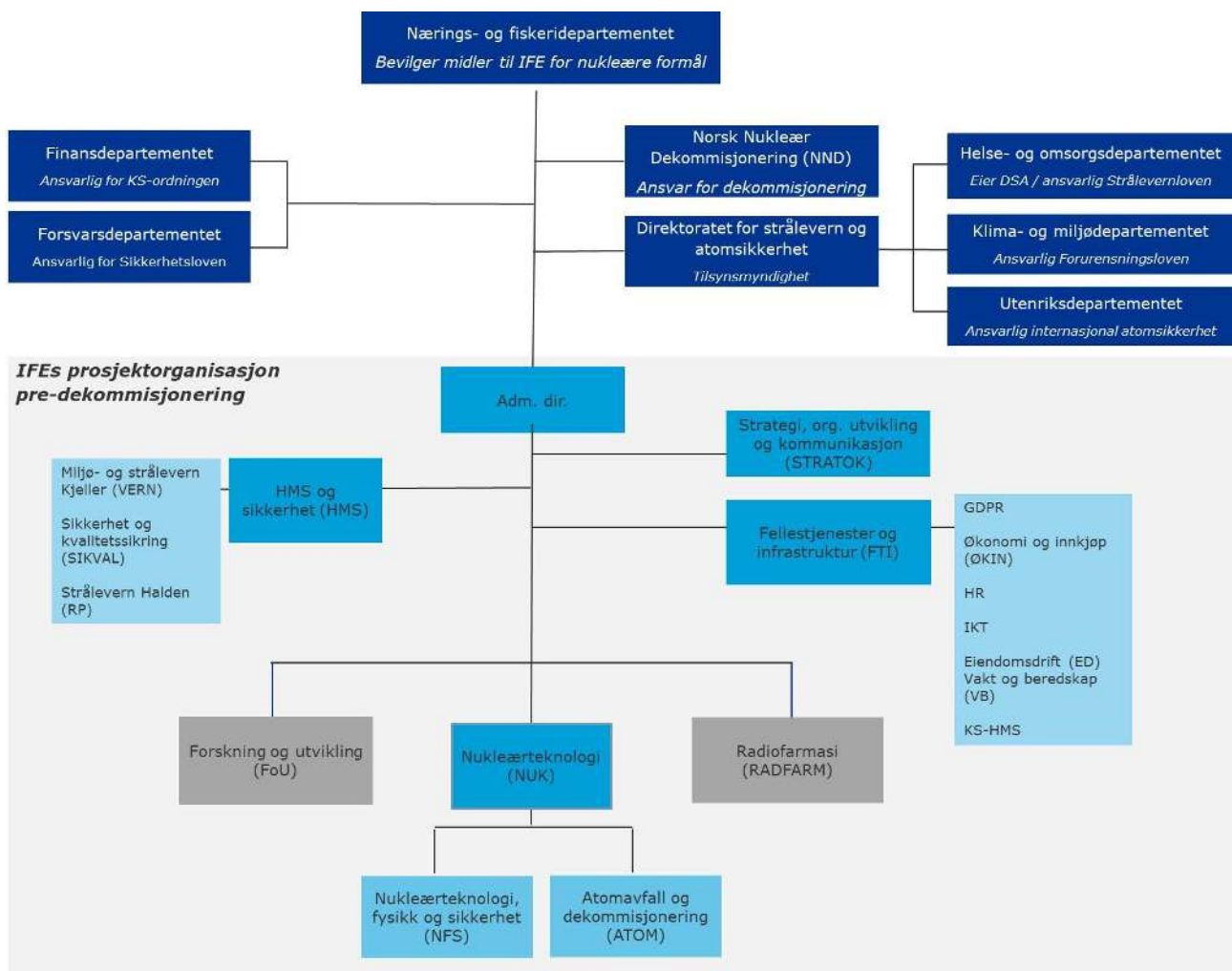
Erfaring fra tidligere dekommisjoneringsprosjekter har også vist at det kan være nyttig å etablere en rådgivende ekspertgruppe som involveres med jevne mellomrom for å gi råd og sikre kunnskapsoverføring fra tidligere prosjekter i andre land. Formålet med referansegruppen er å dra nytte av kunnskap som allerede finnes og derigjennom bidra til en sikker og kostnadseffektiv prosess. Det er lagt til grunn at det etableres en slik ekspertgruppe i denne utredningen.

Den forventede interessen rundt et slikt prosjekt og det uttrykte behovet for at anleggene ved en dekommisjonering ikke bare er trygge og sikre, men også oppleves som dette /D012/ fordrer god kommunikasjon og åpenhet, og at mediene er informert om den reelle situasjonen og rapporterer denne. Økt opplevd trygghet er ofte knyttet til hva som observeres. For eksempel å minimere støy og andre forhold som kan oppleves som sjenerende kan gi positive effekter knyttet til trygghet. Dersom prosessen med å dekommisjonere de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller ikke oppleves som trygg og sikker kan dette skape støy som kan påvirke prosjektgjennomføringen. Dette er et prosjekt med mange berørte interessenter og det er derfor viktig i god tid lage en plan for hvordan man vil involvere de ulike interessentene med formål å sikre en så god prosess som mulig.

Overnevnte usikkerhetsfaktorer, og andre forhold, medfører at det er betydelig usikkerhet knyttet til prosjektets kostnader. Dette er belyst i en usikkerhetsanalyse i delkapittel 5.4.

## 4.3 Organisering og ansvarsdeling

En illustrasjon over IFEs interne organisering i pre-dekommisjoneringsfasen og forholdet til relevante etater og departementer er vist i Figur 4-5.



**Figur 4-5. Oversikt over IFEs interne organisering for pre-dekom fasen og forhold til eksterne**

Organisasjonen illustrert over er benyttet som utgangspunkt for kostnadsestimering av arbeidskraft i prosjektes planleggingsfase. Organisasjonen er ikke godkjent av DSA og endringer kan derfor være nødvendig. NND vi i et tilleggsnotat til denne utredningen redegjøre nærmere for organiseringen ved selve prosjektgjennomføringen. Det anbefales at det i neste fase av prosjektet inkluderes en nærmere vurdering av organisasjons- og styringsmodellen med bakgrunn i programmets usikkerhetsbilde, gjennomføringsstrategi og kontraktsstrategi.

Det anbefales at det i neste fase av prosjektet inkluderes en nærmere beskrivelse av modell for finansiering av dekommissioneringsprogrammet for å sikre tilstrekkelig forutsigbarhet. Videre foreslås det en nærmere vurdering av organisasjons- og styringsmodellen med bakgrunn i programmets usikkerhetsbilde, gjennomføringsstrategi og kontraktsstrategi.

Ressurser, i form av antall årsverk, som er lagt til grunn i fase 1 i kostnadsestimatet inkluderer totalt 201 årsverk, hvorav IFEs eksisterende virksomhet utgjør 180 årsverk. Dette er i henhold til antall årsverk som er kommunisert at vil inngå i dekommissioneringsorganisasjonen ved overdragelse av den nukleære virksomheten fra IFE til NND. De 201 årsverkene består av følgende funksjoner:

- NNDs organisasjon: 20 årsverk. Disse årsverkene består blant annet av ledelsesfunksjoner og utredningskompetanse.

- Kjeller: 50 årsverk til å ivareta sikkerheten ved de nukleære anleggene. Dette sørger for en robust sikkerhetsorganisasjon på Kjeller. I tillegg dekker ressursene nødvendig kompetanse knyttet til brenselshåndtering og brenselsvurderinger.
- Halden: 70 årsverk til å ivareta sikkerheten ved de nukleære anleggene. Dette sørger for en robust sikkerhetsorganisasjon i Halden. I tillegg dekker ressursene nødvendig kompetanse knyttet til brenselshåndtering og bistand i planleggingen av dekommisjoneringstiltak.
- Nukleære sikkerhet 13 årsverk som dekker kravstillende og kontrollerende funksjoner.
- Vakt og beredskap: 48 årsverk

Totalt antall årsverk i denne fasen tilsvarer en samlet kostnad for Halden og Kjeller på i størrelsesorden MNOK 230 per år<sup>15</sup>. I fase 1 er det forventet at en mindre andel av årsverkene jobber kun med planlegging av dekommisjoneringstiltak. Øvrige ressurser har også oppgaver knyttet til drift, vedlikehold og overvåking av de nukleære anleggene for å ivareta sikkerheten. Disse ressursene forventes imidlertid å være sentrale i planleggingsfasen, både når det gjelder utarbeidelse av sikkerhetsdokumenter, dekommisjoneringsplan, fjerning av brensel og andre forberedende aktiviteter.


Antall årsverk som er lagt til grunn i kostnadsestimatet i fase 2 er basert på identifisert behov i samråd med anleggseierne og beregnet behov for arbeidskraft fra kostnadsmodellen som er benyttet<sup>16</sup>. I tillegg er det gjort en vurdering av hvor mange personer som det anses som forsvarlig at teamene som står for den nukleære demonteringen utgjør. Følgende antall årsverk er lagt til grunn i kostnadsestimatet:

- Stabs og støttefunksjoner tilsvarende 20 årsverk. Ved kostnadsestimering er disse fordelt likt mellom Halden og Kjeller.
- Halden: 37 årsverk, hvor i gjennomsnitt 10 årsverk jobber med nukleær demontering. Behovet for arbeidskraft i Halden er høyere enn på Kjeller i hovedsak som følge av krav til overvåking av anlegget (kontrollrom) også etter at brenselet er fjernet fra området i Halden.
- Kjeller: 20 årsverk, hvor i gjennomsnitt 10 årsverk jobber med nukleær demontering.
- Nukleær sikkerhet: 15 årsverk. Ved kostnadsestimering er disse fordelt likt mellom Halden og Kjeller. Dette er en økning på to årsverk fra fase 1. Økningen er begrunnet i en vurdering av at behovet for involvering fra kravstillende og kontrollerende funksjoner vil være større i forbindelse med den nukleære demonteringen og avfallshåndteringen.
- Vakt og beredskap: 30 årsverk, som er en reduksjon på 15 årsverk fra fase 1. Det er antatt at årsverkene er fordelt likt mellom Halden og Kjeller. Det er lagt til grunn at vakt og beredskap kan reduseres når brenselet er fjernet fra områdene i Halden og på Kjeller. Det er imidlertid uklart hvilke krav som vil stilles til vakt og beredskap når brenselet er fjernet. Dersom brenselet fortsatt oppbevares på Kjeller og/eller i Halden vil kostnadene knyttet til vakt og beredskap i prosjektets fase 2 øke.

I fase 2 vil det i tillegg til overnevnte årsverk være et betydelig behov for arbeidskraft i forbindelse med håndtering av avfall. Ressursbruken lokalt vil variere avhengig av avfallshåndteringsstrategi, jf. beskrivelse av ulike avfallshåndteringsstrategier i kapittel 4.1.3.1.

<sup>15</sup> Det er lagt til grunn en gjennomsnittlig årlig kostnad per årsverk på MNOK 1,2 for alle ressurser med unntak av for vakt og beredskap der det er benyttet en gjennomsnittlig årlig kostnad på MNOK 1,0 per årsverk. Dette er i henhold til årskostnader IFE har benyttet ved innspill til budsjettbehov.

<sup>16</sup> Kostnadsmodellen (CERREX-D2) beregner behovet for arbeidskraft med utgangspunkt i historisk erfaringsdata og forventende avfallsvolum og kontamineringsnivå.



Fase 3 av prosjektet innebærer konvensjonell riving og opparbeiding av områder. For tiltaksalternativet begrenset bruk er det lagt til grunn gjenbruk av eksisterende bygninger. Denne fasen er derfor kun aktuelt for tiltaksalternativet ubegrenset bruk. Det er lagt til grunn at de fysiske arbeidene i denne fasen utføres av en ekstern entreprenør og at selve dekommisjoneringsorganisasjonen dermed vil bli betydelig redusert. Det er i kostnadsestimatet lagt til grunn at følgende antall årsverk utgjør den interne dekommisjoneringsorganisasjonen i fasen 3:

- Stabs og støttefunksjoner tilsvarende 20 årsverk. Ved kostnadsestimering er disse fordelt likt mellom Kjeller og Halden.
- Nukleær sikkerhet: 5 årsverk. Ved kostnadsestimering er disse fordelt likt mellom Kjeller og Halden.
- Vakt og beredskap: 2 årsverk. Ved kostnadsestimering er disse fordelt likt mellom Kjeller og Halden.

NND vil i et tilleggsnotat til denne utredningen redegjøre nærmere for ansvarsdelingen internt og mot overordnede etater og departementet.

I neste fase av prosjektet bør det inkludere en nærmere vurdering av organisasjons- og styringsmodellen med bakgrunn i prosjektets usikkerhetsbilde, gjennomføringsstrategi og kontraktsstrategi. Dette for å sikre en hensiktsmessig struktur og plassering av nøkkelkompetanse på kritiske prosesser i prosjektet. Det bør også etableres et styringsregime for utløsning av midler fra reserveavsetninger.



## 5 PROSJEKTSTYRINGSBASIS

Dette kapitlet beskriver metoden som er benyttet for kostnadsestimering og hovedresultater fra kostnadsestimeringen og usikkerhetsanalysen. Kapitlet avsluttes med en kostnadssammenligning med et utvalg av andre dekommisjoneringsprosjekter som er gjennomført.

### 5.1 Metode for kostnadsestimering

For etablering av grunnkalkylen for dekommisjonering av anleggene i Halden og på Kjeller er kostnadsestimeringsverktøyet CERREX-D2<sup>17</sup> benyttet. CERREX-D2 er et verktøy utviklet av IAEA for kostnadsestimering ved dekommisjonering av forskningsreaktorer /D038/.

Kostnadsestimatet er gjort basert på en bottom-up tilnærming med utgangspunkt i ISDC strukturen. ISDC<sup>18</sup> strukturen består av 11 hovedaktiviteter som representerer hovedaktivitetene til et dekommisjoneringsprosjekt. Hovedaktiviteter er nærmere detaljert i undernivåer. En illustrasjon av ISDC-strukturen er inkludert i vedlegg F. Kostnadsestimatet er bygget opp av følgende hovedelementer:

- Avfallsstrømmer per anlegg: Studsvik har i samarbeid med IFE estimert forventede avfallsmengdene og type avfall i forbindelse med dekommisjoner av hvert enkelt anlegg, jf. vedlegg C. Kompleksiteten ved behandling av de ulike avfallstypene er vurdert av IFE i samarbeid med DNV GL. Basert på identifiserte avfallsmengder og vurdering av avfallstrømmenes kompleksitet er kostnader for den nukleære demonteringen beregnet basert på erfaringsdata fra CERREX-D2. Kostnader for avfallsbehandling, inkludert transport til endelig sluttløsning, for ulike avfallshåndteringsstrategier er beregnet av Studsvik basert på forventede avfallsstrømmer og type avfall, jf. avsnitt 4.1.3.2 og jf. vedlegg D. Det alternativet med lavest kostnad, «direkte fjerning», når man kun ser på kostnaden for behandling av avfall og transport, er lagt til grunn i kostnadsestimatet.
- Øvrig arbeidskraft: For aktiviteter som ikke er knyttet til håndtering og behandling av avfallsstrømmer er et anslag på arbeidskraft, i form av antall årsverk, gjort av DNV GL basert på innspill fra IFE. Antall årsverk i fase 1 er i henhold til antall årsverk som er forventet å følge overdragelsen av den nukleære virksomheten fra IFE til NND.
- Investeringer og utgifter: Investeringer i utstyr og forventede utgifter knyttet til dekommisjoneringen er inkludert basert på innspill fra IFE.

Arbeidet med å dekommisjonere anleggene er i en tidlig fase og det er forbundet stor usikkerhet med kostnadsestimatene. Det er gjennomført en usikkerhetsanalyse for å belyse usikkerheten i prosjektet og de kostnadskonsekvensene denne usikkerheten kan ha, jf. kapittel 5.4.

### 5.2 Prosjektnedbrytningsstruktur

Prosjektet er delt opp i tre faser, beskrevet i kapittel 4.1.1. De ulike fasene kan igjen deles opp i kategorier basert på aktivitetene som inngår i hver av fasene. Tabellen under gir en oversikt over hovedaktiviteter som inngår i de ulike kategoriene i hver fase. Kostnadsestimatet inkluderer kostnader knyttet til gjennomføring av aktiviteter som er listet opp i tabellen under.

<sup>17</sup> CERREX-D2 = Cost Estimate for Research Reactors in Excel for DACCORD project. CERREX-D2 er et excel-basert verktøy som inkorporerer ISDC-strukturen.

<sup>18</sup> ISDC = International Structure for Decommissioning Costing

**Tabell 5-1. Prosjektnedbrytningsstruktur med oversikt over aktiviteter per fase**

| <b>FASE 1</b>  | <b>FASE 2</b>   | <b>FASE 3</b>  |
|--|---|--|
| <b>Prosjektledelse, fjerning av brensel og støttefunksjoner</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prosjektledelse</li> <li>- Planlegging og dokumentasjon; karakterisering, sikkerhetsdokumenter, dekommisjoneringsplan, miljøkartlegging av forurenset grunn etc.</li> <li>- Nukleær sikkerhet</li> <li>- Økonomi</li> <li>- Administrasjon</li> <li>- Innkjøp</li> <li>- Kommunikasjon</li> <li>- HMS</li> <li>- Renhold og vaktmester</li> <li>- Drift og vedlikehold (sikker tilstand), herunder fjerning av brensel, stenging og drenering av systemer, dekontaminering av primærkretsen, rydding, overvåking av anlegg (kontrollrom)</li> </ul> | <b>Prosjektledelse og støttefunksjoner</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prosjektledelse</li> <li>- Detaljplanlegging og dokumentasjon, inkl. karakterisering</li> <li>- Nukleær sikkerhet</li> <li>- Økonomi</li> <li>- Administrasjon</li> <li>- Innkjøp</li> <li>- Kommunikasjon</li> <li>- HMS</li> <li>- Renhold og vaktmester</li> </ul>     | <b>Prosjektledelse og støttefunksjoner</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prosjektledelse</li> <li>- Planlegging og dokumentasjon</li> <li>- Nukleær sikkerhet</li> <li>- Økonomi</li> <li>- Administrasjon</li> <li>- Innkjøp</li> <li>- Kommunikasjon</li> <li>- HMS</li> <li>- Renhold og vaktmester</li> </ul> |
|  | <b>Nukleær demontering og avfallshåndtering</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nukleær demontering</li> <li>- Behandling og håndtering av avfall, inkludert dekontaminering</li> <li>- Drift, vedlikehold og modifikasjon av støttesystemer</li> <li>- Overvåking av anlegg (kontrollrom)</li> <li>- Friklassing av bygninger og områder</li> </ul> | <b>Konvensjonell riving og opparbeiding av område</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konvensjonell riving</li> <li>- Utgraving av masser i grunnen og undersøkelser av disse</li> <li>- Opparbeiding av området</li> </ul>   |
| <b>Investeringer og drift</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablering av ny infrastruktur, herunder avfallshåndteringsanlegg</li> <li>- Utstyr for behandling av avfall</li> <li>- Investeringer ifm. modifikasjon av støttesystemer</li> <li>- Opplæring</li> <li>- Driftskostnader (husleie, strøm etc.)</li> </ul>  | <b>Investeringer og drift</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opplæring</li> <li>- Utstyr for behandling av avfall</li> <li>- Investeringer ifm. modifikasjon av støttesystemer</li> <li>- Driftskostnader (husleie, strøm etc.)</li> </ul>  |  |
| <b>Vakt og sikring av anlegg</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Overvåking</li> <li>- Elektronisk sikring</li> <li>- IKT-sikkerhet</li> </ul>  | <b>Vakt og sikring av anlegg</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Overvåking</li> <li>- Elektronisk sikring</li> <li>- IKT-sikkerhet</li> </ul>   | <b>Vakt og sikring av anlegg</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Overvåking</li> <li>- Elektronisk sikring</li> <li>- IKT-sikkerhet</li> </ul>  |

### 5.3 Grunnkalkyle for dekommisjoneringen

Grunnkalkylen inkluderer investeringskostnaden for å dekke alle kostnader knyttet til å planlegge og gjennomføre dekommisjoneringsprosjektet. Tabell 5-1 inkluderer en oversikt over aktiviteter som er inkludert og vurdert i kostnadsestimatet. Kostnadsestimatet inkluderer også kostnader knyttet til sikker drift av de nukleære anleggene i planleggingsfasen (fase 1). Eventuelle overvåking, drift- og vedlikeholdskostnader etter gjennomført dekommisjoneringsprosjekt er ikke inkludert i grunnkalkylen, men er reflektert i den samfunnsøkonomiske analysen i kapittel 6.

Estimert dekommisjoneringskostnad inkluderer kostnader knyttet til fjerning av brensel fra områdene i Halden og på Kjeller, men ikke kostnader knyttet til transport av brensel til endelig sluttforvaring. Nye beholdere for brukt brensel og kostnader knyttet til oppbevaring av brukt brensel er ikke inkludert. Tiltaksalternativene, begrenset og ubegrenset bruk inkluderer også en kostnad på MNOK 45<sup>19</sup> for å bygge et nytt anlegg for behandling av radioaktivt avfall (radavfallsanlegg), da et slikt anlegg må erstattes ved en nedleggelse av eksisterende radavfallsanlegg på Kjeller for å dekke Norges behov for håndtering av radioaktivt avfall i framtiden.

Tabell 5-2 viser kostnader for de to tiltaksalternativene i henholdsvis Halden og på Kjeller, fordelt på fase og i henhold til prosjektnedbrytningsstrukturen beskrevet i kapittel 5.2. Kostnadsestimatet bygger på forutsetningene som er redegjort for i kapittel 4, jf. også Vedlegg F.

**Tabell 5-2. Oversikt over grunnkalkyle (MNOK, 2019-kr)**

B = begrenset bruk; UB = ubegrenset bruk

| Fase                      | PNS  | KJELLER      |              |                  | HALDEN       |              |                  |
|---------------------------|--|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|------------------|
|                           |  | B            | UB           | Δ                | B            | UB           | Δ                |
| <b>1</b>                  | <b>Planlegging og forberedende aktiviteter</b>           | <b>797</b>   | <b>797</b>   |                  | <b>865</b>   | <b>865</b>   |                  |
|                           | Prosjektledelse, støttefunksjoner og fjerning av brensel | 406          | 406          |                  | 528          | 528          |                  |
|                           | Investeringer og driftskostnader                         | 263          | 263          |                  | 209          | 209          |                  |
|                           | Vakt og sikring  | 128          | 128          |                  | 128          | 128          |                  |
| <b>2</b>                  | <b>Nukleær demontering og dekontaminering</b>            | <b>1 675</b> | <b>1 662</b> | <b>-13</b>       | <b>1 346</b> | <b>1 335</b> | <b>-12</b>       |
|                           | Prosjektledelse og støttefunksjoner                      | 559          | 559          |                  | 625          | 625          |                  |
|                           | Nukleær demontering og avfallshåndtering                 | 473          | 471          | -2 <sup>a</sup>  | 317          | 315          | -2 <sup>a</sup>  |
|                           | Investeringer og driftskostnader                         | 395          | 384          | -11 <sup>b</sup> | 222          | 212          | -10 <sup>c</sup> |
|                           | Vakt og sikring  | 249          | 249          |                  | 183          | 183          |                  |
| <b>3</b>                  | <b>Konvensjonell riving og opparbeiding av tomt</b>      |              | <b>227</b>   | <b>227</b>       |              | <b>146</b>   | <b>146</b>       |
|                           | Prosjektledelse og støttefunksjoner                      |              | 31           | 31               |              | 31           | 31               |
|                           | Konvensjonell riving og opparbeiding av tomt             |              | 166          | 166 <sup>d</sup> |              | 91           | 91 <sup>d</sup>  |
|                           | Driftskostnader  |              | 25           | 25 <sup>e</sup>  |              | 22           | 22 <sup>e</sup>  |
|                           | Vakt og sikring  |              | 5            | 5                |              | 2            | 2                |
| <b>TOTALT (2019-MNOK)</b> |  | <b>2 472</b> | <b>2 686</b> | <b>214</b>       | <b>2 212</b> | <b>2 346</b> | <b>134</b>       |

a Endelig radioaktivitetsundersøkelse av området for begrenset bruk er gjort i slutten av fase 2, mens for ubegrenset bruk er gjennomføres dette i fase 3.

b Kostnaden for begrenset bruk er høyere fordi nedrivning av avfallshåndteringsanlegget (MNOK 10) er gjort i slutten av fase 2 for begrenset bruk, mens for ubegrenset bruk i fase 3. I tillegg er de kostnadene for å dekke opprydding og kontroll av diverse mindre anlegg etter fase 1 (MNOK 15) som inkludert i fase 2 for begrenset bruk, men for ubegrenset bruk fordelt mellom fase 2 og 3.

c Kostnaden for begrenset bruk er høyere fordi nedrivning av avfallshåndteringsanlegget (MNOK 10) er gjort i slutten av fase 2 for begrenset bruk, mens for ubegrenset bruk i fase 3.

d Inkludert kostnader for håndtering av jordavfall (antatt 10% av total avfallshåndteringskostnad fra Studsvik).

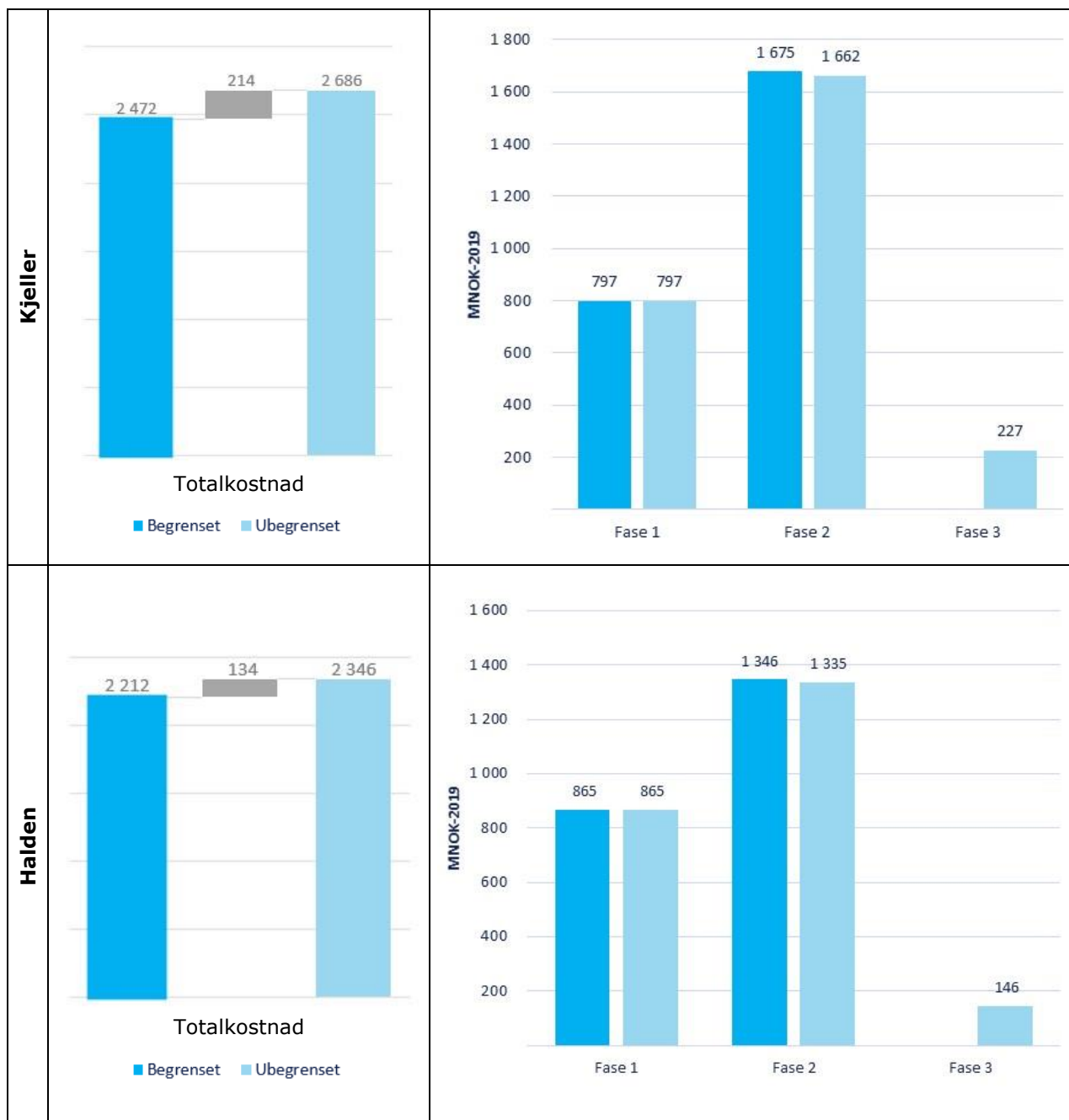
e Dette inkluderer DSA kostnad, kostnad for dekommisjonering av avfallshåndteringsanlegg, kostnad for referansegruppe og service og vedlikehold av IT-systemet.

Total forskjell i grunnkalkyle mellom de to tiltaksalternativene er MNOK 214 for Kjeller og MNOK 134 for Kjeller. I fase 1 av dekommisjoneringsprosjektet er det lagt til grunn at de samme tiltakene må gjøres for tiltaksalternativ begrenset og ubegrenset bruk og ressursbehovet er dermed likt. I fase 2 er det i hovedsak de samme tiltakene som også er forventet at må gjennomføres. Hovedforskjellen

<sup>19</sup> Det er ikke gjort en analyse av hva det koster å bygge et nytt radavfallsanlegg. Kostnaden vil avhenge av en rekke forhold, som størrelse og funksjon. Kostanden som er lagt til grunn i kostnadsestimatet er i henhold til kostnaden for etablering av et avfallshåndteringsanlegg ved gjenvinning on-site, jf. vedlegg D og kapittel 4.1.3.2.

mellom de to alternativene er altså kostnader som påløper i fase 3 av prosjektet, det vil si arbeid knyttet til riving og bygninger og struktur, undersøkelse og behandling av masser i grunnen og opparbeiding av områdene.

En visuell fremstilling av grunnkalkylen kan ses i følgende figurer.



Figur 5-1. Oppsummering av grunnkalkylen (MNOK, 2019-kr)

## 5.4 Resultat fra usikkerhetsanalysen

Med utgangspunkt i grunnkalkylen for prosjektet er det utarbeidet en usikkerhetsanalyse for de to tiltaksalternativene, hovedresultater fra usikkerhetsanalysen vises i Tabell 5-3 og Tabell 5-4. Metode, usikkerhetsvurderinger per kostnadspost og usikkerhetsdrivere er beskrevet i Vedlegg H.

**Tabell 5-3. Oversikt over kostnader ved de to tiltaksalternativene i Halden (avrundet til nærmeste MNOK 10, 2019-kr)**

| Tilstand   | Grunnkalkyle | Forventet | Std. Avvik | $\sigma/E$ | p15   | p50   | p85   |
|------------|--------------|-----------|------------|------------|-------|-------|-------|
| Begrenset  | 2 210        | 3 160     | 770        | 24%        | 2 370 | 3 130 | 3 960 |
| Ubegrenset | 2 350        | 3 400     | 840        | 25%        | 2 520 | 3 380 | 4 270 |

**Tabell 5-4. Oversikt over kostnader ved de to tiltaksalternativene på Kjeller (avrundet til nærmeste MNOK 10, 2019-kr)**

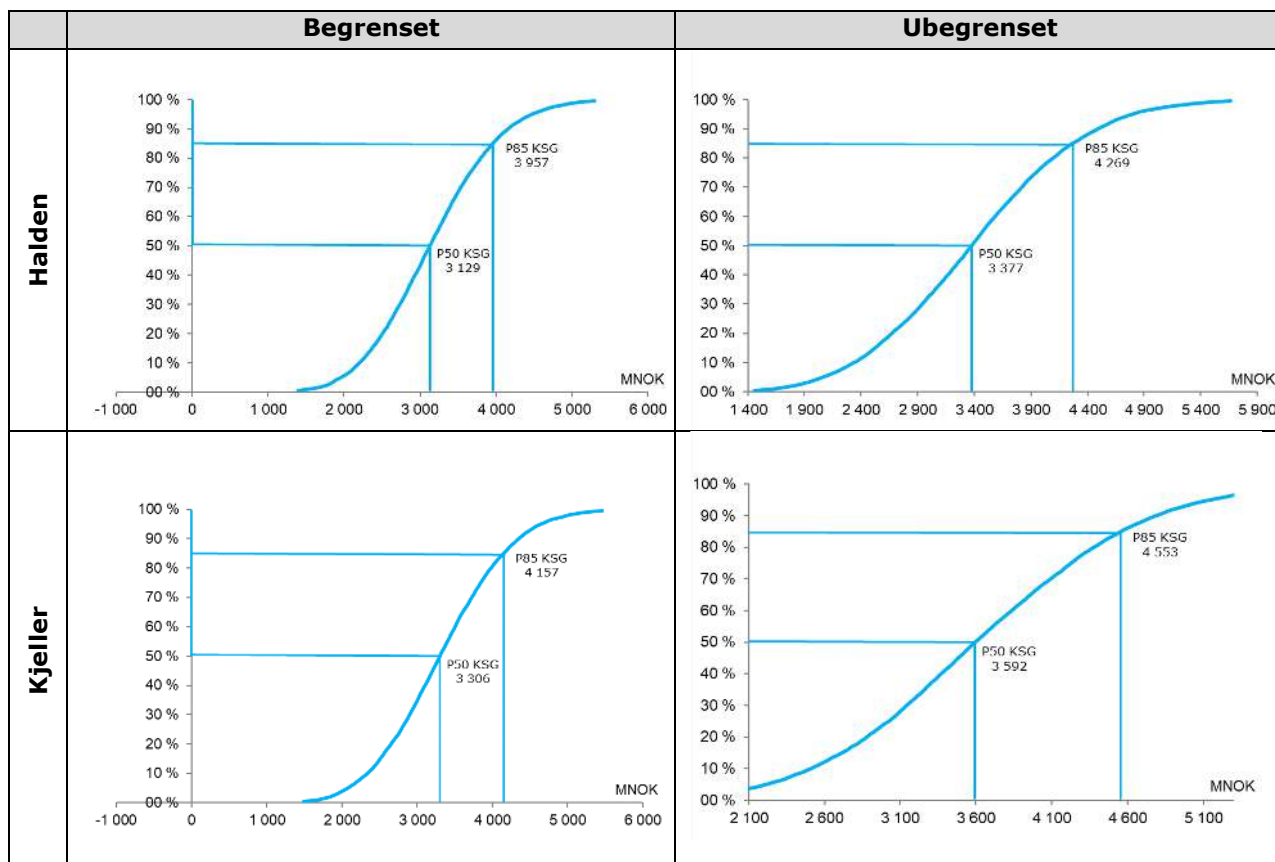
| Tilstand   | Grunnkalkyle | Forventet | Std. Avvik | $\sigma/E$ | p15   | p50   | p85   |
|------------|--------------|-----------|------------|------------|-------|-------|-------|
| Begrenset  | 2 470        | 3 330     | 780        | 24%        | 2 510 | 3 310 | 4 160 |
| Ubegrenset | 2 690        | 3 630     | 880        | 24%        | 2 720 | 3 590 | 4 550 |

**Halden:** Forventet kostnad for alternativ begrenset bruk er MNOK 3 160, med et standardavvik på MNOK 766. Ved dekommisjonering til begrenset bruk vil prosjektet med 70 prosent sannsynlighet ha en kostnad mellom MNOK 2 370 og MNOK 3 960. Alternativ ubegrenset bruk har en forventet kostnad på MNOK 3 400, med et standardavvik på MNOK 840. For ubegrenset bruk vil prosjektet med 70 prosent sannsynlighet ha en kostnad mellom MNOK 2 520 og MNOK 4 270.

**Kjeller:** Forventet kostnad for alternativ begrenset bruk er MNOK 3 330, med et standardavvik på MNOK 783. Ved dekommisjonering til begrenset bruk vil prosjektet med 70 prosent sannsynlighet ha en kostnad mellom MNOK 3 630 og MNOK 4 160. Alternativ ubegrenset bruk har en forventet kostnad på MNOK 3 631, med et standardavvik på MNOK 880. For ubegrenset bruk vil prosjektet med 70 prosent sannsynlighet ha en kostnad mellom MNOK 2 720 og MNOK 4 550.

Resultatet fra usikkerhetsanalysen viser en større forskjell mellom tiltaksalternativene enn hva grunnestimatet tilsier. Dette skyldes en forventning om økte kostnader ved dekommisjonering til ubegrenset bruk, denne forventningen er vanskelig å definere i konkrete aktiviteter i grunnestimatet men kommer i hovedsak av at flere operasjoner blir mer komplisert og tar lengre tid når kravene til slutt-tilstand er strengere.

Figuren nedenfor viser S-kurvene for de to alternativene for Halden og Kjeller.



**Figur 5-2. S-kurver for dekommisjoneringskostnad henholdsvis for alternativene i Halden og på Kjeller**

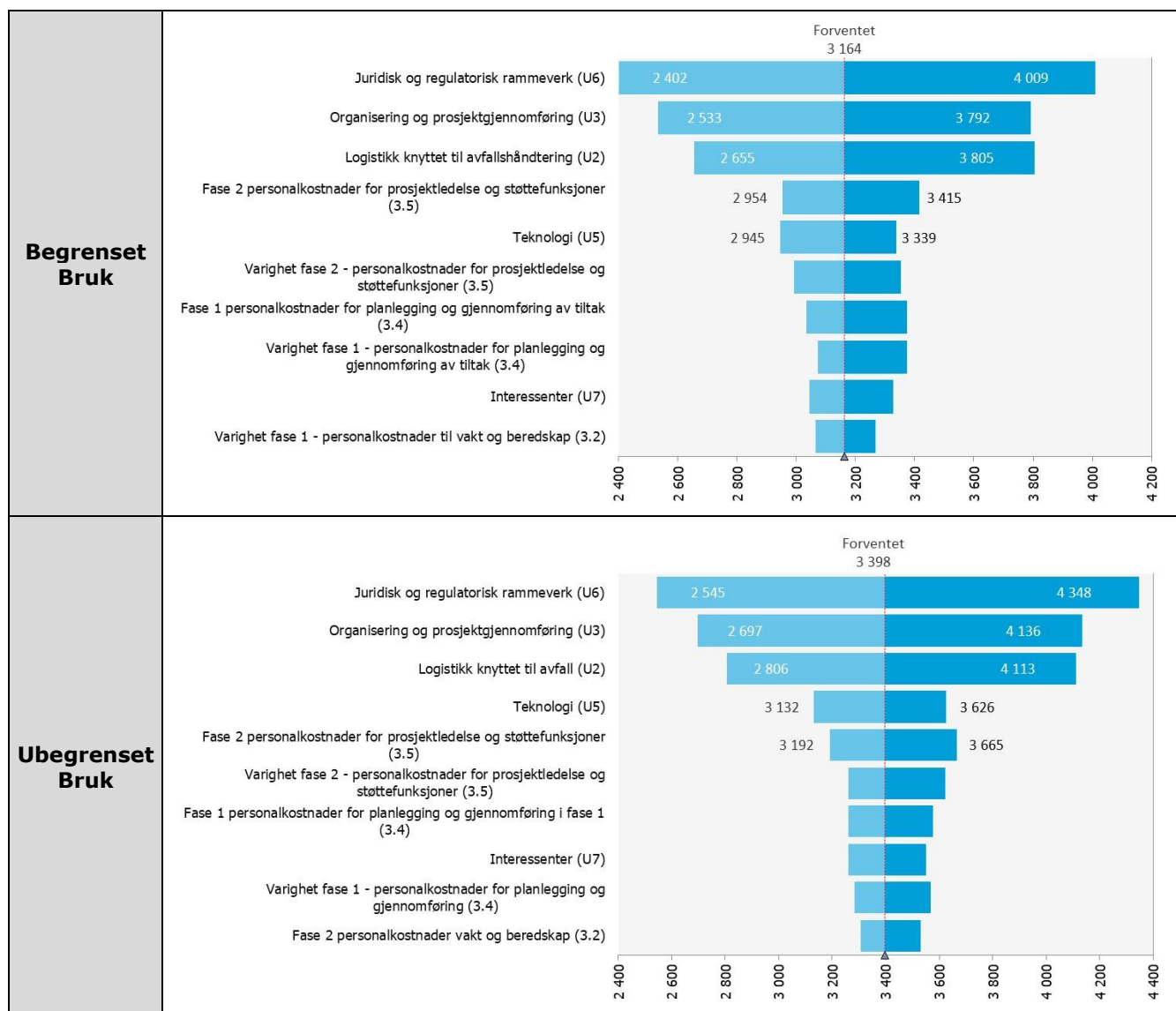
S-kurven viser at alternativet ubegrenset bruk har høyere usikkerhet enn alternativet begrenset bruk. Grunnen til dette er at det anses som mer usikkerhet ved dekommisjonering til ubegrenset bruk enn begrenset bruk, om tiltakene som er lagt til grunn i kostnadsestimatet er tilstrekkelig for å nå den aktuelle tilstanden.

Utredning har ikke lagt til grunn hendelser i usikkerhetsanalysen. Identifiserte hendelser inkluderer behov for støttetiltak i fjellhallen i Halden for å sikre at denne ikke raser sammen etter endt dekommisjonering, krav om fjerning av utslippsledningen fra anleggene i Halden og på Kjeller til henholdsvis Tista og Nitelva og utbredt kontaminering av rent avfall som følge av svake rutiner ved avfallshåndtering er identifisert som aktuelle hendelser. Disse er imidlertid ikke kvantifisert og da heller ikke lagt inn i usikkerhetsanalysen. Det også utredningens vurdering at hendelser som er av stor kostnadsmessig betydning anses som lite hensiktsmessig å inkludere i en slik usikkerhetsanalyse da den fulle kostnaden som hendelsen medfører, dersom hendelsen skulle skje, ikke vil bli hensyntatt i kostnadsestimatet. Det vil si, dersom hendelsen skulle skje har man ikke satt av tilstrekkelig med penger og motsatt; dersom hendelsen ikke skjer er estimatet for høyt og man vil legge til grunn en for stor kostnads- og styringsramme.

## 5.4.1 Beskrivelse av største usikkerheter og tiltak for reduksjon av usikkerhet

Tornadodiagrammene gir en indikasjon på hvilke faktorer og kalkyleelementer som det er viktig å ha fokus på under planleggingen og gjennomføringen av prosjektet. Figur 5-3 og Figur 5-4 viser de variablene som bidrar med mest usikkerhet i totale kostnader<sup>20</sup>.

### Resultater for Halden

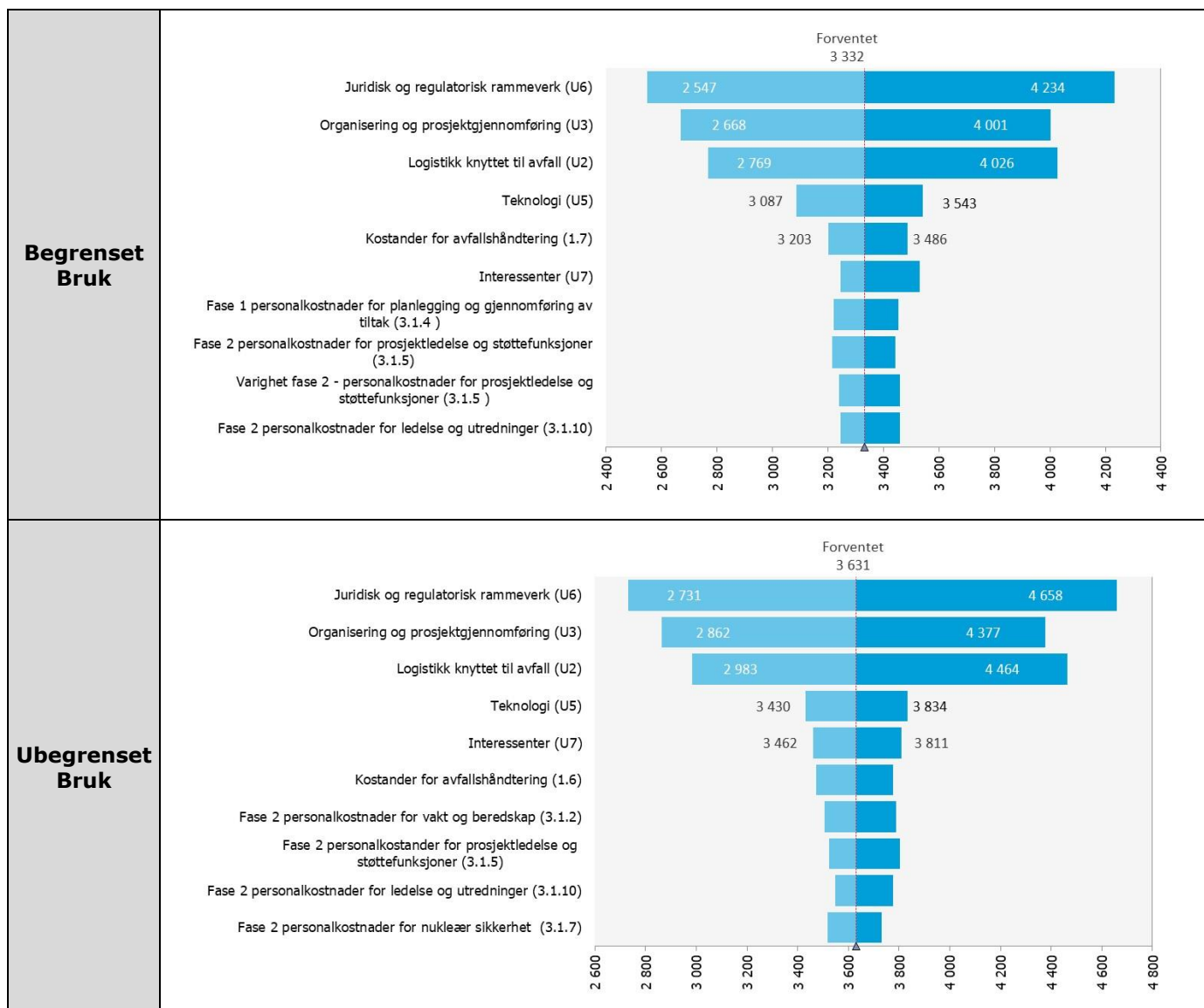


**Figur 5-3. Tornadoplott for Halden<sup>21</sup> som viser endring i total kostnad som konsekvens av et henholdsvis høyt eller lavt utslag på faktorene (MNOK)**

<sup>20</sup> Verdien angir hvor mye total kostnaden vil øke dersom angitte faktoren har et høyt eller lavt utslag. Med høyt eller lavt menes gjennomsnittet av de 20% høyeste eller de 20% laveste verdiene, dette utgjør ca. p10 og p90.

<sup>21</sup> Figuren viser de variablene som bidrar med størst usikkerhet på prosjektets totale kostnader. Verdien angir hva total kostnaden vil forventes å bli dersom respektive variabel får et høyt eller lavt utslag. Med høyt og lavt utslag menes gjennomsnittet av de 20% høyeste og 20% laveste utslagene. Dette tilsvarer ca p10 og p90.

## Resultater for Kjeller



**Figur 5-4. Tornadoplott for Kjeller<sup>22</sup> som viser endring i total kostnad som konsekvens av et henholdsvis høyt eller lavt utslag på faktorene (MNOK)**

Tornadoplottene viser at det er usikkerhetsfaktoren «Juridiske og regulatoriske rammeverk» som utgjør den største usikkerheten både i Halden og på Kjeller og i begge tiltaksalternativene. Usikkerhetsfaktorer er forbundet usikkerhet knytte til hvordan regelverket vil praktiseres ved dekommisjonering og manglende erfaring og klargjørende veiledning på dette området, særlig knyttet til hvilke krav som vil stilles for friklassing av områder, jf. 4.2.2. Der er forventet at denne uklarheten vil føre til at det vil påløpe noe ekstra kostnader og forventningsverdien reflekterer dette. Ved en god og tett dialog med DSA og løpende avklaring av uklare elementer er det forventet at dekommisjoneringskostnaden kan reduseres betydelig, med mellom MNOK 750 og 900. Derimot, nødvendige avklaringer lar vente på seg og prosjektorganisasjonen ikke vet hvilke krav og kriterier de

<sup>22</sup> Figuren viser de variablene som bidrar med størst usikkerhet på prosjektets totale kostnader. Verdien angir hva total kostnaden vil forventes å bli dersom respektive variabel får et høyt eller lavt utslag. Med høyt og lavt utslag menes gjennomsnittet av de 20% høyeste og 20% laveste utslagene. Dette tilsvarer ca p10 og p90.



skal forholde seg til, er dette forventet å øke dekommisjoneringskostnaden med mellom MNOK 850 og 1 050.

Videre er usikkerhetsfaktoren «Organisering og prosjektgjennomføring» betydelig for begge tiltaksalterantiver på begge lokasjoner. Denne faktoren reflekterer hvordan usikkerhet knyttet til prosjektets organisering vil kunne påvirke gjennomføringen. Dekommisjoneringskostnaden av de nukleære anleggene innebærer en omlegging av virksomheten som kan være en utfordring i seg selv. Hvorvidt kritisk kompetanse og nøkkelpersoner vil være tilgjengelig i prosjektgjennomføringen forventes også å ha mye å si for den praktiske gjennomføringen og hvor effektivt prosjektet vil bli styrt.

Utover dette er det stor usikkerhet i begge alternativene og utfordringene er i stor grad like mellom dem. Usikkerheten knyttet til ressursbehov i form av behov for personell (personalkostnader) er betydelig både i fase 1 og fase 2 på begge lokasjoner og for begge tiltaksalterantiver. Usikkerheten er knyttet både til antall årsverk det er behov for ved planlegging og gjennomføring av ulike operasjoner og varigheten på fasene. Dersom fase 1 og/eller fase 2 strekker seg ut i tid vil behov for prosjektledelse og støttefunksjoner øke og prosjektkostnaden øke, mens gjennomføres prosjektet mer effektivt enn vil kostanden reduseres, gitt at andre kostnadselementer ikke øker.

Nedenfor er det gitt en kort forklaring av de fem usikkerhetsfaktorene som bidrar med mest usikkerhetene. For mer informasjon om de enkelte variablene og estimatusikkerheten som er lagt til grunn i usikkerhetsanalysen, se Vedlegg H. Usikkerhetsfaktorene er notert med U for usikkerhetsfaktor, deretter et nummer, i alt seks faktorer.

#### **U6 – Juridisk og regulatorisk rammeverk**

Myndighetene har ansvar for det juridiske og regulatoriske rammeverket ved en dekommisjonering. I Norge er det ikke gjennomført et slik type prosjekt før og verken ansvarlig myndighet eller prosjektorganisasjonen har erfaring med å dekommisjonere atomanlegg. Det er som følge knyttet betydelig usikkerhet til hvordan regelverket skal tolkes og praktiseres i denne sammenheng. Det er derfor stor risiko for at nødvendige godkjenningprosesser vil trekke ut i tid og føre til forsinkelser i prosjektet eller ekstra ressurser. Videre er det per i dag uklart hvilke grenser som gjelder for friklassing av bygninger og områder. I hvilken grad man klarer å dra nytte av erfaringer fra andre land forventes å ha mye å si for hvor effektivt det er mulig å gjennomføre dekommisjoneringskostnaden. Ved å dra nytte av lærdom i andre land antas det at det vil være mulig å utarbeide en regulering som tilrettelegger for en mer effektiv dekommisjonering enn det som erfaringstallene i kostnadsestimatet tar utgangspunkt i.

Faktoren tar også høyde for eventuelle regulatoriske komplikasjoner når IFEs nukleære virksomheten overføres til NND, herunder overføring av konsesjon.

Et risikoreduserende tiltak vil være å opprette en god dialog og samarbeid med ansvarlig myndighet. Det er viktig at relevant erfaring fra andre land kartlegges for å kunne dra nytte av dette. Erfaring fra tidligere prosjekter har vist at en viktig faktor for å redusere risiko knyttet til krav i forbindelse med friklassing er at nivåer for bakgrunnsstråling på området er evaluert og definert på forhånd slik at friklassingskriteriene som settes er realistiske.

#### **U3 – Organisering og prosjektgjennomføring**

Usikkerhetsfaktoren skal fange opp kostnadskonsekvensen som følge av kvaliteten på prosjektets styringssystemer, prosjektorganisasjonens stabilitet og evne til å styre prosjektet.

Dekommisjoneringskostnaden av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller innebærer en omlegging av virksomheten. Ved en slik omstilling vil det være behov for noe ny kompetanse, mens noe

av den eksisterende kompetansen vil bli overflødig og flere ansatte vil miste jobben. I en slik omstilling er det stor fare for at man også mister viktige nøkkelpersoner og at omorganiseringen i seg selv skaper støy og utfordringer i prosjektgjennomføringen. Det er også en fare for at en slik overgang fører til uklarheter omkring roller og ansvar, som føre kan påvirke framdrift og kvalitet.

På den andre siden vil en effektiv og vellykket organisering og prosjektgjennomføring kunne bidra til at deler av prosjektet gjennomfører mer effektivt enn det man forventer.

Risikoreduserende tiltak innebærer en snarlig klargjøring av prosjektorganisasjonen og ansvarfordeling, inkludert fordele roller og ansvar og sørge for at det finnes prosjektlederkompetanse i organisasjonen. Det vil være spesielt viktig for gjennomføringen at det kartlegges hva som er kritisk kompetanse og at denne sikres tilgang til så tidlig som mulig. Videre er det viktig å avklare sentrale løsninger som vil påvirke prosjektgjennomføring, herunder løsninger for oppbevaring av brukt brensel, avfallshåndteringsstrategi og løsning for oppbevaring lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall, samt kontraktsstrategi.

## **U2 – Logistikk ved avfallshåndtering**

Dekommisjoneringsprosjekter er i stor grad avfallsdrevne da det hovedsakelig er avfall som er hovedproduktet. Gjennom prosjektet genereres det kontinuerlig avfall som må håndteres og sendes til et egnet mottak eller deponi. Utfordringer i avfallslogistikken kan føre til at hele prosjektet blir forsinket, noe som er svært kostnadsdrivende. Valg av avfallshåndteringsstrategi og planlegging for denne er derfor sentralt. I Halden vurderes også plassbegrensninger i tilknytning til de nukleære anleggene som en ekstra utfordring. Den største usikkerheten i denne sammenheng er imidlertid knyttet til oppbevaringsløsning for radioaktivt avfall. Et egnet mottak eller deponi for lagring av radioaktivt avfall med tilstrekkelig kapasitet må etableres før den nukleære demontering kan gjennomføres.

Risikoreduserende tiltak vil være å tidlig planlegge og detaljere avfallshåndteringslogistikken på området, herunder oppbevaringsløsning. En fullstendig karakterisering av anleggene (fysisk, kjemisk og radiologisk) vil være et viktig element i planleggingen av logistikken gjennom å gi prosjektet bedre forståelse for hvilke typer avfallsstrømmer som vil generes i løpet av prosjektgjennomføringen.

## **U5– Teknologi**

Selve dekommisjoneringsprosessen kan foregå med ulike metoder og teknologier. Faktoren fanger opp teknologiens modenhet og egnethet til dette prosjektet. Teknologi er stadig under utvikling og det er de siste årene gjennomført flere dekommisjoneringsprosjekter som det er forventet at prosjektet kan dra erfaring fra. Teknologi er vurdert utelukkende å være en oppside for prosjektet. Øvrig usikkerhet knyttet til teknologi, herunder kvalifisering av teknologier og behov for spesialutstyr, er ivaretatt i estimatusikkerheten.

## **U4 - Interessenter**

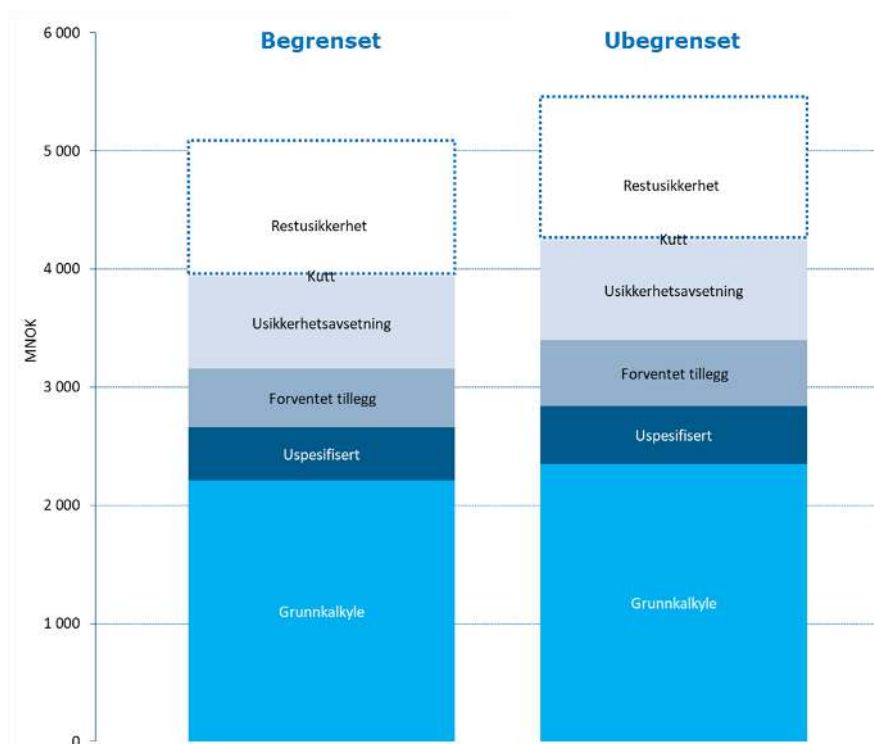
Faktoren omhandler usikkerhet knyttet til interessenters påvirkning i dekommisjoneringsprosessen. Det er forventet mer interaksjon mellom regulator og interessenter/allmenheten under en dekommisjonering enn ved drift av en reaktor. Dette skyldes et regime om offentlige høringer, diskusjoner omkring hva området skal benyttes til i fremtiden og annen aktivitet på område kan gi bekymring for stråleskader. Det er begrenset med kunnskap om kjernekraft generelt i befolkningen og mye frykt knyttet til tema. Dekommisjoneringen vil gi større og mer synlig aktiviteter, noe som kan gi næring til denne frykten. På grunn av frykten som i utgangspunktet er knyttet til kjernekraft så vil prosjektet

være spesielt sensitivt for at små hendelser får store oppslag. Sterke interessegrupper og oppslag i aviser og på sosiale medier kan føre til stopp i framdriften. Prosjektet vil sannsynligvis følges tett av det internasjonale fagmiljøet for kjernekraft og Norges omdømme kan påvirkes negativt dersom det skjer vesentlige uønskede hendelser.

## 5.4.2 Styrings- og kostnadsrammer

### Halden

Usikkerhetsavsetninger for alternativene Begrenset bruk og Ubegrenset bruk er vist nedenfor.



**Figur 5-5. Usikkerhetsavsetninger for de to alternativene i Halden (MNOK, 2019-kr)**

Det anbefales at styringsrammen settes lik p50 (grunnkalkyle, uspesifisert og forventet tillegg), det innebærer MNOK 3 163 for begrenset bruk og MNOK 3 398 for ubegrenset bruk for anleggene i Halden. Kostnadsrammen anbefales lik p85 (styringsramme inkl. usikkerhetsavsetning), tilsvarende MNOK 3 927 for begrenset bruk og MNOK 4 239 for ubegrenset bruk. For oversikt over styrings- og kostnadsrammer se Tabell 5-5. Det anbefales at styrings- og kostnadsrammer for prosjektet oppdateres i forprosjektfasen.

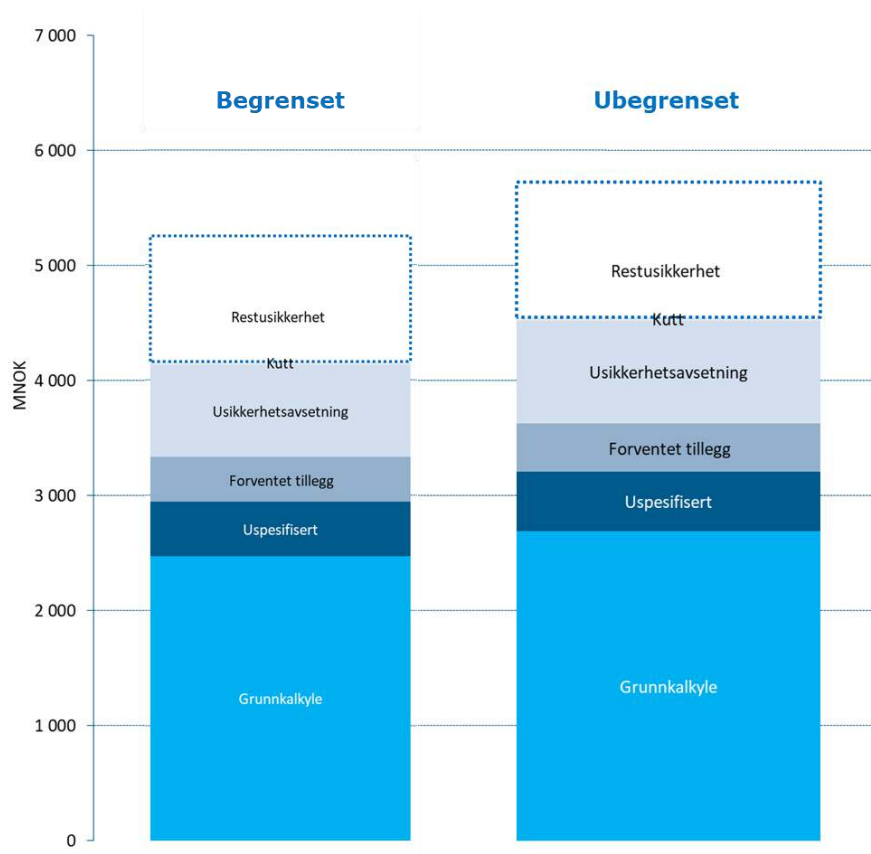
Det er vanskelig å identifisere potensielle forenklinger og reduksjoner som følge av krav til sikkerhet i gjennomføringen. Det er behov for et tydelig regelverk på hva som må gjøres og god dialog med myndighetene for tolking av regelverket slik at man ikke gjennomfører tiltak som ikke er nødvendig eller at det settes urealistiske kriterier (eks. erfaring med bakgrunnsstråling fra andre land).

**Tabell 5-5. Styrings- og kostnadsramme per fase for Halden – begrenset bruk og ubegrenset bruk. (Avrundet til nærmeste 10 MNOK, 2019-kr)**

|                     | Begrenset bruk |        |        | Ubegrenset bruk |        |        |
|---------------------|----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|
|                     | Fase 1         | Fase 2 | Fase 3 | Fase 1          | Fase 2 | Fase 3 |
| Styringsramme (P50) | 1 170          | 1 930  | -      | 1 190           | 1 960  | 200    |
| Kostnadsramme (P85) | 1 490          | 2 540  | -      | 1 510           | 2 570  | 260    |

## Kjeller

Usikkerhetsavsetninger for alternativene begrenset bruk og ubegrenset bruk er vist nedenfor.



**Figur 5-6. Usikkerhetsavsetninger for de to alternativene på Kjeller (MNOK, 2019-kr)**

Det anbefales at styringsrammen settes lik p50 (grunnkalkyle, uspesifisert og forventet tillegg), det innebærer MNOK 3 332 for Begrenset bruk og MNOK 3 631 for Ubegrenset bruk. Kostnadsrammen anbefales lik p85 (styringsramme inkl. usikkerhetsavsetning), tilsvarende MNOK 4 127 for Begrenset bruk og MNOK 4 523 for Ubegrenset bruk. For oversikt over styrings- og kostnadsrammer se Tabell 5-6. Det anbefales at styrings- og kostnadsrammer for prosjektet oppdateres i forprosjektfasen.

**Tabell 5-6. Styrings- og kostnadsramme per fase Kjeller – begrenset bruk og ubegrenset bruk. (Avrundet til nærmeste 10 MNOK, 2019-kr)**

|                     | Begrenset bruk |        |        | Ubegrenset bruk |        |        |
|---------------------|----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|
|                     | Fase 1         | Fase 2 | Fase 3 | Fase 1          | Fase 2 | Fase 3 |
| Styringsramme (P50) | 1 010          | 2 290  | -      | 980             | 2 290  | 310    |
| Kostnadsramme (P85) | 1 260          | 2 950  | -      | 1 240           | 2 970  | 400    |

## 5.5 Vurdering av kostnadsestimatet opp mot kostnadsestimatet i KVU (2015) og KS1 (2016)

Estimerte dekommisjoneringskostnaden i Halden og på Kjeller har økt betydelig sammenlignet med KVU (2015) og KS1 (2016). Tabellen under oppsummerer estimert kostand ved dekommisjonering til begrenset og ubegrenset bruk i henholdsvis Halden og på Kjeller.

| Investeringskostnader, forventningsverdi | KVU (2015)<br>(2014-kroner) | KS1 (2016)<br>(2016-kroner) | KVU trinn 2<br>(2019-kroner) |
|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Halden                                   |                             |                             |                              |
| Begrenset bruk                           | 698                         | 830                         | 3 160                        |
| Ubegrenset bruk                          | 757                         | 870                         | 3 400                        |
| Kjeller                                  |                             |                             |                              |
| Begrenset bruk                           | 674                         | 860                         | 3 330                        |
| Ubegrenset bruk                          | 759                         | 890                         | 3 630                        |

Utredningens ønsker å understreke at kostnadsestimatene i denne utredningen ikke er direkte sammenlignbare med tidligere utredninger som følge av flere faktorer. Endringer i situasjonen i Halden og på Kjeller har blant annet påvirket kostnadsestimatet. Reaktorene i Halden og på Kjeller er nå permanent stengt, mens de ved utarbeidelse av KVU (2015) og KS1 (2016) fortsatt var i drift. De viktigste endringene i tiltaksalternativene fra KVU (2015) og KS1 (2016) er:

- Avfallsvolum har økt (jf. vedlegg C): En oppdatert analyse av avfallsvolum ved dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller viser at avfallsvolumene har økt med seks ganger i Halden og 14 ganger på Kjeller, sammenlignet med avfallsvolumene som var lagt til grunn i KVU (2015). Estimaten som er benyttet i denne utredningen anses å ha betydelig bedre kvalitet enn ved utarbeidelse av KVU (2015). Økningen i avfallsmengder skyldes følgende;
  - Avfallsmengder har blitt lagt til og mer detaljerte estimater er blitt gjort. Nye typer avfall som er lagt til i forbindelse med denne utredningen er tungtvann, isolasjon, ionebyttemasse, væske, jordmasser.
  - Vurdering av type avfall er endret (kontamineringsnivå) og tilpasset norsk regelverk
  - Bygninger som var vurdert som rene i 2015 er inkludert (JEEP I, JEEP I Stavbrønn, Nora og Uranlager)
- Antall årsverk har økt: Behovet for arbeidskraft i prosjektets ulike faser er vurdert å være betydelig høyere i denne utredningen enn i KVU (2015). Tabellen under oppsummerer behovet for antall personer/årsverk i de ulike fasene som var lagt til grunn i KVU (2015) og i denne utredningen. Tallene er ikke direkte sammenlignbare da kostnadsestimatet i KVU (2015) ikke legger til grunn at det er behov for alle personer 100 prosent i de ulike fasene.

| Fase | KVU (2015)                     |   | KVU trinn 2   |  |
|------|--------------------------------|---|---|--|
|      | Beskrivelse                    | Personer  | Beskrivelse   | Årsverk  |
| 1    | Planlegging<br>(2 år)          | 10 personer<br>(virksomhet: 10,<br>driftspersonell: 0)  | Planlegging og<br>fjerning av brensel<br>(5 år)                       | 201 årsverk<br>(Halden: 110,5,<br>Kjeller: 90,5)                       |
|      | Fjerning av brensel<br>(3 år)  | 41 personer<br>(virksomhet: 27,<br>driftspersonell: 14) |   |  |
| 2    | Nukleær<br>demontering (5 år)  | 30 personer<br>(virksomhet: 17,<br>driftspersonell: 13) | Nukleær demontering<br>(11 år Halden og 15<br>år Kjeller)             | 122 årsverk +<br>avfallshåndtering<br>(Halden: 69,5,<br>Kjeller: 52,5) |
| 3    | Konvensjonell riving<br>(2 år) | 13 personer<br>(virksomhet: 9,<br>driftspersonell: 4)   | Riving, grunn og<br>opparbeiding av tomt<br>(2 år ubegrenset<br>bruk) | 27 årsverk<br>(Halden: 13,5,<br>Kjeller: 13,5)                         |

I KVU (2015) ble det lagt til grunn at planleggingen av dekommisjoneringsarbeidet i hovedsak ble gjort i anleggets driftsfase. Kostnadsestimatet i denne utredningen inkluderer også drift- og vedlikeholdskostnader i planleggingsfasen, da det har vist seg vanskelig å skille mellom rene dekommisjoneringsoppgaver og drift- og vedlikeholdsoppgaver når anleggene er kjørt ned i sikker tilstand. Videre reflekterer prosjektorganisasjonen som er lagt til grunn i KVU trinn 2 en organisasjon som utreder mener ivaretar behovet for eierskap og arbeidsgiveransvar. Dette er i tråd med at NND er blitt opprettet. I KVU (2015) ble det skissert en ren prosjektorganisasjon og KS1 (2016) peker på at hensyn til eierskap og arbeidsgiveransvar i liten grad anses ivaretatt /D078/.

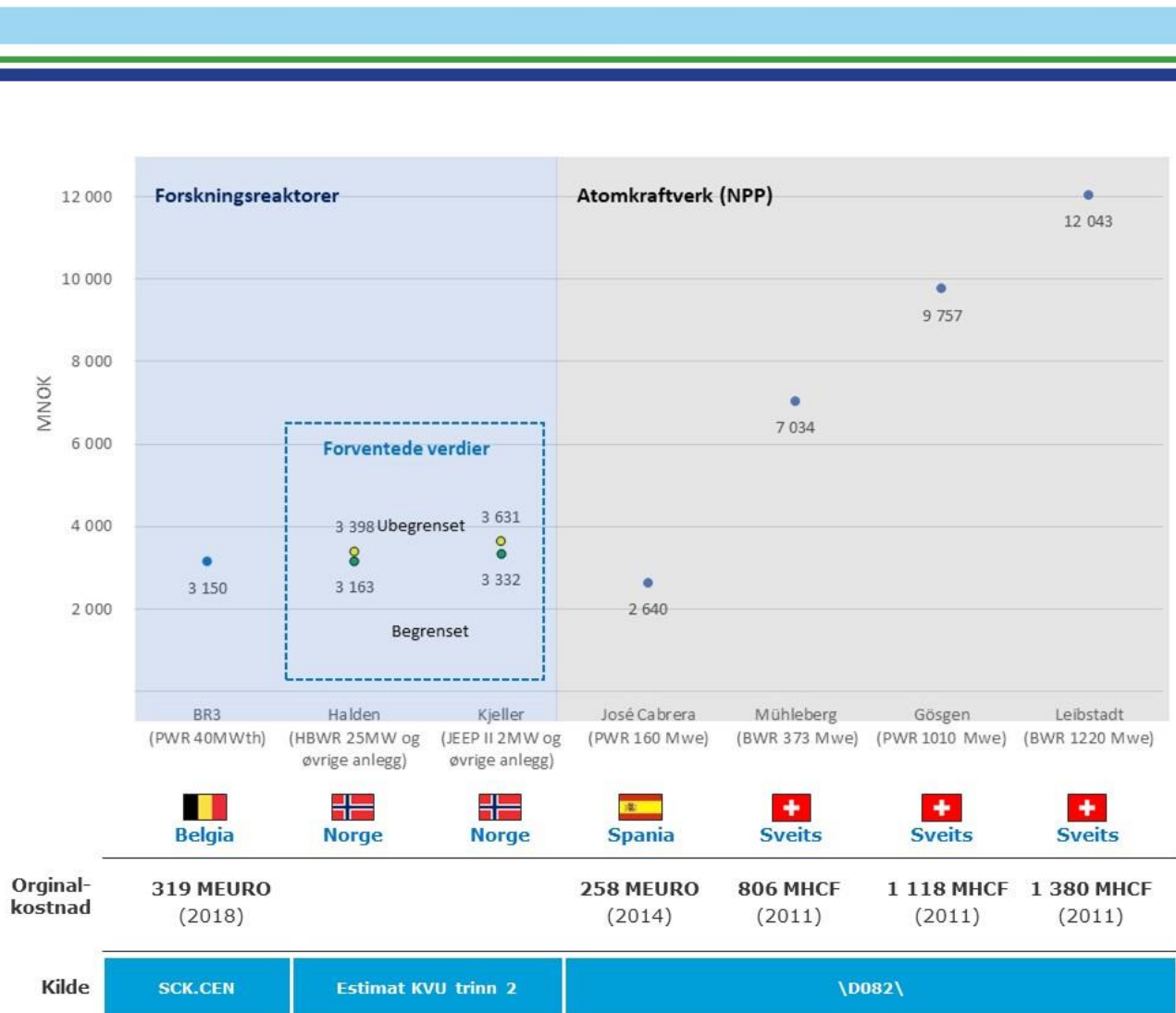
I KVU (2015) var transport inkludert som en del av kostnaden ved fjerning og transport av brensel, mens transportkostnaden er ikke inkludert i KVU trinn 2 da det har vanskelig latt seg gjøre når man ikke kjenner til endelig oppbevaringsløsning. Transportkostnaden ved fjerning av brensel utgjør imidlertid en relativt liten kostnad i KVU (2015)<sup>23</sup>

- Gjennomføringstid: Gjennomføringstiden for den nukleære dekommisjering (fase 2) har økt fra fem år i KVU (2015) til 11 år i Halden og 15 år på Kjeller i KVU trinn 2. Hovedårsaken til dette er de økte avfallsmengdene. Varigheten for fase 2 er beregnet<sup>24</sup> utifra kartlagte avfallsmengder og en vurdering av antall personer som kan utføre nukleære demonteringsoperasjoner samtidig, uten at det går ut over den nukleære sikkerheten.

## 5.6 Kostnadssammenligning av dekommisjoneringsprosjekter

Figur 5-7 viser en kostnadssammenligning blant flere dekommisjoneringsprosjekter i Europa. Sammenstillingen viser at kostnadene for dekommisjering øker med kraftkapasiteten til reaktoren. Det understrekes at dekommisjoneringsprosjektene i oversikten ikke er direkte sammenlignbare med dekommisjoneringsprosjektene i Halden og på Kjeller. Forhold som påvirker dekommisjeringskostnaden er reaktortype, antall anlegg som dekommisjoneres, plassering, kostnadsnivå i landet arbeidet utføres, tilgang på kompetanse og erfaring med gjennomføring av lignende prosjekter, hvilke kostnader som er lagt inn i dekommisjoneringsprosjektet (eks. kun investeringskostnad eller også drift- og vedlikeholdskostnader) etc. IFE vurderer BR3-reaktoren i Belgia som den reaktor som er mest sammenlignbar med HBWR. Figur 5-7 viser at forventet kostnad for dekommisjering til begrenset og ubegrenset bruk i Halden ligger nærme kostnaden for dekommisjering av BR3-reaktoren.

<sup>24</sup> Beregningene er gjort basert på kostandsmodellen CERREX-D2, jf. vedlegg F



**Figur 5-7. Sammenligning av dekommisjoneringskostnadene mellom reaktorer i Europa**

IFE har også mottatt et grovt kostnadsoverslag for dekommisjonering av DR3 i Danmark /D099/. DR3 reaktor er en tungvannsreaktor med en termisk effekt på 10 MW. Kostanden for den nukleære demontering for DR3 er anslått til MDKK 83,6 (MNOK ca. 110). Den nukleære demonteringen for JEEP II-reaktoren på Kjeller er til sammenligning anslått til MNOK 82. JEEP II er en tungvannsmoderert reaktor med maksimal varmeeffekt på 2 MW.

## 6 SAMFUNNSØKONOMISK ANALYSE

En oppdatert samfunnsøkonomisk analyse av tiltaksalternativene *ubegrenset bruk* og *begrenset bruk* er gjennomført i forbindelse med denne utredningen. I den samfunnsøkonomiske analysen sammenlignes tiltaksalternativene med et referansealternativ (nullalternativ). I denne delen gis først en kort beskrivelse av nullalternativet, og metode og forutsetninger som er lagt til grunn for den samfunnsøkonomiske analysen. Deretter presenteres resultatene fra den samfunnsøkonomiske analysen før det gis en nærmere vurdering av prissatte og ikke-prissatte virkninger.

### 6.1 Nullalternativet – «sikker dvale»

Nullalternativet i analysen skal representere en videreføring av dagens situasjon, med et minimum av investeringer for å opprettholde en forsvarlig situasjon. Tiltaket kan sammenlignes med det som kalles «sikker dvale» (eng. safe enclosure). En dekommisjoneringsstrategi som innebærer å plassere anlegget i sikker tilstand har to alternative kontrollregimer; aktiv og passiv. Et aktivt kontrollregime innebærer at det er mulig å komme inn i anlegget til enhver tid og at personalet er på stedet i hvert fall i løpet av normal arbeidstid /D113/. Det passive alternativet betyr at anlegget vanligvis ikke er tilgjengelig, med unntak av periodiske kontroller (en eller to ganger i året) for å vurdere anleggets tilstand /D113/. Det aktive alternativet er vanligvis lettere å akseptere. Det er i nullalternativet lagt til grunn et aktivt kontrollregime for de 50 første årene av analyseperioden. Deretter er det lagt til grunn et mer passivt kontrollregime, men der det er noe løpende vakt og sikring som tilsier at behovet halveres fram til analyseperiodens slutt (100 år). Etter analyseperiodens slutt er det lagt til grunn et enda mer passivt kontrollregime der løpende vakt og sikringsfunksjonene reduseres ytterligere, og drift og vedlikeholdskontroll gjennomføres kun to ganger i året.

For å sikre tilstanden til anleggene vil det også i nullalternativet være behov for å gjennomføre enkelte tiltak. Tiltak som er inkludert i nullalternativet innebærer fjerning av brensel fra områdene i Halden og på Kjeller, drenering av systemer og andre operasjoner som er nødvendig for å sikre tilstanden. Ingen videre demontering eller opprydning av anleggene er inkludert. Etter at tiltak er gjennomført vil anleggene overvåkes og vedlikeholdes for å opprettholde en forsvarlig situasjon. Områdene som i dag er under regulatorisk kontroll vil videreføres under samme kontrollregime.


Alternativet er teknisk realiserbart, men anses i praksis å ikke være et realistisk alternativ. I realiteten representerer alternativet en utsettelse av dekommisjoneringsen og kan sees på som en beskrivelse av konsekvensen ved å gjøre minst mulig på kort sikt. En utsatt dekommisjoneringsen vil kunne være et alternativ i påvente av nødvendige avklaring som organisering og finansiering eller nye teknologiske løsninger.

Figur 6-1 illustrerer hvordan nullalternativet er vurdert i den samfunnsøkonomiske analysen.



**Figur 6-1. Tidslinje for tiltak i nullalternativet «Ingen ny bruk» slik den er lagt inn i estimeringsmodellen**





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

#### **Nullalternativ for: Ingen ny bruk i Halden**

Brenselet i HBWR tas ut av reaktoren og fjernes fra området i løpet av fase 1, sammen med annet brensel og langlivet radioaktivt avfall lagres i Tistedalsgata 20. Andre nødvendige tiltak for å opprettholde sikkerheten ved anlegget gjennomføres i fase 1, herunder drenering av kretser mm. I denne fasen er det også inkludert kostnader knyttet til tørking og pakking av brensel, men ikke transport eller oppbevaring.

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

#### **Nullalternativ for: Ingen ny bruk på Kjeller**

Brenselet og tungtvann i JEEP II ble lastet ut av reaktoren da beslutningen om nedstengning ble tatt i april 2019. Brenselet fra reaktoren, sammen med annet brensel og langlivet radioaktivt avfall lagret på Kjeller, vil fjernes fra området i løpet av fase 1 og eventuelle andre tiltak for sikring av anlegget gjennomføres. Kostnader knyttet til pakking av brensel er inkludert, men ikke transport eller oppbevaring av brensel. Områder og bygningsmasse som er underlagt regulatorisk kontroll i dag vil dermed ikke kunne benyttes til andre formål.

I dette alternativet er det lagt til grunn at radavfallsanlegget fortsatt er i drift på Kjeller.

## **6.2 Metode og forutsetninger**

Den samfunnsøkonomiske analysen er gjennomført i henhold til prinsippene i Direktoratet for økonomistyring sin «Veileder i samfunnsøkonomiske analyser». Det innebærer at effekter, inkludert eksternaliteter, er verdsatt i kroner så langt det er lar seg gjøre. Prissatte virkninger vurderes etter nåverdimetoden og det benyttes forventningsverdier for alle virkninger. Effekter som det ikke anses som hensiktsmessig å verdsette i kroner er vurdert kvalitativt. Finansieringskostnader, inkludert skattekostnader, er belyst.

Tabell 6-1 presenterer de viktigste forutsetningene for den samfunnsøkonomiske analysen, og en sammenligning med forutsetningene lagt til grunn i KVU (2015) og KS1 (2016).

**Tabell 6-1. Oversikt over forutsetninger i KVU (2015), KS1 (2016) og KVU trinn 2**

| Forutsetning         | KVU (2015)                     | KS1 (2016)                     | KVU trinn 2 (2019)             |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Sammen-ligningsår    | 2014                           | 2016                           | 2019                           |
| Diskonterings-rente  | 4 % (<40 år)                   | 4 % (<40 år)                   | 4 % (<40 år)                   |
|                      | 3 % (40-75 år)                 | 3 % (40-75 år)                 | 3 % (40-75 år)                 |
|                      | 2 % (75-100 år)                | 2 % (75-100 år)                | 2 % (75-100 år)                |
| Investerings-periode | Varierer                       | Varierer                       | Varierer                       |
| Prisnivå             | 2014-kroner                    | 2016-kroner                    | 2019-kroner                    |
| Realpris-justering   | Lønn, 1,6%                     | Lønn, 1,3 % (<40 år)           | Lønn, 0,8 % (<40 år)           |
|                      |                                | 0,98 % (40-75 år)              | 0,6 % (40-75 år)               |
|                      |                                | 0,65 % (75-100 år)             | 0,4 % (75-100 år)              |
|                      |                                | 0% (> 100 år)                  | 0% (> 100 år)                  |
| Restverdi (kostnad)  | Medtatt i tiltaksalternativene | Medtatt i tiltaksalternativene | Medtatt i tiltaksalternativene |

I utredningen er det gjennomført en realprisjustering av lønnskostnader, i henhold til Finansdepartementets rundskriv R 109/2014. I likhet med i KS1 (2016) er det lagt til grunn at den årlige veksten avtar som følge av at arbeidskraft erstattes med teknologi ettersom arbeidskostnadene øker. En årlig vekst på 0,8 prosent, i henhold til framskrivingene av BNP per innbygger i siste perspektivmelding /D081/, er benyttet for de første 40 årene. Realprisjusteringen er redusert i takt med diskonteringsrenta og lønnskostnadene økes med 0,8 prosent de første 40 årene, deretter med 0,6 prosent de neste 35 årene, og så med 0,4 prosent fram til år 100. Etter år 100 er det ikke lagt til grunn noen realprisjustering.

Videre er det lagt til grunn at markedsprisene som benyttes for investerings- og driftskostnader representerer de samfunnsøkonomiske kostnadene. Det er ikke medtatt merverdiavgift, men arbeidsgiveravgift og sosiale kostnader er inkludert i lønnskostnadene<sup>25</sup>.

I utredningen er det kun inkludert virkninger som det er funnet empirisk belegg eller gode nok argumenter for at vil ha en effekt som er stor nok til å kunne skille mellom alternativene.

### 6.3 Resultatet av den samfunnsøkonomiske analysen

Det er gjort en oppdatering av de prissatte virkningene sammenlignet med KVU (2015) og KS1 (2016). Den oppdaterte analysen viser at det fortsatt er en forventning om at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt, sammenlignet med nullalternativet (ingen ny bruk), å dekommisjonere de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller slik at disse kan benyttes til annen bruk, forutsatt at brukt brensel er fjernet fra områdene.

Dette skyldes i hovedsak at kontrollregimet avvikles, og man sparer drift-, vedlikeholds og overvåkingskostnader over en lang tidsperiode. Nåverdien av disse besparelsen forventes å overstige kostnadene ved å gjennomføre nødvendige tiltak for å friklasse områdene (dekommisjoneringskostnaden).

Friklassing av områder i Halden er forventet å gi en samfunnsøkonomisk gevinst i størrelsesorden MNOK 390 og MNOK 290 ved dekommisjonering til henholdsvis begrenset bruk og ubegrenset bruk.

Bygninger og anlegg på områdene som er uavhengige av en eventuell nedstengning av reaktorene er antatt lik i referansealternativene og tiltaksalternativene, og er dermed utenfor KVUens fokusområde. Friggjøring og bruk av arealer i analysen omhandler kun arealene som de kontaminerte bygningene og anleggene i dag beslaglegger, samt forurenset grunn i tilknytning til disse. Områdene vurderes imidlertid som en totalitet når det gjelder mulig bruk etter dekommisjonering.

<sup>25</sup> Det er lagt til grunn en gjennomsnittlig årlig kostnad per årsverk på MNOK 1,2 for alle ressurser med unntak av for vakt og beredskap der det er benyttet en gjennomsnittlig årlig kostnad på MNOK 1,0 per årsverk. Dette er i henhold til årskostnader IFE har benyttet ved innspill til budsjettbehov.

Kostnaden for gjennomføring av dekommisjoneringstiltak kommer i løpet av de første 20-22 årene, mens nytten av frigjorte områder ikke kommer før etter endt dekommisjonering.

Vurderingen av ikke-prissatte virkninger inkluderer en forventning om en økning i bruksverdien av området i Halden og på Kjeller. Økningen i bruksverdien er forventet å være relativt liten sammenlignet med kostnadene, både som følge av at arealene som frigjøres for annet bruk utgjør et begrenset område og at effekten kommer et stykke fram i tid. Risikoen for skadelige virkninger på menneskers helse og miljøet forventes å øke under selve dekommisjoneringen, men fortsatt være relativt liten som følge av det strenge sikkerhetsregimet som er påkrevd. Helse- og miljørisikoen etter endt dekommisjonering vil derimot reduseres sammenlignet med nullalternativet, som følge av at de radioaktive materialene på området er flyttet til et lager/deponi som forventes å være mindre tilgjengelig enn områdene i Halden og på Kjeller.

**Tabell 6-2. Oversikt over samfunnsøkonomiske virkninger - Halden. (Kostnadene vises i nåverdi og relativt til referansealternativet. En negativ verdi representerer derfor en besparelse sammenlignet med referansealternativet.) Avrundet til nærmeste MNOK 10**

| HALDEN   | Friklasset område<br>- til utenfor regulatorisk kontroll                         |  |
|--|--|--|
|  | Begrenset bruk   | Ubegrenset bruk  |
| <b>Netto tallfestet samfunns-øk. kostnad (NPV)</b>                     | <b>390</b>   | <b>290</b>   |
| Dekommisjonering, drift og vedlikehold                                 | -240   | -340   |
| Vakt og sikring  | 630  | 660  |
| Fremskyndet investering radioaktivt avfall / etablering av mellomlager | -80  | -80  |
| Skattefinansieringskostnad   | 80   | 50   |
| <b>Ikke-prissatte virkninger<sup>26</sup></b>                          |  |  |
| Bruksverdi dekommisjonerte områder                                     | Økning i bruksmuligheter, men beregninger i bruken av området.                   | Størst økning i bruksmuligheter. Ingen begrensninger i bruken.                           |
| Helse- og miljørisiko  | Økt risiko under dekommisjonering. Redusert risiko etter områdene er friklasset. | Økt risiko under dekommisjonering. Størst reduksjon risiko etter områdene er friklasset. |
| <b>Rangering av alternativene<sup>27</sup></b>                         | <b>1</b>   | <b>1</b>   |

Basert på prissatte effekter framstår begge tiltaksalternativer som samfunnsøkonomisk lønnsomme, der dekommisjonering til begrenset bruk er mest samfunnsøkonomisk lønnsomt. Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten avhenger imidlertid av framtidig krav til vakt og sikring i et scenario som scenarioet som nullalternativet representerer. Det er lagt til grunn at det i hele analyseperioden, og også etter analyseperiodens slutt, vil være behov for betydelige ressurser til vakt og sikring (i størrelsesorden MNOK 30 per år). Det er imidlertid forbundet stor usikkerhet med denne kostnadsposten ettersom framtidig krav til vakt og sikring i scenarioet som nullalternativet representerer er uklart da man ikke vet hvilke krav som vil stilles til vakt og sikring i et slikt alternativer over analyseperiodens varighet.

Ser man kun isolert på de ikke-prissatte effektene er det forventet at tiltaksalternativet ubegrenset bruk vil gi en større positiv effekt enn ved dekommisjonering til begrenset bruk. Betydelig usikkerhet knyttet til både kostnadsestimatet og den framtidige bruksverdien av området gjør at utreder likevel

<sup>26</sup> I tabellen vises kun de virkningene som benyttes til å skille mellom alternativene

<sup>27</sup> Rangering 1-4 der 1 er best og 4 er dårligst. Referansealternativet vises ikke i tabellen men er nr 3 i rangeringen.

har rangert de to tiltaksalternativene likt. Det anbefales dermed at begge tiltaksalternativene videreføres til neste fase.

Tilsvarende konklusjon trekkes for Kjeller. Tiltaksalternativene begrenset og ubegrenset bruk gir en samfunnsøkonomisk netto besparelse på henholdsvis MNOK 210 og MNOK 60, sammenlignet med nullalternativet (ingen ny bruk). Den samfunnsøkonomiske gevinsten er lavere for Kjeller enn Halden som følge av at dekommisjoneringsperioden er forventet å være lengre. Det er usikkerhet forbundet med resultatene. Framtidig bruksverdi ved frigjøring av området på Kjeller til annen bruk er imidlertid forventet å være sterkere da det dreier seg om et større areal og tomteprisene i området er erfaringsmessig høyere enn i Halden.

**Tabell 6-3 Oversikt over samfunnsøkonomiske virkninger - Kjeller. Kostnadene vises i nåverdi og relativt til referansealternativet. En negativ verdi representerer en besparelse sammenlignet med referansealternativet. Avrundet til nærmeste MNOK 10**

| KJELLER  | Friklasset område<br>- til utenfor regulatorisk kontroll                          |  |
|--|---|--|
|  | Begrenset bruk  | Ubegrenset bruk  |
| <b>Netto tallfestet samfunns-øk. kostnad (NPV)</b>                     | <b>201</b>  | <b>60</b>  |
| Dekommisjonering, drift og vedlikehold                                 | -340  | -510   |
| Vakt og sikring  | 600   | 630  |
| Fremskyndet investering radioaktivt avfall / etablering av mellomlager | -80   | -80  |
| Skattefinansieringskostnad   | 40  | 10   |
| <b>Ikke-prissatte virkninger<sup>28</sup></b>                          |   |  |
| Bruksverdi dekommisjonerte områder                                     | Økning i bruksmuligheter, men beregninger i bruken av området                     | Størst økning i bruksmuligheter. Ingen begrensninger i bruken.                   |
| Helse- og miljørisiko  | Økt risiko under dekommisjonering. Svært lav risiko etter områdene er friklasset. | Økt risiko under dekommisjonering. Svært lav risiko etter områdene er friklasset |
| <b>Rangering av alternativene<sup>29</sup></b>                         | <b>1</b>  | <b>1</b>   |

Konseptuelt er tiltaksalternativene begrenset og ubegrenset bruk relativt like. Forskjellen på alternativene er knyttet til hva slags bruk områdene er tiltenkt etter endt dekommisjonering, som vil påvirke hvor omfattende tiltak som må gjennomføres på området. En løsning som f.eks. er benyttet i Danmark er en kombinasjon av de to tiltaksalternativene der man gjør en kost/nytte-vurdering for enkelte spesielle anlegg for å vurdere om anlegget bør dekommisjoneres til begrenset eller ubegrenset bruk.

KS1 (2016) konkluderer med at tiltaksalternativet ubegrenset bruk gir størst samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Bakgrunnen for dette er at de har vurdert at den opplevde tryggheten hos befolkningen generelt vil være høyere for dette tiltaksalternativet, og at denne nytten vil overveie de ekstra kostnadene tiltaksalternativet innebærer. Generelt mener utreder at usikkerheten knyttet til både prissatte og ikke-prissatte effekter i analysen er så stor at det vanskelig lar seg konkludere med at dekommisjonering til ubegrenset bruk er mer samfunnsøkonomisk lønnsomt enn dekommisjonering til begrenset bruk i denne fasen av prosjektet. Utreder har heller ikke funnet grunnlag for at å si at den opplevde tryggheten vil være større hos befolkningen generelt ved dekommisjonering til ubegrenset

<sup>28</sup> I tabellen vises kun de virkningene som benyttes til å skille mellom alternativene

<sup>29</sup> Rangering 1-4 der 1 er best og 4 er dårligst. Referansealternativet vises ikke i tabellen men er nr 3 i rangeringen.

bruk, sammenlignet med begrenset bruk. Begge tiltaksalternativene åpner for gjenbruk av områdene til annen virksomhet og det er ikke funnet empirisk grunnlag for å konkludere med at de to tiltaksalternativene gir innebærer signifikante forskjeller i opplevd trygghet hos befolkningen generelt. Ettersom de to alternativene i stor grad er sammenfallende både for fase 1 og fase 2 anbefaler utreder at det gjennomføres en ny vurdering av de to tiltaksalternativene, eventuelt en separat kost-/nyttevurdering for de enkelte anleggene, når man har mer informasjon om anleggets tilstand og framtidig bruk av områdene.

## 6.4 Prissatte virkninger

De prissatte virkningene verdsettes etter nåverdimetoden. Det vil si at nytte, inntekter og kostnader som oppstår i ulike år diskonteres ned til et gitt sammenligningsår. Nettonytten av tiltaket framkommer ved å trekke nåverdien av kostnadene fra nåverdien av nytten. Nettonytten presenteres deretter for de to tiltaksalternativene relativt til nullalternativet. Tiltaksalternativet med størst relativt positiv nettonytte foretrekkes dersom man kun ser på de prissatte effektene. Dersom tiltaksalternativene ikke har positiv nettonytte er nullalternativet det mest samfunnsøkonomiske lønnsomme alternativet når man kun ser på de prissatte effekter.

Tabell 6-4 viser de prissatte virkningene for Halden og Kjeller.

**Tabell 6-4. Samfunnsøkonomisk analyse. Prissatte virkninger. MNOK, NNV 2019**

| Samfunnsøkonomisk analyse. Prissatte virkninger. MNOK, NNV 2019        | HALDEN         |                 | KJELLER        |                 |
|--|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|  | Begrenset bruk | Ubegrenset bruk | Begrenset bruk | Ubegrenset bruk |
| Dekommisjonering, drift og vedlikehold                                 | -240           | -340            | -340           | -510            |
| Vakt og sikring  | 630            | 660             | 600            | 630             |
| Fremskyndet investering radioaktivt avfall / etablering av mellomlager | -80            | -80             | -80            | -80             |
| Skattefinansieringskostnad   | 80             | 50              | 40             | 10              |
| <b>Sum</b>   | <b>390</b>     | <b>290</b>      | <b>210</b>     | <b>60</b>       |

### Dekommisjonering og drift og vedlikehold

Kostnadsposten dekommisjonering og drift og vedlikehold inkluderer alle kostnader knyttet til planlegging og gjennomføring av selve dekommisjoneringsarbeidet, herunder prosjektgjennomføring og avfallshåndtering. For de to tiltaksalternativene tilsvarer denne kostnadsposten kostnadsestimatet som er beregnet i kapittel 5 og omfatter dekommisjoneringsprosjektets tre faser.

For tiltaksalternativet begrenset bruk er det forventet at det etter endt dekommisjonering også vil være behov for et system som kontrollerer at gitte begrensninger overholdes. Kostnaden for et slikt system vil avhenge av hvilke begrensninger som legges på områdene, men antas å være relativt lave. Det er i den samfunnsøkonomiske analysen lagt til grunn en årlig kostnad på MNOK 3 for oppfølging av restriksjoner ved dekommisjonering til begrenset bruk, og at denne kostanden vil påløpe i 50 år etter endt dekommisjonering.

For tiltaksalternativet ubegrenset bruk vil det ikke være noen kostnader knyttet til drift og vedlikehold av områdene som er friklasset til ubegrenset bruk etter endt dekommisjonering. Områdene inne i fjellhallen i Halden anses imidlertid ikke som hensiktsmessig å dekommisjonere til ubegrenset bruk som følge av vann som renner gjennom fjellet og at områdene ligger inne i et fjell. Etter endt dekommisjonering kan det være behov for å fortsatt pumpe vann ut av fjellet og kontrollere at vannet ikke inneholder radioaktivt avfall over gjeldende grenseverdier. Det er imidlertid forbundet stor usikkerhet knyttet til behovet for omfanget av et kontrollregime i fjellhallene. Chooz A reaktoren i Frankrike, som er lokalisert i en fjellhall og har tilsvarende utfordringen med inntrenging av fjellvann i

reaktorinneslutningen som i Halden, har planer om å stoppe utpumpingen av fjellvann etter endt dekommisjonering. Overvåking av fjellvannet forventes også å gjøres kun i en begrenset periode etter endt dekommisjonering av Chooz A. Antall år er ikke fastsatt, men vil trolig bestemmes ut fra målt nivå av radionuklider sammenlignet med etablert referansenivå under siste del av dekommisjoneringen. Tilsvarende scenario som for Chooz A er lagt til grunn i Halden. En kostnad på MNOK 0,5 per år knyttet til overvåking av fjellvannet i 10 år etter endt dekommisjonering er lag til grunn for begge tiltaksalternativene.

I nullalternativer er ressursbehov i fase 1 antatt å være 80 prosent av kostnaden i tiltaksalternativene. Varigheten for fase 1 er antatt likt som for tiltaksalternativene (5 år). Arbeidet med å fjerne brensel fra områdene i Halden og på Kjeller vil være en sentral og ressurskrevende oppgave også for nullalternativet i fase 1. For nullalternativet er det forventet at det også vil være et betydelig behov knyttet til planlegging for sikker dvale, herunder oppfølging av myndighetskrav og gjennomføring av nødvendige sikkerhetstiltak. Det er imidlertid antatt at tiltak som må gjennomføres er noe færre enn ved dekommisjonering til begrenset eller ubegrenset bruk. Deretter er det i nullalternativet lagt til grunn at det er behov for en organisasjon på 20 årsverk (10 årsverk i Halden og 10 på Kjeller) for å ivareta drift- og vedlikehold- og administrasjonsoppgaver så lenge anlegget har et aktivt kontrollregime. I tillegg til overnevnte kostnader er det i nullalternativet forventet et behov for årlige vedlikeholdsinvesteringer på MNOK 5 og større vedlikeholdsinvesteringer på MNOK 50 hvert tjuende år (fra år null) for å ivareta bygningens integritet og sikkerheten ved anleggene.

For nullalternativet er det, etter analyseperiodens slutt (100 år), lagt til grunn at anlegget settes i et passivt kontrollregime. Det vil da være et begrenset behov for og vedlikehold av anlegget. For å reflektere dette er det beregnet en restkostnad. Restkostnaden er beregnet som nåverdi av annuitet med uendelig levetid basert på en vedlikeholdskostnad på MNOK 5 og med en diskonteringsrente på 2 prosent.

Drift og vedlikehold av et radavfallsanlegg er antatt likt i nullalternativet og tiltaksalternativene og er ikke inkludert i den samfunnsøkonomiske analysen. Kostnadene for overvåking, drift og vedlikehold av oppbevaringsløsning for brukt brensel er heller ikke inkludert da vil være lik for alle alternativene.

### **Kostnad til vakt og sikring av de nukleære anleggene**

Kostnadsposten vakt og sikring inkluderer kostnader for opprettholdelse av sikkerheten omkring den nukleære virksomheten under og etter gjennomføring av dekommisjoneringstiltak. Det innebærer overvåking av anleggene, elektronisk sikring og IKT-sikring. Denne kostnadsposten reflekterer den største nytteverdien ved å dekommisjonere til ubegrenset eller begrenset bruk da behovet for vakt og sikring forsvinner helt eller delvis etter endt dekommisjonering, mens denne kostnaden er forventet å påløpe ut analyseperioden, og også etter analyseperiodens slutt, for nullalternativet.

Denne kostnadsposten er lik for både null- og tiltaksalternativene i fase 1 (fem første årene) og inkluderer totalt 48 årsverk, fordelt likt mellom Halden og Kjeller, samt MNOK 1,5 per lokasjon for drift og vedlikehold av elektronisk sikring og opprettholdelse av IKT-sikkerhet. Etter de fem første årene er antatt ressursbehov i nullalternativet forventet å tilsvare ressursbehovet i tiltaksalternativ 2. Det vil si totalt 30 årsverk, fordelt likt mellom Halden og Kjeller, og MNOK 1,5 per lokasjon i øvrige drift- og vedlikeholdskostnader.

I nullalternativet vil det være behov for vakt og sikring i hele analyseperioden, og også etter analyseperiodens slutt. 50 år etter at tiltak er gjennomført er det antatt at anlegget settes i en mer passiv tilstand og at kostanden for vakt og sikring reduseres til halvparten av foregående år. Etter analyseperiodens slutt vil det fortsatt være behov for vakt og sikring i nullalternativet, men det er lagt til grunn at dette kan reduseres ytterligere. Restkostnaden knyttet til vakt og sikring er beregnet som

nåverdi av annuitet med uendelig levetid basert på 50 prosent av siste års driftskostnader for vakt og sikring og med en diskonteringsrente på 2 prosent.

Det er stor usikkerhet knyttet til behovet for vakt og sikring i nullalterantivet. Netto nytten av dekommisjoneringstiltakene vil reduseres (økes) reeltivt til nullalterantivet dersom behovet for vakt og sikring er mindre (større) enn antatt.

### **Kostnader for framskyndet investering i nytt deponi for annet radioaktivt avfall/mellomlager**

Kapasiteten i eksisterende lager og deponi for lav- og mellomaktivt avfall (KLDRA) vil på et eller annet tidspunkt være brukt opp. Uavhengig av en dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller vil Norge i framtiden måtte etablert ny kapasitet for lagring av lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall for å håndtere radioaktive avfallsstrømmer fra andre næringer i samfunnet. Den samfunnsøkonomiske kostnaden for lagring av radioaktivt avfall ved en dekommisjonering vil være kostnaden ved at investeringen kommer tidligere i tid, evt. kostnadene knyttet til etablering av et mellomlager fram til et nytt lager er etablert.

Det forventes å være en lang prosess å etablere ny kapasitet for lagring av lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall. Etablering av et mellomlager anses derfor som nødvendig i tiltaksalternativene. Størrelsen og kostnaden knyttet til etablering av mellomlager er uklar, og vil avhenge av avfallshåndteringsstrategien som velges. Det er i den samfunnsøkonomiske analysen lagt til grunn en kostnad for etablering av mellomlager på MNOK 85 og at disse påløper de siste tre årene i fase 1<sup>30</sup>.

Ved flytting av radioaktivt avfall vil det frigjøre areal og eventuelle ressuser knyttet til drift et sted og beslaglegge areal og ressurser et annet sted. Verdien av å frigjøre areal ved å flytte radioaktivt materiale må balanseres mot ulempen ved å båndlegge areal og ressurser der dette flyttes til. I den samfunnsøkonomiske analysen er det lagt til grunn at den positive effekten av å frigjøre areal er like stor som den negative effekten ved lagring på et annet område. Nettoeffekten av å flytte radioaktivt avfall er i null- og tiltaksalternativene vurdert til null.

### **Skattefinanseringskostnad**

Skattefinansiering av offentlige tiltak innebærer kostnader for samfunnet som må inkluderes i den samfunnsøkonomiske analysen. Finansdepartementet anbefaler å bruke en skattekostnad på 20 øre per krone for netto økt offentlig finansiering som følge av et offentlig tiltak /D079/.

Skattefinansieringskostnader er beregnet ut ifra en forventning om at dekommisjoneringen av den nukleære virksomheten i Halden og på Kjeller finansieres i sin helhet over statsbudsjettet. Dette er i henhold til erfaringer fra andre land som tilsier at kostnaden ved en dekommisjonering av ikke-kommersielle nukleære anlegg (f.eks. anlegg for medisinsk bruk, forskningsanlegg, isotopproduksjon eller partikkelakseleratorer) ofte er finansiert over nasjonalbudsjettet.

## **6.5 Ikke prissatte virkninger**

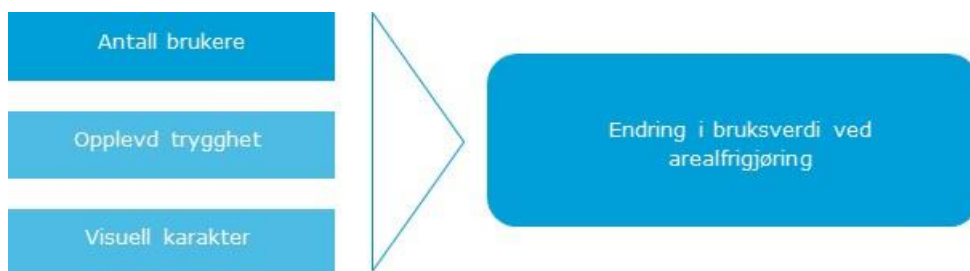
Enkelte samfunnsvirkninger er vanskelig å verdsette i kroner. Det kan være som følge av at virkningene ikke er knyttet til noe som kan omsettes i markedet og dermed ikke har noen sammenlignbar pris. Denne type virkninger kan imidlertid være like viktige som de prissatte virkningene og i enkelte tilfeller enda viktigere. Denne delen gir en nærmere beskrivelse og vurdering av ikke-prissatte virkninger.

<sup>30</sup> Kostnader for framskyndet investering i nytt deponi for annet radioaktivt avfall ble i KVU (2015) vurdert til MNOK 75 (2014-kroner) /D012/. Dette er benyttet samme kostnad i denne utredningen, justert til 2019-prisnivå

## Økt bruksverdi av områder som frigjøres til annen bruk

Tiltaksalternativene i utredningen vil gi mulighet til å kunne frigjøre områder i Halden og på Kjeller som i dag benyttes til nukleær virksomhet, til annen bruk. En frigjøring av areal er antatt å ha to mulige virkninger. Den første virkningen følger direkte av dekommisjoneringen og innebærer økt bruksverdi for de områdene i Halden og Kjeller som frigis til annen bruk. Den andre effekten kan knyttes til fremtidig by- eller næringsutvikling av områdene, som kan medføre netto ringvirkninger. Det er tilfellet dersom den nukleære virksomheten i Halden og/eller på Kjeller hindrer by- eller næringsutvikling i disse områdene som ellers ville gitt en mer optimal by- og næringsutvikling. I likhet med KVV (2015), vurderer utreder eventuelle netto ringvirkninger av arealfrigjøring i Halden og på Kjeller som neglisjerbare og disse er derfor ikke inkludert i den videre vurderingen av ikke-prissatte effekter.

Endring av bruksverdi anses derimot å kunne ha betydelig effekt. En endring i bruksverdi kan være et resultat av flere forhold. Før det første vil arealene ved frigjøring innebære at områdene kan benyttes av andre brukere. Videre vil, ved fjerning av all bygningsmasse og -struktur, utnyttelsesgraden av områdene i Halden og på Kjeller kunne endres. En endring i områdenes visuelle karakter vil også kunne innebære at folks opplevelse av trygghet endres og påvirker bruksverdien av områdene. To sistnevnte elementer vil kunne være tilfellet ved dekommisjonering til ubegrenset bruk. Dette er alle virkninger som kan antas at fanges opp av eiendomsprisene. Det forventes at det må publiseres omfattende dokumentasjon for almenheten, også tilgjengelig for alle samfunnsgrupper uten nødvendig ekspertise og kunnskap, for at den skal oppfatte de eventuelt nye områdene som trygge.



**Figur 6-2. Forhold som påvirker bruksverdien av et område**

For begge tiltaksalternativet er det lagt til grunn at områdene i Halden og på Kjeller frigis for annen bruk, og bruksverdien av området vil øke. Areal som frigjøres i Halden er på ca. 7 mål, mens arealene som direkte eller indirekte omfattes av en dekommisjonering på Kjeller utgjør ca. 44 mål /D012/. Som følge av at områdene som frigjøres er relativt små, er forventet økning i bruksverdien ved dekommisjonering til begrenset eller ubegrenset bruk antatt å være liten, relativt sett.

En indikasjon på størrelsen av verdiene kan illustreres ved et regnestykke. Regnestykket er kun ment som et eksempel da det ikke lar seg gjøre å kvantifisere verdiene av områdene så langt fram i tid. Verdien er derfor ikke inkludert i de prissatte virkningene. Dersom 25 prosent av IFEs areal på Kjeller frigjøres ved en dekommisjonering, og antatt tomtepris for næringsarealer er NOK 800 per kvadratmeter, så vil verdien av de frigjorte arealene på Kjeller være i størrelsesorden MNOK 35 /D012/. Ved tilsvarende regnestykke i Halden, men med noe lavere tomtepris (NOK 700 per kvadratmeter), vil verdien av frigjort areal være i størrelsesorden MNOK 5 /D012/. I dette regneeksempelet vil dermed økning i tomteverdi på Kjeller og i Halden være på henholdsvis MNOK 35 og MNOK 5. Dersom arealene som frigis er større og/eller tomteprisen er høyere vil bruksverdiene av områdene også øke, og motsatt.

Endring i bruksverdi som følge av frigjøring av arealene er forhold det er forbundet stor usikkerhet med ettersom gjenbruk av området ligger relativt langt fram i tid og vil avhenge både av behov og



ønsker fra grunneier og kommunene. Vurderingen knyttet til frigjøring av areal er derfor vurdert kvalitativt i denne utredningen.

### **Økt bruksverdi av nærområder**

Samtidig som tiltaksalternativene vil frigjøre areal på Kjeller og i Halden vil tiltaksalternativene innebære at man beslaglegger areal et annet sted for oppbevaring av radioaktivt avfall. Frigjøring av arealer på Kjeller og i Halden kan ha positive eksterne virkninger i form av økt bruksverdi av nærområder. En flytting av radioaktivt avfall fra eksisterende områder i Halden og på Kjeller kan medføre båndlegging av annet areal der effekten på bruksverdien av nærområder er større eller mindre enn i dag (nullalternativet). Som følge av at den effekten er uklar er den vurdert som nøytral og har dermed ingen innvirkning på vurdering av tiltaksalternativene.

### **Redusert risiko for helse- og miljøskader fra radioaktivt avfall (styrket samfunnsikkerhet)**

I Norge stilles det sikkerhetskrav til nukleær virksomhet gjennom lover og forskrifter, slik at risikoen for helse- og miljøskader vil være innenfor et akseptabelt nivå både for null- og tiltaksalternativene.

Under selve dekommisjonering forventes det imidlertid at risikoen for helse- og miljøskader vil øke, sammenlignet med nullalternativet, som følge av økt aktivitet til og fra de nukleære anleggene og gjennomføring av nye operasjoner. Dette er forhold som kan gi større eksponering for stråling og enklere tilgang for uvedkomne. Det er likevel rimelig å anta at risikoen for skadelige helse- og miljøvirkninger er relativt liten på grunn av sikkerhetsregimet som er påkrevd i forbindelse med en dekommisjonering.

Etter endt dekommisjonering vurderes risikoen for at mennesker, dyr og natur kan eksponeres for skadelig stråling som noe lavere i tiltaksalternativene enn i nullalternativet. Dette som følge av at anleggenes utforming og beliggenhet i Halden og på Kjeller anses som mer tilgjengelig enn et lager/deponi for radioaktivt avfall. Gitt at lager/deponi hvor radioaktivt avfall flyttes er mer optimalt plassering og med tilpassede forhold forventes det å bidra til og styrke samfunnsikkerheten ved å redusere sannsynligheten for tyveri og sabotasje (security) og uhell (safety).

### **Andre virkninger**

Andre mulige virkninger som er kommet fram i forbindelse med utarbeidelse KVVU (2015) inkluderer internasjonalt omdømme, økt sysselsetting og teknologisk kompetanseheving. For disse virkningene er det ikke funnet empirisk belegg, eller gode nok argumenter, for at dette er forhold som på en systematisk måte kan ha en betydelig effekt på alternativene i analysen og disse er derfor ikke vurdert nærmere. For en nærmere omtalen av disse virkningene vises det til KVVU (2015) del 5.2.3 /D012/.

## **6.6 Fordelingseffekter**

Fordelingsvirkninger er virkninger for enkelte grupper i samfunnet som motvirkes av en motsatt virkning for en annen gruppe slik at den totale effekten for samfunnet som helhet er null. KS1 viser til at den viktigste fordelingsvirkningen i denne sammenheng er fordeling mellom generasjoner /D078/. I nullalternativet skyves den største delen av dekommisjoneringskostnadene ut i tid, uten at dette gir noe nytt. Alternativet innebærer således kun en kostnad og ingen nytte for kommende generasjoner. Det utløser fordelingsvirkninger der dagens generasjoner har fått nytten av den nukleære virksomheten, mens kommende generasjoner må ta kostnaden knyttet til opprydning etter virksomheten som har vært. En slik fordelingsvirkning anses som negativ da det blant annet strider med prinsippet «forurensen betaler» som er et grunnleggende prinsipp for forurensingsloven. Dette hensynet støtter opp under tiltaksalternativene i analysen.

## 6.6.1 Realopsjoner og fleksibilitet

Ved vurdering av tiltaksalternativene er det av betydning hvor fleksible løsningene er for mulige endringer i forutsetningene for prosjektet. En realopsjon bør tillegges vekt dersom følgende kriterier er oppfylt /D078/:

1. Det må være usikkerhet knyttet til sentrale forhold i prosjektet
2. Denne usikkerheten vil avklares etter hvert
3. En vil kunne respondere tilstrekkelig på den avklarte usikkerheten
4. Responsen vil utløse en redusert kostnad eller økt nytte

Realopsjonen gir på denne måten en mulighet for å realisere en samfunnsøkonomisk verdi.

I likhet med KS1 (2016) /D078/ mener utreder at nullalternativet kan sies å utløse en realopsjon ved at en beslutning om dekommisjonering skyves ut i tid. Det er imidlertid ingen forhold som tyder på at det vil fremkomme vesentlig kunnskap som vil gjøre en dekommisjonering mindre kostbar ved å utsette beslutningen om å dekommisjonere de nukleære anleggene. Denne realopsjonen er således uten videre verdi.

De første fem årene for tiltaksalternativene som er vurdert i utredningen er i stor grad sammenfallende for de ulike alternativene. Dette skaper en fleksibilitet knyttet til beslutningstidspunkt for endelig slutt-tilstand ved en dekommisjonering. Sentrale forhold som plassering av oppbevaringsløsning for brukt brensel og annet radioaktivt avfall, samt anleggets tilstand (karakterisering) er forhold som kan påvirke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av tiltaksalternativene. Dette er forhold utreder mener bør avklares før endelig beslutning om slutt-tilstand ved dekommisjonering av de nukleære anleggene tas.

## 7 7 FØRINGER FOR FORPROSJEKTFASEN

Dette kapitlet oppsummerer de viktigste anbefalingene med hensyn til hva som bør ivaretas i det videre arbeidet med valg av dekommisjoneringsnivå for de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller.

### 7.1 Behov for avklaringer

Forhold knyttet til oppbevaring av brukt brensel og annet radioaktivt avfall, sammen med framtidig bruk av områdene, vil påvirke hvilket tiltaksalternativ man bør velge ved en dekommisjonering. Dette er forhold som bør avklares før man velger slutttilstand for dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller.

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

Brukt brensel, og annet høyaktivt og langlivet avfall som ikke kan deponeres i KLDRA (Himdalen), finnes det i dag ingen langsiktig oppbevaringsløsning (deponi) for i Norge. Denne type radioaktivt avfall er i dag lagret midlertidig i tilknytning til den nukleære virksomheten i Halden og på Kjeller. Framtidig strategi for oppbevaring av høyaktivt og langlivet avfall, som ikke møter funksjonskravene til et deponi for lavt- og mellomaktivt radioaktivt avfall, må avklares før man kan konkludere med hvilket nivå for dekommisjonering som er mest samfunnsøkonomisk lønnsom. Dersom det besluttes at hele eller deler av området i Halden eller på Kjeller som i dag benyttes til nukleær virksomhet skal benyttes til mellomlagring av høyaktivt avfall og langlivet avfall, vil dette påvirke krav om vakt og sikring på områdene, samt framtidige bruksmuligheter for områdene. Dette vil kunne påvirke hvor samfunnsøkonomisk lønnsom tiltaksalternativene er.

#### 7.1.2 Løsning for oppbevaring av annet radioaktivt avfall

Ved dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller er det behov for et sted å lagre/deponere lavt- og mellomaktivt radioaktivt avfall. Eksisterende kombinert lager og deponi for lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall (KLDRA) har ikke tilstrekkelig kapasitet til å ta imot alt det radioaktive avfallet som vil genereres ved dekommisjonering av anleggene i Halden og på Kjeller. Å utvide kapasiteten i KLDRA Himdalen, eller etablere et nytt lager/deponi på et annet geografisk område, er forventet å være en langvarig og kostbar prosess. Det vil dermed være nødvendig å etablere midlertidig lager/deponi (mellomlager). Et slikt mellomlager bør være på plass i god tid før kapasiteten i KLDRA (Himdalen) er fullt utnyttet.

I Norge finnes det ikke noe nærliggende mottak for ikke-deponeringspliktig radioaktivt avfall. Gjeldene praksis er derfor at både ikke-deponeringspliktig og deponeringspliktig radioaktivt avfall sendes til KLDRA (Himdalen), ref. figur 4-4. I vurdering av løsning for oppbevaring av annet radioaktivt avfall bør det vurderes om det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å etablere et mottak for ikke-deponeringspliktig avfall, samt å se på muligheter for utnyttelse av «betinget» avfall, conditional waste. Det vil si bruke av ikke-deponeringspliktig radioaktivt avfall som betong og jordmasser i for eksempel anleggsprosjekter. Slike muligheter finnes i Sverige og vil kunne spare både prosjektet og samfunnet kostander

I utredningen er det antatt at tungtvann renses on-site og tas imot av en ekstern aktør, jf. vedlegg D. IFE undersøker muligheten for å sende alt tungtvann til en ekstern, internasjonal aktør for oppkonsentrering og gjenbruk. En løsning for håndtering av tungtvann må utredes nærmere i forprosjektfasen. Oppbevaring av grafitt må også utredes nærmere i forprosjektfasen, da det i dag ikke finnes noen endelig løsning for oppbevaring av grafitt.

Det er i denne utredningen gjort en vurdering av kostnader knyttet til ulike avfallshåndteringsstrategier, jf. vedlegg D og kapittel 4.1.3.2. Oppbevaring av radioaktivt avfall er

ikke vurdert i denne sammenheng. Kostnaden knyttet til etablering av oppbevaringsløsning(er) for radioaktivt avfall anses å være betydelig og er forventet å være førende for valg av avfallshåndteringsstrategi. Utreder anbefaler at valg av avfallshåndteringsstrategi gjøres ut i fra en totalvurdering der både håndtering og oppbevaring av radioaktivt avfall er reflektert.

### 7.1.3 Framtidig bruk av områdene som friklases for annen bruk

Framtidige planer for bruk av områdene i Halden og på Kjeller etter en gjennomført dekommisjonering er undersøkt i forbindelse med KVVU (2015). Halden kommune ønsket da å tilrettelegge for at områdene i Halden kunne benyttes til boligformål, men så lenge området er omsluttet av Norske Skogs anlegg er det vanskelig å se at området vil være egnet til annet bruk en næringsvirksomhet i lang tid fremover /D012/. Kommuneplaner og områderegulering indikerer et behov om å benytte områdene på Kjeller til næringsområder /D012/. Riksantikvaren uttrykte også i forbindelse med KVVU (2015) et ønske fra om å utrede muligheten for museal etterbruk, og at Haldenreaktoren er spesielt interessant i denne sammenheng /D012/. Det er i forbindelse med denne utredningen ikke gjort noen nye undersøkelser av framtidig planer for bruken av områdene i Halden og på Kjeller. Føringer for framtidig bruk av områdene vil kunne påvirke hvilke tiltak som bør gjennomføres og hvilke tiltaksalternativ som er aktuelt. Det anbefales at det i forprosjektfasen gjøres en ny vurdering av planene for framtidig bruk av områdene.

## 7.2 Anbefalinger for gjennomføringsstrategien

Organisering og gjennomføring av et prosjekt har stor innvirkning på varigheten og kostnadene for prosjektet. At anleggene er gamle og delvis mangler dokumentasjon knyttet til ombygging og historiske hendelser innebærer at det er betydelig usikkerhet i kostnadsestimatet som er etablert. Uklarheter knyttet til praktisering og tolkning av regelverk ved avvikling av nukleære anlegg kan erfaringsmessig også gi store utfordringer under gjennomføringen. Viktige avklaringer for å legge til rette for en god prosjektgjennomføring er belyst for i denne delen.


### 7.2.1 Klargjøring av regelverk for friklassing av områder

Den generelle vurderingen av gjeldende lovverk at det er dekkene for de tiltak som skal gjøre ved en dekommisjonering, og det er således ikke identifisert noe behov for lovendringer ref avsnitt 4.2.2. Som følge av manglende erfaring og praksis med hvordan regelverket skal tolkes ved en dekommisjonering er det imidlertid behov for klargjøring av gjeldende regelverk gjennom utvikling av tilhørende veiledere. En god og tett dialog mellom prosjektorganisasjonen og direktorat for strålevern og atomsikkerhet (DSA) anses i denne sammenheng som avgjørende for å oppnå en felles forståelse av regelverk. Utreder mener det bør vurderes å bevilge øremerkede ressurser til DSA som kan støtte prosjektorganisasjonen i prosjektgjennomføringen.

Et område som er uklart er prosessen og reglene for friklassing av bygninger og områder. For å kunne vurdere hva som er nødvendige tiltak og gjennomføre disse på en effektiv måte, er det avgjørende at grenseverdier for friklassing av bygninger og områder klargjøres. Ved fastsettelse av grenseverdier må det tas hensyn til naturlig bakgrunn av radioaktivitet.

### 7.2.2 Karakterisering av de nukleære anleggene

Det er i forbindelse med denne utredningen gjort en ny vurdering av volum og type avfall som vil genereres ved dekommisjonering av anleggene i Halden og på Kjeller, jf. vedlegg C. En kartlegging av anleggenes gjennom en fullstendig karakterisering (radiologisk, fysisk og kjemisk) er nødvendig for å kunne få mer detaljert kunnskap om avfallsvolum og -type for de enkelte anleggene. Dette er



informasjon som er viktig for å avgjøre hvilke tiltak som må gjennomføres og i planleggingen av operasjoner.

Før en slik karakterisering kan gjennomføres er det viktig at det er etablert et system for lagring av relevant informasjon (etablering av for eksempel en database). Relevant informasjon inkluderer kartlegging av radionuklider, radioaktivitet og annet farlig avfall (for eksempel asbest), materialsammensetning og andre relevante parametre. Sporbarhet og informasjon om avfallsstrømmene som generes i løpet av dekommisjoneringen er viktig for at avfall håndteres på en sikker og riktig måte, fra det demonteres i anleggene, gjennom avfallsbehandling og til sluttdeponi. Detaljeringsgraden ved informasjonsinnhenting vil avhenge av valgt avfallshåndteringsstrategi og fastsatte avfallshåndteringskriterer (WAC).

### 7.2.3 Avklare organisering og ansvarsfordeling

Som grunnlag for kostnadsestimatet som er etablert er det skisset en organisasjon som ivaretar de behovene for eierskap og arbeidsgiveransvar som utreder mener en slik organisasjon bør ha. Avklaring av organisering, ansvarsfordeling og bruken av eksterne leverandører vil NND redegjøre for i et tilleggsnotat til denne utredningen og er dermed ikke inkludert. Det gjelder også vurdering av kontraktsstrategi og eventuell tidlig involvering av eksterne aktører.

Organisasjons- og styringsmodellen som etableres bør ta hensyn til prosjektets usikkerhetsbilde, gjennomføringsstrategi og kontraktsstrategi. Dette for å sikre en hensiktsmessig struktur og ivaretagelse og plassering av nøkkelkompetanse på kritiske prosesser i prosjektet.

### 7.2.4 Etableres resultatmål knyttet til prosjektgjennomføring

I denne utredningen er det etablert strategiske mål knyttet ønsker og behov etter gjennomført prosjekt. I forprosjektfasen bør det også etableres resultatmål knyttet til gjennomføring av prosjektet. Resultatmålene som settes opp bør både være knyttet til kostnad, tid og kvalitet (løsninger).

## MØTEOVERSIKT

| ID  | Møte   | Sted    | Deltakende organisasjoner                  | Tidspunkt        |
|-----|--|---------|--|------------------|
| M01 | Oppstartsmøte i Halden   | Halden  | Ife, DNV GL                                | 2018-08-21       |
| M02 | Planlegging av oppdraget   | Kjeller | Ife, DNV GL                                | 2018-08-23       |
| M03 | Informasjon om ny mal for Ife's dekommisjoneringsplaner                  | Kjeller | Ife, Studsvik, DNV GL                      | 2018-08-31       |
| M04 | Skype møte: Oppdatering av Task 1 og Task 3 rapport fra KVVU             | Skype   | Studsvik, DNV GL                           | 2018-09-07       |
| M05 | Møte med NFD   | Oslo    | NFD, Ife, DNV GL                           | 2018-09-12       |
| M06 | Workshop 1: Avfallshåndteringsstrategi                                   | Kjeller | Ife, Studsvik, DNV GL                      | 2018-09-13       |
| M07 | Halden kostnadsestimering: CERREX-D2 inventariemøte Halden               | Halden  | Ife, DNV GL                                | 2018-09-25       |
| M08 | Møte med IAEA  | Wien    | IAEA, Ife, DNV GL                          | 2018-10-10 og 11 |
| M09 | Workshop 2: Avfallshåndteringsstrategi                                   | Kjeller | Ife, Studsvik, DNV GL                      | 2018-10-12       |
| M10 | Arbeidsmøte: Tidslinje for dekommisjonering                              | Kjeller | Ife, DNV GL                                | 2018-10-15       |
| M11 | Arbeidsmøte: Totalplan for aktiviteter for Prosjektet Dekom HBWR         | Halden  | Ife, DNV GL                                | 2018-10-26       |
| M12 | Arbeidsmøte: Suksessfaktorer og fallgruber                               | Kjeller | Ife, DNV GL                                | 2018-10-28       |
| M13 | Halden kostnadsestimering: Ressurs og varighet på aktiviteter            | Halden  | Ife, DNV GL                                | 2018-10-30       |
| M14 | Risikoidentifiseringsworkshop  | Kjeller | Ife, DNV GL                                | 2018-11-02       |
| M15 | Presentasjon av foreløpige resultater                                    | Oslo    | NFD, NND, Ife, DNV GL                      | 2018-11-07       |
| M16 | Halden kostnadsestimering: Verifisering av ressursestimering i CERREX-D2 | Halden  | Ife, Studsvik, DNV GL                      | 2018-11-13       |
| M17 | Halden kostnadsestimering: Usikkerhetsanalyse                            | Skype   | Ife, Studsvik, DNV GL                      | 2018-11-29       |
| M18 | Presentasjon av delrapporten for Halden                                  | Oslo    | Ife, NND, NFD, Finansdepartementet, DNV GL | 2019-01-10       |
| M19 | Gjennomgang om grunnlaget til KS 1 Fase 2 Halden                         | Oslo    | Ife, NND, DNV GL                           | 2019-02-13       |
| M20 | Oppstartsmøte Kjeller  | Skype   | Ife, DNV GL                                | 2019-02-20       |
| M21 | Oppdateringsmøte Halden  | Skype   | Ife, DNV GL                                | 2019-02-26/28    |
| M22 | Avfallsmengder og oppsett i KVVU trinn II, Halden                        | Skype   | Ife, Studsvik, DNV GL                      | 2019-03          |

| <b>ID</b> | <b>Møte</b>  | <b>Sted</b> | <b>Deltakende organisasjoner</b> | <b>Tidspunkt</b> |
|-----------|--|-------------|----------------------------------|------------------|
| M23       | Møter med JEEP II, Met.lab II, Met.lab I, Radavfall for kostnadsestimering i CERREX                              | Kjeller     | Ife, DNV GL                      | 2019-03          |
| M24       | Ny vurdering av kostnadsestimat for Halden   | Kjeller     | Ife, DNV GL                      | 2019-05          |
| M25       | Møte med NND om KVV trinn 2  | Kjeller     | Ife, NNDm DNV GL                 | 2019-03-15       |
| M26       | Oppfølgende møter for kostnadsestimering i CERREX med anleggseiere for JEEP II, Met.lab II, Met.lab I, Radavfall | Kjeller     | Ife, DNV GL                      | 2019-04          |
| M27       | Usikkerhetsworkshop JEEP II, Met.lab II, Met.lab I, Radavfall  | Kjeller     | Ife, DNV GL                      | 2019-04-19       |
| M28       | Gjennomgang av underlagsrapporter fra Studsvik   | Kjeller     | Ife, Studsvik, DNV GL            | 2019-07-05       |
| M29       | Møte med NND om KVV trinn 2  | Kjeller     | Ife, NNDm DNV GL                 | 2019-05-13       |

## REFERANSER

| ID   | Dokumenttittel  | Ansvarlig (utarbeidet av) | Dokument-dato |
|------|---|---------------------------|---------------|
| D001 | Utarbeidelse av grunnlagsdokumentasjon frem til KS1 trinn 2 for fremtidig dekommisjonering av IFEs nukleære anlegg  | NFD                       | 14.06.2018    |
| D002 | Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors   | IAEA                      | 1999          |
| D003 | Selection of decommissioning strategies: Issues and factors   | IAEA                      | 2005          |
| D004 | Decommissioning of Research Reactors: Evolution, State of the Art, Open Issues  | IAEA                      | 2006          |
| D005 | Policies and Strategies for the Decommissioning of Nuclear and Radiological Facilities  | IAEA                      | 2011          |
| D006 | IAEA Safety Standards - Decommissioning of Facilities   | IAEA                      | 2014          |
| D007 | Managing the Unexpected in Decommissioning  | IAEA                      | 2016          |
| D008 | Data Analysis and Collection for Costing of Research Reactor Decommissioning  | IAEA                      | 2017          |
| D009 | Model Regulations for Decommissioning of Facilities   | IAEA                      | 2017          |
| D010 | Oversikt over Ife's dekommisjoneringsoppgaver   | Ife                       | 2018          |
| D011 | Friklassing og klassifisering av avfall (presentasjon)  | Ife                       | 19.03.2018    |
| D012 | Fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Norge   | DNV GL                    | 27.01.2015    |
| D013 | Study on future decommissioning of nuclear facilities in Norway – Task 1 Waste Inventory  | Studsvik                  | 09.09.2015    |
| D014 | Dismantling Techniques  | Westinghouse              | 12.09.2014    |
| D015 | Study on future decommissioning of nuclear facilities in Norway – Task 3 Waste management   | Studsvik                  | 18.11.2014    |
| D016 | Halden and Kjeller Decommissioning – Task 4 – Cost Estimation   | Westinghouse              | 11.09.2015    |
| D017 | Halden and Kjeller Decommissioning – Task 4 – Decommissioning Programme   | Westinghouse              | 12.09.2014    |
| D018 | Konseptvalgutredning - Oppbevaring av norsk radioaktivt avfall  | DNV GL                    | 01.27.2015    |
| D019 | Wastestreams 3 scenarios - Program HA&D (presentasjon)  | Ife                       | 20.08.2018    |
| D020 | Klassifisering - radioaktivt avfall (presentasjon)  | Ife                       | 19.03.2018    |
| D021 | Ife Facilities – Template for Final Decommissioning Plan  | Ife                       | 16.08.2018    |
| D022 | Ife Facilities – Template for Operational Decommissioning Plan  | Ife                       | 16.08.2018    |
| D023 | Dekommisjoneringsplan for Institutt for Energiteknikk konsesjonsunderlagte nukleære anlegg – Overordnet plan  | Ife                       | 31.01.2018    |
| D024 | HBWR SAR 19 – Dekommisjonering for HBWR   | Ife                       | 29.01.2018    |
| D025 | Dekommisjoneringsplan for RAD avfallsanlegget   | Ife                       | 16.01.2018    |
| D026 | Dekommisjoneringsplan for Metallurgisk laboratorium I   | Ife                       | 02.01.2018    |
| D027 | SAR 19 – Dekommisjoneringsplan for Met. lab. II   | Ife                       | 31.01.2018    |
| D028 | JEEP II Sikkerhetsrapport 19 - Dekommisjoneringsplan  | Ife                       | 12.01.2018    |
| D029 | Achieving the Goals of the Decommissioning Safety Case  | IAEA                      | 2005          |
| D030 | Methods for the Minimization of Radioactive Waste from Decontamination and Decommissioning of Nuclear Facilities  | IAEA                      | 2001          |
| D031 | Veileder nr. 6 - Kvalitetskostnadsestimering  | Finansdepartementet       | 11.03.2008    |
| D032 | Veileder nr. 7 – Kontraktstrategi   | Finansdepartementet       | 05.05.1008    |
| D033 | Veileder nr. 1 Det sentrale styringsdokumentet  | Finansdepartementet       | 11.03.2008    |
| D034 | International Structure for Decommissioning Costing (ISDC) of Nuclear Installations   | IAEA                      | 2012          |
| D035 | Rammeavtale mellom Finansdepartementet og DNV GL AS, ÅF Advansia AS og Menon Business Economics AS om kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ | Finansdepartementet       | 21.09.2015    |
| D036 | IAEA expert mission – A new national organization for back-end liabilities from all nuclear activities (meeting record)   | Ife                       | 03.05.2018    |
| D037 | CERREX-D2_Cost Estimation for Research Reactors in Excel  | IAEA                      | 2018          |
| D038 | User's manual for Costing Software CERREX-D2 for Research Reactors  | IAEA                      | 02.2018       |
| D039 | Management of Project Risks in Decommissioning  | IAEA                      | 22.09.2017    |
| D040 | Cost Estimation for Research Reactor Decommissioning  | IAEA                      | 2013          |
| D041 | Preparing for Decommissioning During Operation and After Final Shutdown   | IAEA                      | 2018          |



| <b>ID</b> | <b>Dokumenttittel</b>  | <b>Ansvarlig (utarbeidet av)</b>                | <b>Dokument-dato</b> |
|-----------|--|---|----------------------|
| D042      | Management of Transition of Nuclear Power Plants from Operation to Decommissioning   | IAEA  | 2017                 |
| D043      | Sikkerhetsrapport – Drift av kombinert deponi og lager for lav- og middels radioaktivt avfall i Himdalen   | Ife   | 09.2006              |
| D044      | Financial aspects of decommissioning   | IAEA  | 11.2005              |
| D045      | Oppskrift KS1 i 2 trinn  | NFD   | 09.13.2018           |
| D046      | The practice of Cost Estimation for Decom of Nuclear Facilities  | OECD/NEA  | 2015                 |
| D047      | IAEA Publications Catalogue 2017-18  | IAEA  | 2017-2018            |
| D048      | Editorial Note (IAEA-Tecdoc-1832)  | IAEA  | 2017                 |
| D049      | Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)   | Klima- og miljødepartementet                    | 01.10.1983           |
| D050      | Liste over kontaminerte rør og komponenter i primærkrets og RH   | Ife   | 10.09.2018           |
| D051      | KVU Decom info 180912 handout.pdf  | Studsvik  | 21.09.2018           |
| D052      | An exploration of the relationship between nuclear decommissioning projects characteristics and cost performance   | University of Leeds                             | 12.09.2018           |
| D053      | Waste Acceptance Criteria – Melting Services   | CyclIfe   | 09.08.2016           |
| D054      | Waste Acceptance Criteria – Incineration Services  | CyclIfe   | 08.08.2016           |
| D055      | Veileder nr 10 – Målstruktur og måloppnåelse   | Finansdepartementet                             | 24.04.2010           |
| D056      | Aksjonsliste Prosjekt dekom HBWR v2  | Ife   | 15.10.2018           |
| D057      | The National Programme for Handling of Spent Nuclear Fuel and Radioactive Wastes in SR   | NJF   | 08.26.2014           |
| D058      | Management of radioactive waste from decommissioning of nuclear sites: Guidance on Requirements for Release from Radioactive Substances Regulation                           | SEPA/Environment Agency/Natural Resources Wales | 24.07.2018           |
| D059      | Functional Requirements Radwaste Management  | Studsvik  | 12.10.2018           |
| D060      | Veileder Gevinstrealisering – planlegging for å hente ut gevinster av offentlige prosjekter  | DFØ   | 10.2014              |
| D061      | Benchmarking in the context of Nuclear Power Plant Decommissioning Costs   | NEA   | 2017-2018            |
| D062      | Global Status Report on Decommissioning  | P. O'Sullivan/IAEA                              | 25.10.2018           |
| D063      | Status Report on the International Decommissioning Network   | P. O'Sullivan/IAEA                              | 25.10.2018           |
| D064      | Byggnadsmaterial KVU 2014 Halden   | Studsvik, Westinghouse                          | 2014                 |
| D065      | Organization and Management of Decommissioning of Large Nuclear Facilities   | IAEA  | 12.2000              |
| D066      | Financial aspects of decommissioning   | IAEA  | 11.2005              |
| D067      | Dansk Dekommissionering organisering   | Dansk Dekommissionering                         | 2003                 |
| D068      | Notat vedr. Dansk Dekommissionerings organisation og opgaver   | Dansk Dekommissionering                         | 30.04.2003           |
| D069      | Drejebog i forbindelse med etableringen af Dansk Dekommissionerings ny organisation  | Dansk Dekommissionering                         | 30.04.2003           |
| D070      | Møte IFE og DD – Organisering  | Ife/DD  | 08.05.2018           |
| D071      | Strategic Considerations for the Sustainable Remediation of Nuclear Installations  | OECD/NEA  | 2016                 |
| D072      | Final Radiological Survey, Clearance and Release   | V. Michal/IAEA                                  | 10.2018              |
| D073      | Tillatelse TU13-38 etter forurensningsloven for deponering og lagring av radioaktivt avfall i kombinert lager og deponi for lav- og middelsaktivt radioaktivt avfall (KLDRA) | Statens Strålevern                              | 20.12.2013           |
| D074      | Revidert metode for kontroll av funksjonskrav til KLDRA-Himdalen   | Ife   | 28.02.2018           |
| D075      | Vurdering av deponikapasiteten i KLDRA-Himdalen.pdf  | Ife   | 31.12.2012           |
| D076      | Radioaktivitet   | Store Norske Leksikon                           | 14.12.2018           |
| D077      | Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)  | Klima- og miljødepartementet                    | 24.06.2004           |
| D078      | Fremtidig dekommisjonering av de nukleare anleggene i Norge  | Atkins  | 15.04.2016           |
| D079      | Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv.   | Finansdepartementet                             | 30.04.2014           |
| D080      | Ordliste   | Ife   | 16.10.2018           |
| D081      | Perspektivmeldingen 2017   | Finansdepartementet                             | 31.03.2017           |
| D082      | Costs of Decommissioning Nuclear Power Plants  | OECD/NEA  | 2016                 |

| <b>ID</b> | <b>Dokumenttittel</b>  | <b>Ansvarlig (utarbeidet av)</b>          | <b>Dokument-dato</b> |
|-----------|--|---|----------------------|
| D083      | Risk Management for Decommissioning the IAEA DriMa Project   | V. Ljubenov/IAEA                          | 20.09.2016           |
| D084      | Oppdaterade siffror KVVU trinn 2 (mailkorrespondanse)  | P. Lidar/Studsvik                         | 10.12.2018           |
| D085      | Ansvarsfull og sikker hantering av anv nt k rnsbr nse og radioaktivt avfall i Sverige  | Str ls kerhetsmyndigheten                 | 08.2015              |
| D086      | Improvements of radioactive waste management at WWER nuclear power plants  | IAEA                                      | 04.2006              |
| D087      | IAEA Safety Standards – Decommissioning of Nuclear Power Plants, Research Reactors and Other Nuclear Fuel Cycle Facilities           | IAEA                                      | 2018                 |
| D088      | Friklassningsber kning – biologiske sk rmen JEEP I (SC-18-050)   | Ife                                       | 28.11.2018           |
| D089      | Voymsuppsk tninger til slutf rvar for NORA og JEEP I (SC-18-051)   | Ife                                       | 28.11.2018           |
| D090      | Forskrift om forurensningslovens anvendelse p  radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall   | Klima- og milj departementet              | 05.11.2010           |
| D091      | Transition from Operation to Decommissioning of Nuclear Installations  | IAEA                                      | 04.2004              |
| D092      | Fra avfall til ressurs – Avfallsstrategi   | Milj verndepartementet                    | 05.08.2013           |
| D093      | KVVU step II, update of Task 1 and 3 for Halden  | Studsvik                                  | 11.12.2018           |
| D094      | Forskrift om begrensnig av forurensning (forurensningsforskriften)   | Klima- og milj departementet              | 24.06.2004           |
| D095      | Addressing Uncertainties in Cost Estimates for Decommissioning Nuclear Facilities  | NEA/IAEA                                  | 2017                 |
| D096      | Waste management, handling and characterization  | SCK • CEN                                 | 28.02.2018           |
| D097      | Sp rsm l kapasitet og avfallsstr mmer til KLDRA-Himdalen (mailkorrespondanse)  | E. Woje/Ife                               | 21.09.2018           |
| D098      | Konsekvensutredning av videre drift an konsesjonsunderlagte anlegg med Institudd for energiteknikk                                   | Ife                                       | 12.2004              |
| D099      | Budget Decommissioning of DR3.   | P.H. S ndergaard / Dansk Dekommisjonering | 24.06.2019           |
| D100      | Ife decides to close the Halden Reactor, but continues nuclear research activities   | Ife                                       | 27.06.2018           |
| D101      | Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives     | Official Journey of the European Union    | 22.11.2008           |
| D102      | Study on future decommissioning of nuclear facilities in Norway – Task 3 Waste management  | Studsvik                                  | 18.11.2014           |
| D103      | JEEP I stavbr nn - Sikkerhetsrapport 19 – Dekommisjoneringplan   | Ife                                       | 17.01.2018           |
| D104      | Statens str llevrens innstilling til konsesjon etter atomenergiloven  10   | Statens str llevren                       | 21.11.2018           |
| D105      | Konsesjon for Institutt for energiteknikk atomanlegg p  Kjeller og brenselinstrumentverksted i Os all  i Halden                      | Helse- og omsorgsdepartementet            | 20.12.2018           |
| D106      | Fornytt konsesjon for atomanlegg p  Kjeller og brenselinstrumentverkstedet i Halden  | Helse- og omsorgsdepartementet            | 20.12.2018           |
| D107      | Uppsk tning av avfallsm ngder og kontaminasjonsbed mning for rivningsavfall fr n JEEP II   | Studsvik                                  | 03.06.2019           |
| D108      | Memo: KVVU step II, update of Task 1 and 3 for Halden  | Studsvik                                  | 13.12.2018           |
| D109      | Dekommisjoneringsplan for Metallurgisk laboratorium I  | Ife                                       | 31.01.2018           |
| D110      | Veileder: Kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ - Nullalternativet | Finansdepartementet                       | 28.04.2010           |
| D111      | Information exchange on decommissioning planning and costs – BR3   | SCK-CEN                                   | 19.04.2019           |
| D112      | Release of sites from regulatory control on termination of practices   | IAEA                                      | 2006                 |
| D113      | Safe enclosure of nuclear facilities during deferred dismantling   | IAEA                                      | 2002                 |
| D114      | Analysis of the Factors Influencing the Selection of Strategies for Decommissioning of Nuclear Installations                         | EC-CND                                    | Des.2005             |
| D115      | Lov om atomenergivirksomhet (atomenergiloven)  | Helse- og omsorgsdepartementet            | 20.12.2018           |
| D116      | God praksis i arbeidet med konseptvalgutredninger (KVVU)   | Concept                                   | Apr.2018             |
| D117      | Ife: tall og fakta   | Ife nettside                              | 2019                 |
| D118      | Nytt anlegg for radioaktivt avfall   | Regjeringen.no                            | 29.10.2018           |
| D119      | Decommissioning strategies for facilities using radioactive material   | IAEA                                      | 2007                 |
| D120      | KVVU: Oppbevaring av norsk radioaktivt avfall  | DNV GL                                    | 27.01.2015           |
| D121      | Full-scale tests to start soon at Finnish repository   | World nuclear news (wnn)                  | 20.06.2018           |
| D122      | KVVU trinn 2 Waste Inventory Update Halden and Kjeller   | Studsvik                                  | 2019                 |
| D123      | KVVU trinn 2 Waste Management Update Halden and Kjeller  | Studsvik                                  | 2019                 |



## VEDLEGG

VEDLEGG A – OPPDRAGSBESKRIVELSE

VEDLEGG B – KART: ILLUSTRASJON AV DAGENS SITUASJON OG SLUTTLILSTAND FOR  
TILTAKSALTERNATIVENE BEGRENSET BRUK OG UBEGRENSET BRUK (unntatt offentlighet)

VEDLEGG C – KVVU STEP II WASTE INVENTORY UPDATE. STUDESVIK, 2019 (unntatt offentlighet)

VEDLEGG D – KVVU STEP II WASTE MANAGEMENT UPDATE. STUDESVIK, 2019 (unntatt offentlighet)

VEDLEGG E – OVERSIKT OVER RADIONUKLIDER OG INTERNASJONAL ERFARING MED  
AVFALLSHÅNDTERING

VEDLEGG F – KOSTNADSESTIMERINGSVERKTØYET CERREX-D2 OG ISDC STRUKTUREN

VEDLEGG G – BASE ESTIMATE (GRUNNKALKYLE) (unntatt offentlighet)

VEDLEGG H – USIKKERHETSANALYSE

## VEDLEGG A – MANDAT



Institutt for energiteknikk  
PB 40  
2027 KJELLER

Deres ref

Vår ref

Dato

18/3171-1

14. juni 2018

### **Utarbeidelse av grunnlagsdokumentasjon frem til KS1 trinn 2 for fremtidig dekommisjonering av IFEs nukleære anlegg**

Nærings- og fiskeridepartementet utreder fremtidig dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller i tråd med statens kvalitetssikringsordning (KS-ordningen). Det er utarbeidet en konseptvalgutredning (KVU) som er kvalitetssikret i en KS1-rapport av april 2016.

I de foreliggende KVU- og KS1-utredningene er det vurdert tre dekommisjoneringsnivåer for Kjeller og Halden: a) ubegrenset bruk, b) begrenset bruk til annen næringsvirksomhet og c) fortsatt nukleær virksomhet. KVU-en anser differansen mellom alternativene «ubegrenset bruk» og «begrenset bruk» som for liten til å kunne gi en innbyrdes rangering mellom de to basert på rene samfunnsøkonomiske kostnadsvurderinger. Dette begrunnes med analysens detaljeringsgrad og sett i sammenheng med usikkerhet i estimatene. KVU-en anbefaler at begge disse alternativene videreføres til neste fase.

KS1-rapporten anbefaler ubegrenset bruk som slutttilstand både i Halden og på Kjeller. Kontaminerte bygninger rives helt og det gjennomføres omfattende søk etter kontaminerte materialer i grunnen. KS1-rapporten vurderer at dekommisjonering til ubegrenset bruk vil ta 13-15 år med en estimert investeringskostnad (forventningsverdi) på 890 mill. kroner for Kjeller og 870 mill. kroner for Halden.

I 2017 åpnet regjeringen opp for at KS1 kan gjennomføres i to trinn. Konseptvalget kvalitetssikres i første trinn, mens kostnadsrammen og føringer for forprosjektfasen kvalitetssikres i trinn to. Hensikten med KS1 i to trinn er å sørge for et mer gjennomarbeidet kostnadsestimert og bedre kostnadskontroll med store statlige investeringsprosjekter.

Postadresse  
Postboks 8090 Dep  
0032 Oslo  
postmottak@nfd.dep.no

Kontoradresse  
Kongens gate 8  
www.nfd.dep.no

Telefon\*  
22 24 90 90  
Org.nr.  
912 680 680

Avdeling  
Forsknings- og  
innovasjonsavdelingen

Saksbehandler  
Lidia Logacheva  
22 24 67 40

Nærings- og fiskeridepartementet ønsker å konkretisere nærmere konseptene «ubegrenset bruk» og «begrenset bruk» innen forprosjektet igangsettes. Det skal derfor jobbes videre med konseptene «ubegrenset bruk» og «begrenset bruk» for å klargjøre forutsetningene for videre arbeid i forprosjektfasen. Det er behov for å vurdere om det har skjedd endringer i forutsetninger og antagelser, oppdatere kostnadsanslagene og sette et styringsmål for prosjektets kostnadsramme. Viktige føringer og avgrensinger av prosjektet, som vil danne grunnlag for styringsmålet, må komme frem. Dette inkluderer relevant lovverk som setter rammer for dette arbeidet, da særlig plan- og bygningsloven, forurensningsloven og atomenergiloven. anbefalinger om rammer, strategier og føringer for forprosjektfasen skal dessuten utredes nærmere. Det skal videre være mulig å ta beslutninger om styringsstruktur for forprosjektfasen.

På bakgrunn av det oppdaterte grunnlagsmaterialet, som konkretiserer konseptene «ubegrenset bruk» og «begrenset bruk», skal det gjennomføres en supplerende kvalitetssikring av grunnlagsmaterialet som et trinn 2 av KS1. Heretter vil regjeringen ta stilling til valg av konsept og føringer for det videre arbeidet med konseptet i forprosjektfasen.

#### Om oppdraget til IFE

Dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller er en kompleks prosess. I gjennomføringen er det ikke andre sammenlignbare prosjekter i Norge å støtte seg på. Det er derfor særlig viktig å legge opp til en god prosess for styring og kostnadskontroll underveis. KVU- og KS1-anslagene ligger noe tilbake i tid, og utredningene peker på flere forhold som bør avklares før eller tidlig i forprosjekteringsfasen. Det er behov for å konkretisere de anbefalte konseptene før spørsmålet om valg av dekommisjoneringnivå legges fram for regjeringen og et forprosjekt eventuelt settes i gang.

IFE bes utarbeide en rapport som senere skal gjennom en ekstern kvalitetssikring (KS1 trinn 2). Rapporten fra IFE skal inneholde et oppdatert kostnadsestimat og usikkerhetsanalyse for konseptene «ubegrenset bruk» og «begrenset bruk» som slutttilstand etter dekommisjonering av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller. Grunnet usikkerheten om videre drift av Haldenreaktoren, skal IFE først levere en delrapport for de konsesjonsbelagte anleggene i Halden (delrapport 1), før man går videre med å utrede tilsvarende for de konsesjonsbelagte anleggene på Kjeller (delrapport 2).

Rapporten skal gjøre rede for føringene for forprosjektfasen, jf. kravene som stilles i Finansdepartementets rammeavtale om kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ, punkt 5.9. Dette innebærer å anbefale en gjennomføringsstrategi for prosjektet, der det blant annet vurderes:

- Avhengighet mot andre prosjekter, og evt. programperspektiv for Kjeller og Halden.
- Overordnede rammer, herunder relevant lovverk, særlig plan- og bygningsloven, forurensningsloven og atomenergiloven.
- Valg av dekommisjoneringsstrategi, herunder kildesortering av avfall fra dekommisjoneringen med behov for lagre/mottak/deponier for avfallet som kommer

fra dekommisjoneringen, og om det er nødvendig med endringer i lovverket for anbefalt strategi.

- Styringsmessig fleksibilitet og hvordan det bør jobbes videre i forprosjektet med utarbeidelse av sentralt styringsdokument og gevinstrealiseringsplan, herunder fordeling av gevinster og utgifter mellom IFE og staten, inkl. etterbruken av tomtene og forhold til frigjorte verdier.
- Oppdatert samfunnsøkonomisk analyse av konseptene «ubegrenset bruk» og «begrenset bruk», dersom det har skjedd vesentlige endringer som vil påvirke samfunnsnyttene og/eller de gjeldende anbefalingene om konseptvalg.
- Suksessfaktorer og fallgruver, herunder risikoreduserende tiltak og realisering av oppsidepotensial.
- Et oppdatert kostnadsestimat og usikkerhetsanalyse for konseptene som kan legges til grunn for fastsettelse av prosjektets styringsmål i forprosjektfasen.

Utover innholdet som følger av kravene til kostnadsanslaget og føringer for forprosjektfasen, må det for dette prosjektet spesielt avklares:

- Avgrensning mellom dekommisjonering av anlegg i Halden og på Kjeller og om det bør settes separate styringsmål for de to lokalitetene.
- Gjennomføringsstrategi, herunder bruk av egne og/eller eksterne ressurser samt tidlig involvering av leverandører som også vil ha en rolle senere i prosessen.
- Kontraktstrategi for kjøp av slike tjenester.
- Håndtering av det forurensede tungvannet som en del av dekommisjoneringen.
- Kapasitet for håndtering og oppbevaring av dekommisjoneringsavfallet og for det brukte brenselet som fjernes fra reaktorene ifm. dekommisjonering.

Anbefalinger om endringer fra konseptet som er anbefalt i KS1-rapporten, skal forklares og begrunnes.

Oppdraget tildeles direkte til IFE. Oppdraget honoreres etter medgått tid. Den økonomiske rammen for oppdraget avklares nærmere med IFE.

Vi viser til NFDs oppdragsbrev til IFE for 2018 av 17.januar 2018. Dette oppdraget vil være en del av arbeidet med planlegging av framtidig dekommisjonering, som omtalt under departementets mål og prioriteringer for tilskuddet for 2018.

Oppdraget skal ferdigstilles og delrapporten for Halden overleveres Nærings- og fiskeridepartementet innen utgangen av 2018. Vi kommer tilbake til dato for overlevering av tilsvarende delrapport for Kjeller.

Med hilsen

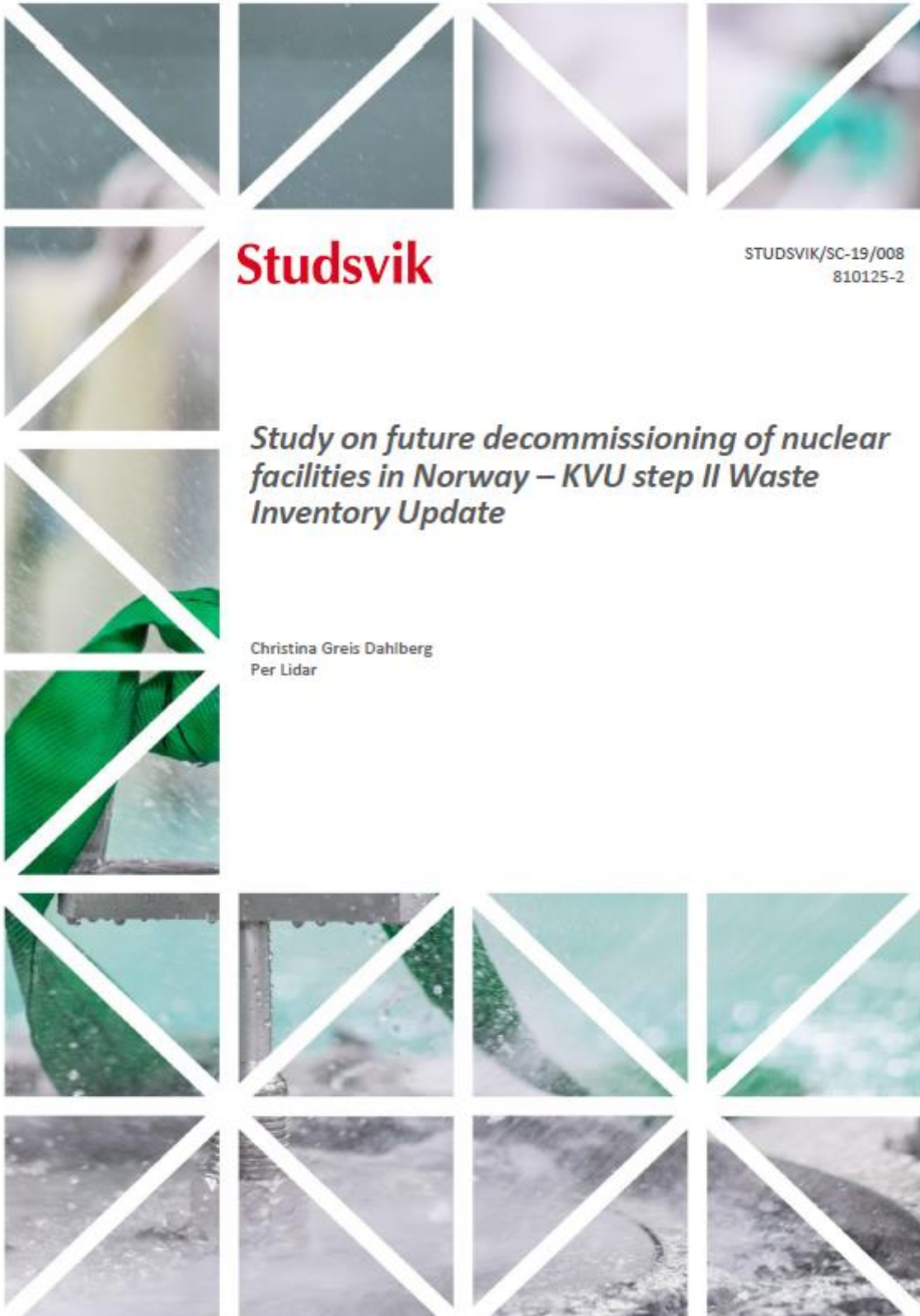
Kjetil Kolsrud Jåsund (e.f.)  
avdelingsdirektør

Lidia Logacheva  
seniorrådgiver



## **VEDLEGG B – KART: ILLUSTRASJON AV DAGENS SITUASJON OG SLUTTLILSTAND FOR TILTAKSALTERNATIVENE**

## VEDLEGG C – KVV STEP II WASTE INVENTORY UPDATE



**Studsvik**

STUDSVIK/SC-19/008  
810125-2

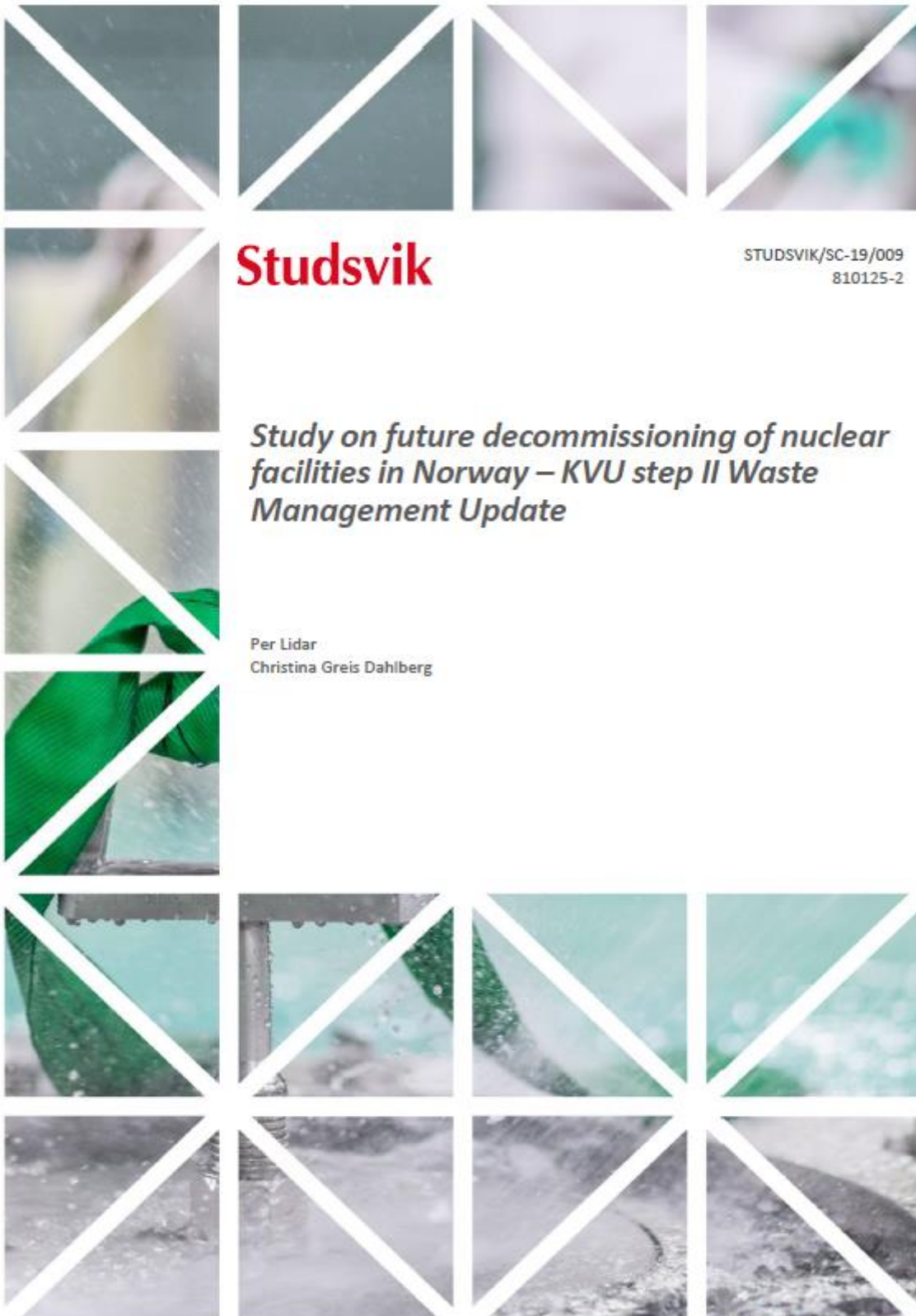
*Study on future decommissioning of nuclear facilities in Norway – KVV step II Waste Inventory Update*

Christina Greis Dahlberg  
Per Lidar

Skyddad/Protected



**VEDLEGG D – KVVU STEP II WASTE MANAGEMENT UPDATE**



**Studsvik**

STUDSVIK/SC-19/009  
810125-2

*Study on future decommissioning of nuclear facilities in Norway – KVVU step II Waste Management Update*

Per Lidar  
Christina Greis Dahlberg

Skyddad/Protected

## VEDLEGG E – OVERSIKT OVER RADIONUKLIDER OG INTERNASJONAL ERFARING MED AVFALLSHÅNDTERING

Håndtering av radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall er regulert i Forurensningsloven /D049/ med tilhørende «Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og avfall» /D090/. Forskrift om radioaktiv forurensning og avfall /D090/ fastsetter også nedre grenser for hva som er radioaktivt avfall og grenser for hva som er deponeringspliktig radioaktivt avfall.

### E. 1 Radionuklider med betydning for dekommisjoneringen

Figur E-1 viser en sammenstilling av radionuklider med betydning for dekommisjoneringen og avfallshåndteringen fra IFEs dekommisjoneringsplan for HBWR /D024/.



#### Merknader:

1. Fra: Dekommisjonering for HBWR ver 7 tabell 8.
2. Fra: Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall

### Figur E-1. Sammenstilling av radionuklider med betydning for dekommisjoneringen opp mot grenseverdier i Forskrift om radioaktiv forurensning og avfall

I figuren vises, for hver radionuklide, grenseverdier for spesifikk aktivitet for henholdsvis ikke-deponeringspliktig radioaktivt avfall og deponeringspliktig radioaktivt avfall iht. grenseverdier fastsatt i forskriften<sup>31</sup>. Grenseverdiene definerer områder hvor avfallet kan friklasseres (grønne søyler), er «ikke-deponeringspliktig» (oransje søyler) eller er deponeringspliktig (grå piler). For Si-32 og Sn-121m er det ikke spesifisert noen grenseverdier. Det følger av forskriften at det vil ved håndtering av disse nuklidene under dekommisjoneringen være Statens strålevern som bestemmer hva som anses som radioaktivt avfall og deponeringspliktig radioaktivt avfall /D090/.

### E. 2 Internasjonale erfaringer med avfallshåndtering i dekommisjoneringsprosjekter

I IAEAs rapport /D041/ av 2018 «Preparation for Decommissioning During Operation and After Final Shutdown» gis anbefalinger om hva som kreves i form av planlegging for en vellykket avfallshåndtering i dekommisjoneringsprosjekter. Ved utformingen av en avfallshåndteringsstrategi er det viktig å identifisere og sikre avfallens innledende tilstand og slutttilstand for å kunne legge til rette for effektiv avfallshåndtering. Nøkkelfaktorer for en vellykket avfallshåndtering er en god forståelse av friklassingskriterier og akseptkriterier for avhending av avfall ved alle relevante avfallsmottak.

<sup>31</sup> Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall

IAEA anbefaler at avfallshåndteringsstrategien tar hensyn til materiale og utstyr som kan gjenbrukes. De fleste nukleære anlegg innehar store volum av materiale som ikke trenger spesialbehandling og som direkte kan friklasses /D041/. I tillegg til grad av gjenvinning bør følgende strategiske beslutninger omfattes av avfallshåndteringsstrategien:

- I hvilken grad avfallshåndtering skal gjennomføres inne på det nukleære området i Halden (on-site)
- Lokalisering av et nytt, lokalt avfallshåndteringsanlegg
- Hvilke avfallshåndteringsaktiviteter som skal utføres av eksterne (settes ut på kontrakt) og hvilke som skal utføres av egen organisasjon

Erfaring fra dekommisjonering i andre land, viser at eksisterende ruter for avfallshåndtering for drift ikke alltid er compatible eller dekkende for de avfallskategorier som forventes produsert gjennom de fremtidige demonteringsaktivitetene. I forkant av den nukleære dekontamineringen og demonteringen av nukleære anlegg bør derfor alle planlagte avfallsruter gjennomgås for å vurdere om de avfallstyper som vil genereres møter akseptkriteriene ved eksisterende og planlagte mottak for radioaktivt avfall.

Dekontamineringsmetoder kan benyttes på det radioaktive avfallet for å redusere mengden deponerings-pliktig avfall gjennom friklassing etter behandling. Hvilke metoder for dekontaminering som skal benyttes i Halden bør planlegges i forbindelse med utarbeidelse av prosjektets avfallshåndteringsplan. Hvilke metoder som er relevante er avhengig de typer avfall som forventes produsert i løpet av dekommisjoneringen og hvilken avfallshåndteringsstrategi som velges.

IAEA mener at en analyse av tilgjengelige avfallsruter og muligheter for minimering av radioaktivt avfall (friklassing gjennom resirkulering eller dekontaminering, hvis det tillates av nasjonal regulering) bør vurderes i forkant av en beslutning om avfallshåndteringsstrategi i forbindelse med dekommisjonering. /D041/

Storbritannias deponi for lavaktivt avfall (LLWR) er lokalisert i Drigg, og ble etablert i 1959. Det tar imot avfall fra blant annet dekommisjonering av Sellafield, andre NPPer, sykehus, universitet og oljeindustrien. I 2007 laget UK en LLW strategi da man så at kapasiteten i dagens deponi ikke var tilstrekkelig for fremtidige behov. Gjennom den nye strategien har man klart å redusere mengden avfall til deponiet betydelig og skjøvet behovet for et nytt deponi langt frem i tid. Mengden avfall er blitt redusert enten gjennom friklassing, omdirigering til mottak for VLLW eller til eksterne anlegg for avfallsbehandling. /M08/

Sveriges "Nationell plan för radioaktivt avfall" beskriver generelle prinsipper, organisatoriske og rettslige rammeverk, samt nasjonale strategier for håndtering av radioaktivt avfall. Planen er basert på prinsipper som er utviklet i takt med utviklingen av Sveriges kjernekraftprogram, og er definert i "kärntekniklagen" (The Act on Nuclear Activities), "strålskyddslagen" (the Radiation Protection Act), og "miljöbalken" (the Swedish Environmental Code) . Hovedprinsippene går ut på at kjernekraftselskaper må ta på seg kostnadene og ansvaret for håndtering av radioaktivt avfall. Det står beskrevet at kjernetekniske virksomheter må drives slik at mengden kjerneavfall og dets innhold av radioaktive stoffer begrenses så mye som er hensiktsmessig mulig. Radioaktivt avfall håndteres på ulike måter i det svenske systemet, avhengig av radionuklidbeholdning, halveringstid og avfallets fysiske og kjemiske form. Avfallshåndteringsstrategien er enten deponering eller, hvis det er mulig, friklassing. Friklasset materiale kan bli gjenbrukt ved dekontaminering, resirkulert eller kastet som konvensjonelt avfall. For brukt brensel er den svenske strategien direkte deponering.

## VEDLEGG F – KOSTNADSESTIMERINGSVERKTØYET CERREX-D2 OG ISDC STRUKTUREN

CERREX-D2 inkorporerer ISDC-strukturen. Verktøyet er utviklet for kostnadsestimering av dekommisjonering av forskningsreaktorer og gjennom bruk av ISDC fremmes harmonisering av dekommisjoneringskostnader generelt. ISDC-strukturen består av 11 hovedaktiviteter som representerer hovedaktivitetene til et dekommisjoneringsprosjekt. Hovedaktivitetene kalles også nivå 1 aktiviteter, som er nærmere detaljert i nivå 2 og nivå 3 aktiviteter. Nivå 3 er det mest detaljerte aktivitetsnivået i ISDC-strukturen. En illustrasjon av den hierarkiske strukturen av ISDC vises nedenfor.

|        |                  | Eksempel |
|--------|------------------|----------|
| Nivå 1 | Hovedaktivitet   | 01       |
| Nivå 2 | Aktivitetsgruppe | 01.0100  |
| Nivå 3 | Typisk aktivitet | 01.0101  |

| Nivå 1 | Nivå 2  | Nivå 3  | Beskrivelse   |
|--------|---------|---------|---|
| 01     |         |         | Pre-dekommisjoneringsaktiviteter                          |
|        | 01.0100 |         | Planlegging av dekommisjonering                           |
|        |         | 01.0101 | Strategisk planlegging                                    |
|        |         | 01.0102 | Preliminær planlegging                                    |
|        |         | 01.0103 | Endelig planlegging                                       |
|        | ...     | ...     | ...   |
| 02     |         |         | Aktiviteter for nedstenging av anlegg                     |
| 03     |         |         | Additional activities for safe enclosure or entombment    |
| 04     |         |         | Demonteringsaktiviteter innenfor det kontrollerte området |
| 05     |         |         | Avfallshåndtering, lagring og deponering                  |
| 06     |         |         | Infrastruktur og drift på området                         |
| 07     |         |         | Konvensjonell riving og opparbeiding av tomt              |
| 08     |         |         | Prosjektledelse og support                                |
| 09     |         |         | Forskning og utvikling                                    |
| 10     |         |         | Brensel og nukleært materiale                             |
| 11     |         |         | Diverse utgifter  |

CERREX-D2 er ment for bruk av eksperter som er godt kjent med anlegget som skal dekommisjoneres, som f.eks. tidligere eller nåværende operatører. Et nært samarbeid med Ife har derfor vært avgjørende i utarbeidelsen av kostnadsestimatet.

I CERREX-D2 er kostnadene bygget av fire grunnleggende kostnadstyper:

1. **Aktivitetsavhengige kostnader** som er direkte relatert til omfanget av praktisk arbeid i dekommisjoneringen (aktiviteter relatert til inventar).

For hvert element i inventaret benyttes enhetsfaktorer (unit factors). Enhetsfaktorene gir informasjon om hvor mye ressurser (man.hour), investeringskostnader (investment) og utgifter (expense) som er nødvendig for å håndtere varebeholdningen per enhet (pr. tonn eller m<sup>2</sup>). Det finnes to typer enhetsfaktor i CERREX-D2, som er:

- a. Enhetsfaktor for type og aktivitet knyttet til inventar, for eksempel rørledninger (per tonn), massiv armert betong (per tonn), radioaktivitetsmåling (per m<sup>2</sup>), osv.
- b. Enhetsfaktor knyttet til avfallshåndtering. Denne enhetsfaktoren er avhengig av radioaktivitetskategorien for hvert element. Derfor er det viktig å bestemme partisjoneringen av hvert element så riktig som mulig. Per nå, siden karakterisering ikke er ferdig, estimeres partisjoneringen av hvert element per beste estimat og erfaring.

Enhetsfaktorene i CERREX-D2 ble etablert basert på erfaring fra IAEAs DACCORD-prosjekt (Data Analysis and Collection for Costing of Research Reactor Decommissioning). For Halden-dekommisjoneringsprosjektet brukes standardenhetsfaktorer i CERREX-D2. Noen modifikasjoner gjøres til enhetsfaktorene, justeringene beskrives i **Vedlegg G.2**.

2. **Periodeavhengige kostnader** som er proporsjonale med varigheten av individuelle aktiviteter, faser av dekommisjonering eller hele prosjektet.
3. Kostnader for spesielle gjenstander (**collateral costs**) som ikke kan tilordnes en bestemt arbeidsaktivitet eller en periodeavhengig aktivitet
4. **Contingency** som er spesialkostnaden lagt til ovenfor angitte beregnede kostnadselementer for å balansere de spesifikke bestemmelsene for uforutsette kostnadselementer innenfor det definerte prosjektets omfang. For dette prosjektet er contingency ikke beregnet i CERREX-D2-modellen, men i usikkerhetsanalysen.

Innsamling av data for estimering av dekommisjoneringskostnader, varighet og ressurser, er gjort gjennom litteraturstudier, workshops, møter og korrespondanser med hovedsakelig Ife, Studsvik og IAEA. For å sikre riktig bruk av CERREX-D2 ble det gjort en gjennomgang av utkast til CERREX-D2 modell for kostnadsestimering av Halden dekommisjoneringsprosjekt for IAEA i Wien i oktober 2018.

For mer informasjon om ISDC ref. /D034/ og CERREX-D2 i ref. /D037, D038/.

## Detaljert beskrivelse av metode for datainnsamling og databehandling for kostnadsestimering i CERREX-D2

| Kostnadstype                            | Hvordan data oppnås og behandles  |
|---|---|
| <b>1. Aktivitetsavhengige kostnader</b> | <p>For å estimere aktivitetsavhengige kostnader er avfallsmengder kartlagt opp mot ISDC-postene og enhetsfaktorkategori i CERREX-D2.</p> <p><b><u>Avfallsmengder</u></b></p> <p>Aktivitetsavhengige kostnader er relatert til avfallsmengder. I modellen benyttes estimert volum avfall utarbeidet og sammenstilt av Studsvik i samarbeid med Ife (ref. vedlegg C /D122/).</p> <p><b><u>Databehandling</u></b></p> <p>Behandling av avfallsdata er gjort i nært samarbeid med Ife, som er den aktør som kjenner anlegget best og har god kjennskap til bakgrunnen for dataene og hvordan de skal behandles. Følgende aktiviteter ble utført for å behandle avfallsdata:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Avfallsstrømmene blir lagt inn i ADIN-fanen i CERREX-D2 og deretter kartlagt i tilsvarende ISDC poster.</li><li>2. Tonnasje eller areal av hvert element som beregningsgrunnlag ved bruk av enhetsfaktorer, legges inn i ADIN-fanen.</li><li>3. CERREX-D2 kategori (INV___) er tilordnet hvert element i inventarlisten.</li><li>4. Estimert partisjonering er tilordnet hvert element for å bestemme hvor stor andel av elementet som er innenfor hvilket nivå av radioaktivitet. Dette bestemmer hvilke enhetsfaktorer for avfallshåndtering som skal benyttes.</li><li>5. Ife har tilordnet arbeidsvanskelighetsfaktor (Work Difficulty Factor = WDF) til hvert element i inventarlisten (INV fanen i CERREX-D2). Mer informasjon om WDF finner du i ref. /D037/. Hvilke arbeidsvanskelighetsfaktorer (WDFs) som brukes i dette prosjektet kan ses i Vedlegg G.2.</li></ol> |
| <b>2. Periodeavhengige kostnader</b>    | <p>Denne kostnadstypen er tett knyttet til planlegging av prosjektet. En ny arkfane i CERREX-D2-modellen ble laget for å dokumentere planleggings- og ressursestimatet i dette prosjektet. Navnet på fanen er Cost_breakdown_WS.</p> <p>Flere workshoper er gjennomført for å fylle ut dataene som er relatert til denne kostnadstypen. Når estimatene utføres, er det forsøkt å hensynte gjeldene forhold ved Ife og forventede fremtidige krav.</p> <p>Det anbefales at ISDC nivå 2 blir brukt ved kostnadsestimering /D037/. Både for Halden og Kjeller er ISDC nivå 2 benyttet for de fleste aktivitetene. Enkelte poster vurderes på nivå 1 der det er ansett som hensiktsmessig.</p> <p>Følgende aktiviteter ble utført for å bygge estimatene for denne kostnadstypen:</p>   |

| Kostnadstype               | Hvordan data oppnås og behandles   |
|----------------------------|--|
|                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ISDC-aktivitetslisten er evaluert og detaljering er utført for de fleste nivå 2-aktivitetene.</li> <li>2. For hver aktivitet (som vurderes på laveste nivå), estimeres varigheten og nødvendige ressurser. Forutsetningene om ressurs klassifisering og rater kan ses i Vedlegg G.3.</li> </ol> <p>I CERREX-D2-modellen for dette prosjektet presenterer fanen Cost_breakdown_WS detaljert prosess ved estimering av periodeavhengige kostnadene. For å kvalitetssikre estimatene knyttet til denne kostnadstypen, ble det gjennomført flere gjennomgangprosesser.</p>   |
| <b>3. Collateral costs</b> | <p>Tilleggs kostnader som ikke er inkludert i de to foregående kostnadstypene, settes i denne kostetypen. Dataene er innhentet basert på diskusjoner og tidligere erfaringer.</p> <p>En ekstra fane som heter Invest_Expense_details ble lagt til i CERREX-D2-modellen for å gi plass til å legge inn dataene. Arbeidsprosessen for denne kostetypen er:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tilleggs kostnader identifiseres og settes i enten investering eller utgifter (expenses)</li> <li>2. Relevant ISDC-post er tildelt hver ekstra kostnad</li> <li>3. Verdien av investering og utgifter (enten en gang eller årlig) legges til</li> </ol> <p>Dataene som er innført her vil da bli brukt i hovedkostnadsberegningssfanen, ISDC-fanen.</p> |
| <b>4. Contingency</b>      | <p>Contingency som vises i CERREX-D2-modellen, brukes ikke til å beregne totalprisen av dekommisjoneringen. Contingency vurderes i usikkerhetsanalysen. En egen Excel-modell ble laget for usikkerhetsanalysen. Beskrivelsen av usikkerhetene kan ses i Vedlegg H.</p>   |



## **VEDLEGG G – BASE ESTIMATE (GRUNNKALKYLE)**



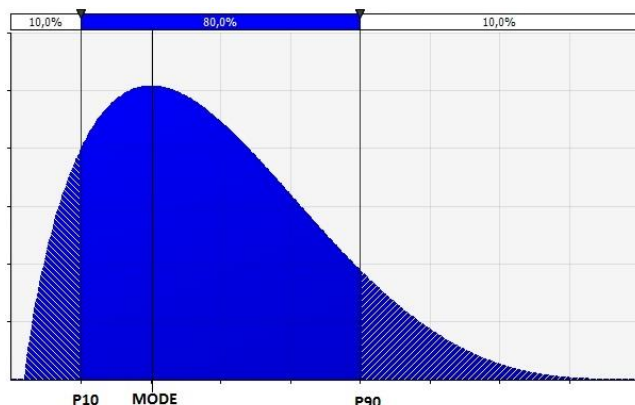
## VEDLEGG H – USIKKERHETSANALYSE

### H. 1 Generelt om kvantitativ usikkerhetsanalyse

Deterministisk analyse innebærer å bruke det "mest sannsynlige verdi-estimat" av hver variabel i en modell for å regne seg frem til et totalestimat. Sensitiviteten i summen kan bestemmes ved å anslå scenarier for beste og verste utfall for alle postene. Da tas det ikke hensyn til at det er større sannsynlighet for at den mest sannsynlige verdien inntreffer enn maksimums- og minimumsverdien. Ved å tilegne en fordelingsfunksjon til kostnadspostene og beregne dette stokastisk eller ved simulering tar man hensyn til dette. Begge tilfeller vil gi en gitt fordeling for totalsummen, samt tilhørende forventningsverdi og varians. Av de mest kjente metoder og teknikker kan nevnes momentmetoden, eksakte algebraiske løsninger og Monte Carlo-simulering. Monte Carlo-simulering er den metoden som er mest utbredt på verdensbasis og er valgt til denne analysen.

#### Basisestimat: Estimatusikkerhet og korrelasjon

Alle kostnadselementer er beskrevet med et tripplestimat – p10, mode og p90. For simuleringen er en Pertfordeling (se figuren under) valgt for å kunne benytte disse inngangsverdiene.



#### Pertfordeling med tripplestimat.

Budsjettmodellen er detaljert, og inngangsverdiene til beregning av flere budsjettposter kan ha en avhengighet i variasjonen (samvariasjon). Inngangsverdier som samvarierer er korrelert med en Pearsons korrelasjonsfaktor mellom -1 og 1.

#### Beregning av usikkerhetsfaktorer

Beregning av en usikkerhetsfaktors påvirkning skjer ved multiplisering av de to fordelingene for kostnadsposten og for usikkerhetsfaktoren. For å isolere faktorens bidrag benyttes kun den prosentvise endringen. Det medfører at dersom faktoren F er oppgitt som en variasjon rundt 0 (for eksempel med trippelanslaget -0,1 – 0,0 – 0,15) vil regnestykket for posten se slik ut:

Bidrag fra F på posten B1 = Forventningsverdi for B1 \* F.

Bidraget fra usikkerhetsfaktorene summeres med totalen på samme måte som totaler fra andre kostnads- og inntektsposter.

#### Begrepsforklaring

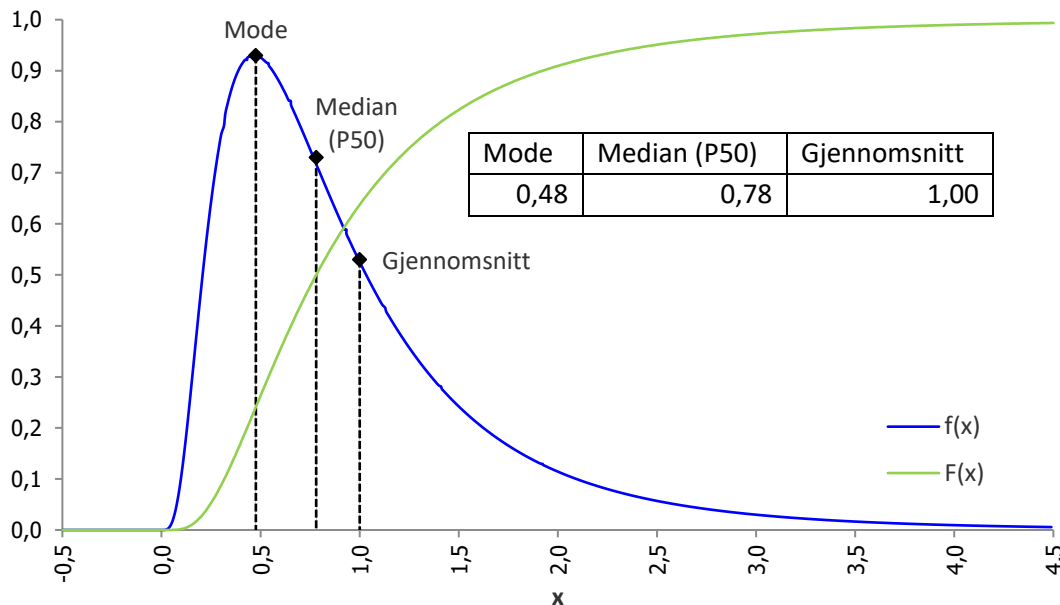
Dette kapitlet lister opp en rekke ord og uttrykk som er benyttet i rapporten for å forklare disse grundigere. Listen er ikke uttømmende.

En variabel som har en spesifikk verdi kalles deterministisk. Til forskjell kan en tilfeldig stokastisk variabel anta et spekter av verdier. Fordelingen av mulige utfall for en stokastisk variabel beskrives av en sannsynlighetsfordeling. De mest brukte statistiske begrepene i denne rapporten er beskrevet i tabellen under.

**Statistiske begreper som brukes i rapporten. Tabellen er hentet fra rapporten DEMO 2000, Det Norske Veritas.**

| Begrep                                    | Definisjon   | Beskrivelse  |
|---|--|--|
| <b>Sannsynlighetsfordeling</b>            | $f(x)$   | Fordelingen for ulike utfall av x.   |
| <b>Akkumulert sannsynlighetsfordeling</b> | $F(x) = \int_{-\infty}^x f(y)dy$   | Sannsynligheten for at et utfall er mindre enn eller lik x.  |
| <b>Forventningsverdi (eng. mean)</b>      | $E(x) = \mu = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$   | Gjennomsnittsverdien av en fordeling (tyngdepunkt).  |
| <b>Median (P50)</b>                       | $\frac{1}{2} = \int_{-\infty}^{p50} f(x)dx = \int_{p50}^{\infty} f(x)dx$   | Samme sannsynlighet over og under P50.   |
| <b>Mode</b>                               | $\frac{d}{dx} f(x) = 0$  | Verdien der $f(x)$ er størst; toppunktet på fordelingen.   |
| <b>Varians</b>                            | $Var(x) = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x)dx$   | Mål på spredningen i fordelingen.  |
| <b>Standardavvik</b>                      | $\sigma = \sqrt{Var(x)}$   | Roten av variansen.  |
| <b>Percentil Pxx</b>                      | $F(Pxx) = xx\%$  | Sannsynligheten for at utfallet er mindre enn eller lik pxx er xx%, for eksempel $F(p10) = 10\% = 0,1$ . |
| <b>Pearsons korrelasjonskoeffisient</b>   | $\rho(x, y) = \frac{COV(x, y)}{\sqrt{VAR(X) \cdot VAR(Y)}}$<br><br>, $[-1 < \rho < 1]$   | Benevningsfri koeffisient for å beskrive lineære sammenhenger mellom to avhengige variabler.             |
| <b>”Tripplestimat”</b>                    | Også kalt trepunktsestimat. Det angis tre punkter for å beskrive en sannsynlighetsfordeling som i figuren. Dette kan for eksempel være p10, mode og p90. |  |

Noen av disse målene er illustrert i figuren nedenfor.



**Illustrasjon av noen statistiske parametere. Figuren viser en lognormalfordeling og den korresponderende akkumulerte sannsynlighetsfordelingen.**

## H. 2 Beskrivelse av estimatusikkerhet

Estimatusikkerhet er vurdert per kostnadspost i henhold til prosjektnedbrytningsstrukturen som er presentert i kapittel 5.2. I det følgende beskrives kostnadspostene og estimatusikkerheten som er lagt til grunn i usikkerhetsanalysen. For mer detaljert informasjon om de enkelte kostandspostene som er vurdert vises det til usikkerhetsmodellen. Denne utleveres etter samtykke fra IFE.

## Prosjektorganisasjon

### Fase 1

Dekommisjoneringen vil starte med en planleggingsfase, hvor innhenting av informasjon om anleggets tilstand (karakterisering av anlegg, historisk kartlegging av hendelser, miljøundersøkelse av grunn etc.) og utarbeidelse av dokumentasjon (sikkerhetsdokumenter og endelig dekommisjoneringsplan) er sentrale oppgaver. I tillegg vil fjerning av brensel, drenering av systemer og andre forberedende aktiviteter for den nukleære demonteringen være sentralt. Konstrrollerende og kravstillende funksjoner for ivaretagelse av nukleær sikkerhet er også inkludert som en del prosjektorganisasjonen.

For å opprettholde en robust sikkerhetsorganisasjon og planlegging av dekommisjoneringsaktiviteter i Halden og på Kjeller er det lagt til grunn at prosjektorganisajonen i fase 1 består av 120 fulltidsansatte i Halden og 80 fulltidsansatte på Kjeller.

Ettersom prosjektorganisasjonen ikke er endelig definert kan det antas at denne kan bli både større og mindre. Samtidig anses usikkerheten som begrenset da organisasjonen som er lagt til grunn i utredningen i hovedsak består av organisasjonen som er formidlet videreført ifm. overdragelsen av den nukleære virksomheten fra IFE til NND (180 årsverk). I tillegg er det antatt at eksisterende NND organisasjon vil bestå av 20 årsverk. Estimatusikkerheten er vurdert til -10%/+10%. Usikkerheten reflekterer også usikkerhet knyttet til kostnadsnivå som er antatt å være MNOK 1,2 per årsverk.

Lengden på fase 1 er satt til 5 år. Det er stor usikkerhet knyttet til varigheten på denne fasen. Før den nukleære demonteringen kan begynne må løsninger for lagring/deponering av radioaktive avfallet være etablert. Dersom arbeidet med dette, eller andre prosesser som for eksempel myndighetsgodkjennelser, strekker ut i tid vil det påvirke kostnadsestimatet.

Det er forventet at det første anlegget/lokasjonen som dekommisjoneres vil bidra til en rekke avklaringen og erfaringsinnhenting som øvrige anlegg/lokasjon kan dra nytte av. Dette vil kunne redusere planleggingsfasen for anlegg/lokasjon som dekommisjoneres senere.

I Halden er det ikke forventet at fase 1 vil bli kortere enn 5 år som følge av at brenselet fortsatt står i reaktoren og det må gjøres plass i lagret på området (Fuel Bunker Building) før dette kan lastes ut, evt. må brenselet flyttes til en annen lokasjon. Det er sannsynlig at flytting av brenselet fra reaktoren og området i Halden kan ta mer enn 5 år. Estimatusikkerheten knyttet til gjennomføringstid i Halden er vurdert til 0/+2 i fase 1.

På Kjeller er brenselet allerede tatt ut av reaktoren. Prosessen med å forberede anleggene for nukleær demontering anses som enklere enn i Halden. Samtidig kan godkjenningprosesser og andre avklaring ta lengre tid enn forventet og dermed føre til at fase 1 blir lengre enn det som er lagt til grunn. Estimatusikkerheten knyttet til gjennomføringstid på Kjeller er vurdert til -1/+1 i fase 1.

Estimatusikkerheten er vurdert likt for tiltaksalternativene ubegrenset bruk og begrenset bruk på de to lokasjonene.

## **Fase 2**

I fase 2 utgjør prosjektorganisasjonen 44,5 årsverk i Halden og 27,5 årsverk på Kjeller. Personell knyttet til selve den nukleære demonteringen er ikke inkludert i denne kostnadsposten, men inkludert under avfallshåndtering. Årsaken til at ressursbehovet i Halden er større enn på Kjeller er i hovedsak som følge av krav til overvåking av anlegget (kontrollrom) også etter at brenselet er fjernet fra områdene i Halden.

Behovet for både administrativ og teknisk kompetanse er usikkert. Ved pålegg om ekstra rapportering, utredninger eller dersom det oppstår store utfordringer knyttet til drift av støttesystemer kan ressursbehovet øke sammenlignet med hva som er forventet. Det er også uklart knyttet til ressursbehovet i denne fase når det gjelder nukleær sikkerhet (kravstillende og kontrollerende funksjoner).

Dersom det på en effektiv måte lar seg gjøre å samle prosjektledelse og støttefunksjoner tilknyttet anleggene i Halden og på Kjeller i et team, og dette teamet på en effektiv måte kan støtte begge lokasjonene med de ressursbehovene de har forventes det at denne kostnadsposten kan reduseres noe. Estimatusikkerheten for denne kostnadsposten er i fase 2 vurdert til -15%/+50%.

Lengden på fase 2 er satt til 11 år i Halden for begge tiltaksalternativene og 15 år på Kjeller. Lengden på fase 2 er beregnet i kostnadsestimeringsverktøyet CERREX-D2, basert på kartlagte avfallsmengder og en vurdering av hva som anses som hensiktsmessig størrelse på arbeidsteamet i denne fasen. Det er imidlertid knyttet betydelig usikkerhet til hvilke oppgaver som er mulig å gjennomføre samtidig i fase 2 og hvor stort arbeidsteamet som utfører oppgaver bør være. Dette er forhold som vil påvirke lengden på fase 2 og dermed også varigheten på prosjektorganisasjonen.

Reaktoranlegget i Halden ligger på et område med svært begrenset med plass og er vanskelig tilgjengelig som følge av at store deler er lokalisert inne i en fjellhall. Sannsynligheten for at tiltak i fase 2 kan gjennomføre mye raskere enn forventes som følge av å være lav, men det kan forekomme dersom for eksempel en nærmere kartlegging av anleggene viser lavere kontamineringsgrad for avfall enn forventet. Av de samme årsakene vil det derimot kunne være at fase 2 i Halden vil bli lengre enn forventet.

På Kjeller er område større og anses som mer egnet for en effektiv dekommisjonering. Samtidig er det forventet mindre mengder kontaminert avfall enn i Halden. Det kan imidlertid være uforutsette hendelser som gjør at fase 2 også strekker ut i tid på Kjeller.

For tiltaksalternativet ubegrenset bruk er estimatusikkerheten knyttet til gjennomføringstid i fase 2 i Halden vurdert til -1/+4 år og -1/+2 år på Kjeller.

For tiltaksalternativet ubegrenset bruk er det i grunnkalkylen forventet at det i hovedsak er de samme tiltakene som gjennomføres i fase 2 som ved dekommisjonering til ubegrenset bruk. Det kan imidlertid være at det er behov for å gjennomføre færre tiltak i dette tiltaksalternativet. Behov for gjennomføring av tiltak avhenger både av anleggets tilstand og framtidig bruk av områdene. Usikkerheten knyttet til gjennomføringstid er også i dette tilfellet vurdert større for Halden enn Kjeller, som følge av plassbegrensninger og at deler av anlegget ligger inne i fjellet. Estimatusikkerheten knyttet til gjennomføringstid i fase 2 er vurdert til -2/+4 år i Halden og -2/+1 år på Kjeller.

## **Fase 3**

Kostnader i fase 3 gjelder kun for tiltaksalternativ ubegrenset bruk.

Hovedaktivitetene i denne fasen er antatt at gjennomføres av eksterne entreprenører og inngår som følge ikke i prosjektorganisasjonen. Prosjektledelse og støttefunksjoner består, i likhet med for fase 2, av administrativ og teknisk kompetanse. Det er forventet at behovet for administrativ og teknisk kompetanse i fase 3 av prosjektet er betydelig redusert sammenlignet med i fase 2.

Det er lagt til grunn at prosjektledelse og støttefunksjoner utgjør totalt 25 årsverk, fordelt likt mellom Halden og Kjeller. Av de 25 årsverkene er det lagt til grunn at 5 årsverk er knyttet til nukleær sikkerhet (kravstillende og kontrollerende funksjoner).

Som følge av stor usikkerhet knyttet behovet i denne fasen av prosjektet er det lagt til grunn en estimatusikkerhet på 0%/+100%.

Lengden på fase 3 er satt til 2 år både i Halden og på Kjeller. Selve rivingen av bygningene er antatt å kunne gjennomføres relativt effektivt, mens det er forventet at undersøkelse og behandling av masser som graves opp og prosessen for å friklasse områdene vil ta lengre tid. Det er stor usikkerhet knyttet til tiden som trengs for å gjennomføre nødvendige tiltak i fase 3. Erfaringsmessig kan prosessen med å friklasse områder være en tidkrevende øvelse der kontrollmålinger viser at det er behov for å gjennomføre ytterligere tiltak. Estimatusikkerheten knyttet til gjennomføringstiden for fase 3 er vurdert til -0.5/+1 både i Halden og på Kjeller.

## Avfallshåndtering

### Fase 1

Ikke aktuelt. Avfallshåndtering i fase 1 er ivaretatt av antall årsverk som er lagt til grunn i prosjektorganisasjonen i fase 1.

### Fase 2 - Nukleær demontering og avfallshåndtering

Anleggenes tilstand har vært kartlagt, men informasjonen er i noe grad mangelfull som følge av mangelen på dokumentasjon ved ombygging og ved tidligere hendelser, og flere forutsetninger har derfor vært gjort i beregningen av avfallsmengder, jf. Vedlegg C /D121/. Det er som følge beheftet usikkerhet knyttet til anleggets tilstand, både når det gjelder mengder avfall (volum) og kontamineringsgrad (radioaktivitet). Dette er ikke uvanlig for anlegg som er i en tidlig fase av dekommisjoneringsplanleggingen. Dette er usikkerhet som både påvirker den nukleære demonteringen og tilhørende avfallshåndtering. For å redusere usikkerheten i disse estimatene er det behov for å gjennomføre en radiologisk kartlegging av anleggene. Tidligere prosjekter har vist at ved gjennomføring av slike undersøkelser har resultatet vært at kontamineringsgrad er både lavere og høyere enn tidligere antatt.

Anleggene i Halden og på Kjeller er gamle anlegg som har vært i drift siden 1960-tallet. Enkelte av anleggene har vært bygd om flere ganger og man kjenner til flere tilfeller hvor tidligere utstyr ikke har vært fjernet. Det gjelder blant annet gamle kabelbruer i HBWR og rør som man vet er kontaminert fordi de tidligere er blitt brukt i forbindelse med eksperimenter (disse rørene er fjernet i dokumentasjon men ikke fysisk).

*Ubegrenset bruk:* For tiltaksalternativet er en estimatusikkerhet på -10%/+30% vurdert for alle avfallsmengder fra dekommisjoneringen på Kjeller. I Halden er estimatusikkerheten vurdert fra -10% til 0%/+10% til 40% for de ulike avfallsmengdene.

*Begrenset bruk:* Det er forventet at færre tiltak må gjøre for dette tiltaksalternativet enn ved dekommisjonering til ubegrenset bruk. Estimatusikkerheten er vurdert til -20%/+20 for alle anlegg både i Halden og på Kjeller.

Estimatusikkerhet knyttet til enhetskostnader som er benyttet i kostnadsestimatet er også vurdert. Enhetskostnaden består av enhetskostnader fra estimeringsverktøyet CERREX-D2 og et påslag i form av arbeidsvanskelighetsfaktorer (work difficulty factor), jf. Vedlegg F. Estimatusikkerheten knyttet til enhetskostnadene er vurdert til -10%/+10% for å ta hensyn til at erfaringsdataene fra CERREX-D2 kan avvike fra norske forhold.

For begge tiltaksalternativer er usikkerheten knyttet til selve avfallshåndteringen vurdert til -20 %/+30 %.

---

### Fase 3 - Konvensjonell riving og tilbakeføring av området

---

Det er lagt til grunn i kostnadsestimatet at det fysiske arbeidet i denne fasen gjennomføres av en ekstern entreprenør. Arbeider innebærer riving av bygningsstruktur, utgraving av masser og opparbeidet av området for egnet bruk. Forurenset masse i grunnen behandles iht. valgt avfallshåndteringsstrategi.

Kostnadene for denne kostnadsposten er basert på kartlagte avfallsmengder, jf. vedlegg C og enhetskostnader fra kostnadsestimeringsmodellen CERREX-D2.

Behovet for utgraving av masser i grunnen er ikke kartlagt og usikkerheten vurderes derfor som høyere enn for øvrige avfallsstrømmer. Estimatusikkerheten er vurderer til -30%/+50% i Halden og -10%/+50% på Kjeller.

Estimatusikkerheten knyttet til enhetsfaktorene som er benyttet for denne kostandsposten er vurdert til -10%/+10%, for å ta hensyn til at erfaringsdataene fra modellen som er benyttet (CERREX-D2) ikke er tilpasser norske forhold.

## Investeringer og driftsutgifter

Denne kostnadsposten inkluderer etablering av nødvendig infrastruktur, opplæring av personell, anskaffelse av utstyr for gjennomføring av demonteringsarbeid, tredjepartsinspeksjon, utvikling og forskning, kostnad til DSA etc.

### Fase 1

---

Den største enkeltinvesteringen i fase 1 er knyttet til etablering av avfallshåndteringsanlegg i henholdsvis Halden og på Kjeller (MNOK 30 per lokasjon). Vedlegg F, «Additional investment and expenses» inneholder en komplett oversikt over investeringer og driftsutgifter som er inkludert i kostnadsestimatet.

Investeringer og driftsutgifter som er inkludert og tilhørende kostnad er vurdert for hvert anlegg og er basert på innspill fra IFE personell som har lang erfaring fra anleggene. Som følge av at man fortsatt er på et tidlig stadium i planleggingsfasen er det forbundet stor usikkerhet til faktiske investeringskostnader og driftsutgifter. Den kan øke som følge av uforutsette hendelser eller feile prisforventninger, mens synergier og gjenbruk av utstyr kan bidra til at kostnadsposten reduseres. Det er lagt til grunn en usikkerhet fra -20% til -5%/+10 til 100% for de ulike kostnadspostene i denne kategorien.

Behovet for investeringer og forventede driftsutgifter i fase 1 er de samme for tiltaksalternativene ubegrenset og begrenset brukt, og estimatusikkerheten er vurdert likt for tiltaksalternativene.

### Fase 2

---

Investeringer og driftsutgifter som er inkludert i fase 2 omfatter blant annet opplæring og kunnskapsinnhenting, anskaffelse av spesialutstyr for demonteringsarbeid, tredjepartsinspeksjon, utvikling og forskning og kostnad til DSA.

Investeringer og driftsutgifter som er inkludert og tilhørende kostnad er vurdert for hvert anlegg og er basert på innspill fra IFE personell som har lang erfaring fra anleggene. Som følge av at man fortsatt er på et tidlig stadium i planleggingsfasen er det forbundet stor usikkerhet til faktiske investeringskostnader og driftsutgifter. Den kan øke som følge av uforutsette hendelser eller feile prisforventninger, mens synergier og gjenbruk av utstyr kan bidra til at kostnadsposten reduseres. Det er lagt til grunn en usikkerhet på fra -20% til -5%/+10 til 100%.

Behovet for investeringer og forventede driftsutgifter i fase 2 er de samme for tiltaksalternativene ubegrenset og begrenset brukt, og estimatusikkerheten er vurdert likt.

## Vakt og sikring

Det pågår et prosjekt knyttet til grunnsikring av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller (program Grunnsikring) som oppfyller gjeldende krav. I den forbindelse har IFE gjennomgått og gjort en oppdatert vurdering av behovet for overvåking og sikring av anleggene.

## Fase 1

---

I fase 1 er behovet for vakt og sikring vurdert å utgjøre totalt 48 årsverk, det vil si en bemanning på 24 vakter i Halden og 24 vakter på Kjeller. I tillegg kommer kostnader knyttet til opprettholdelse av elektronisk sikring IKT-kostnader på MNOK 1,5 per lokasjon. Ettersom vurderingen av ressursbehov knyttet til vakt og sikring er basert på en nylig, oppdatert vurdering anses usikkerheten som begrenset. Kostnadsposten kan imidlertid reduseres som følge av lavere lønnskostnader enn antatt eller mer effektiv drift. Høyere lønnskostnader eller strengere krav kan derimot føre til høyere kostnader. Det er lagt til grunn en usikkerhet i kostnadsestimatet på -10%/10% for begge tiltaksalternativene både i Halden og på Kjeller.

Lengden på fase 1 er satt til 5 år. De samme vurderingene som gjelder for kostnadsposten «Prosjektorganisering» gjelder for denne kostnadsposten og samme estimatusikkerhet er lagt til grunn. Estimatusikkerheten knyttet til gjennomføringstid i Halden er som følge vurdert til 0/+2 for Halden og -1/+1 år for Kjeller.

Estimatusikkerheten er vurdert likt for tiltaksalternativene ubegrenset bruk og begrenset bruk i fase 1.

## Fase 2

---

Hovedforskjellen på vakt og sikring i fase 1 og fase 2 er endring i kravene som følge av at brenselet i fase 2 er blitt fjernet fra områdene i Halden og på Kjeller.

Det er lagt til grunn at antall fulltidsansatte i henholdsvis Halden og på Kjeller kan reduseres fra 24 årsverk (totalt 48 årsverk) på hver lokasjon til 15 årsverk (totalt 30 årsverk) når brensel fjernes fra området. Det er knyttet svært stor usikkerhet til kravene til vakt og sikring som vil gjelde når brenselet er fjernet. Det er sannsynlig at de samme kravene som for fase 1 vil kunne gjelde for fase 2. Det anses ikke som sannsynlig at antall årsverk kan reduseres i noe særlig større grad enn det som er lagt til grunn, utover et lite potensial for effektivisering. Det er som følge lagt til grunn en usikkerhet på -10%/60%.

Lengden på fase 2 er satt til 11 år i Halden og 15 år på Kjeller, og er lik for begge tiltaksalternativer. De samme vurderingene som gjelder for kostnadspost «Prosjektorganisasjon» i fase 2 gjelder for denne kostnadsposten, og samme estimatusikkerhet er lagt til grunn. Estimatusikkerheten knyttet til gjennomføringstid i Halden er vurdert til -1/+4 og -2/+4 for henholdsvis ubegrenset bruk og begrenset bruk. For Kjeller er estimatusikkerheten knyttet til gjennomføringstid vurdert til -1/+2 og -2/+1 år for henholdsvis ubegrenset bruk og begrenset bruk.

## Fase 3

---

Tiltak i fase 3 gjelder kun for tiltaksalternativ ubegrenset bruk.

Vakt og sikring i denne fasen av prosjekter kommer i tillegg til krav om vakt og sikring som følger en konvensjonell rivningsentreprise. Det er stor usikkerhet knyttet til behovet for vakt og sikring i denne fasen og om det evt. er noe behov for en fysisk vakttjeneste.

Det er i grunnkalkylen lagt til grunn et behov for i overkant av ett årsverk for oppfølging av vakt og sikringstiltak, tilsvarende en årlig kostnad på MNOK 1,2. Denne kostnaden kan evt. representere kostnader ved fysisk sikring eller nødvendige tiltak.

Som følge av stor usikkerhet knyttet til hvilke krav som stilles til vakt og sikring i slutfasen av et dekommisjoneringsprosjekt er estimatusikkerheten vurdert til 0/+100%.

Lengden på fase 3 er satt til 2 år for begge lokasjoner. De samme vurderingene som gjelder for kostnadspost «Prosjektorganisasjon» i fase 3 gjelder for denne kostnadsposten, og samme estimatusikkerhet er lagt til grunn. Estimatusikkerheten knyttet til gjennomføringstid for fase 3 i Halden og Kjeller er vurdert til -1/+1 år.

## H. 3 Beskrivelse av usikkerhetsfaktorer

I dette kapittelet presenteres det hvordan usikkerhetsfaktorene er definert og vurdert. Metode for usikkerhetsanalyse er beskrevet i del H.1.

I det følgende beskrives prosjektets seks usikkerhetsfaktorer med tilhørende usikkerhetsvurderinger

| <b>U<sub>s</sub> Uspesifisert</b>  |   |                                       |  |
|--|---|---------------------------------------|--|
| Usikkerhetsfaktoren skal fange opp de elementer ved prosjektet som man vet at vil tilkomme, men som ikke er spesifisert i estimatet. Siden det ikke er spesifisert hvor mye som skal være uspesifisert (noen ganger også kjent som contingency) så er denne faktoren satt med utgangspunkt i SVVs håndbok for estimering R764 Anslag, som spesifiserer at i anleggsprosjekter så skal uspesifisert ligge på 15-20% for prosjekter som er i utrednings fasen. |   |                                       |  |
| <b>U<sub>s</sub></b>   | <b>Optimistisk (p10)</b>  | <b>Mest sannsynlig</b>                | <b>Pessimistisk (p90)</b>  |
| <b>Argumenter</b>  | Dagens kartlegging er overordnet, og det kan være at flere elementer er mindre kontaminert enn hva som er lagt til grunn i analysen | Det er ikke forventet ytterlige funn. | I verste fall er anlegget i vesentlig dårligere stand enn forutsatt i grunnkalkylen og det påløper betydelig ekstrakostnader utover de som er inkludert. |
| <b>Vurdering</b>   | 15 %  | 18 %                                  | 20 %   |

| <b>U1 Logistikk knyttet til avfallshåndtering</b>   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| <p>Dekommisjoneringsprosjekter i stor grad avfallsdrevne da det er avfall som er hovedproduktet i et slikt prosjekt. Gjennom prosjektet genereres det kontinuerlig avfall som må håndteres og sendes til et eget mottak eller deponi. Utfordringer i avfallslogistikken kan føre til at hele prosjektet blir forsinket, noe som er svært kostnadsdrivende. Valg av avfallshåndteringsstrategi og planlegging for denne er derfor sentralt. I Halden vurderes også plassbegrensninger i tilknytning til de nukleære anleggene som en ekstra utfordring. Den største usikkerheten i denne sammenheng er imidlertid knyttet til oppbevaringsløsning for radioaktivt avfall. Et egnet mottak eller deponi for lagring av radioaktivt avfall med tilstrekkelig kapasitet må etableres før den nukleære demontering kan gjennomføres.</p> <p>Risikoreduserende tiltak vil være å tidlig planlegge og detaljere avfallshåndteringslogistikken på området, herunder oppbevaringsløsning. En fullstendig karakterisering av anleggene (fysisk, kjemisk og radiologisk) vil være et viktig element i planleggingen av logistikken gjennom å gi prosjektet bedre forståelse for hvilke typer avfallsstrømmer som vil generes i løpet av prosjektgjennomføringen.</p> |  |   |   |
| <b>U1</b>   | <b>Optimistisk (p10)</b>   | <b>Mest sannsynlig</b>  | <b>Pessimistisk (p90)</b>   |
| <b>Argumenter</b>   | Håndtering av avfall blir ikke en utfordring og er ikke avgjørende for framdriften til prosjektet. Nødvendige løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall er på plass i god tid. Plassmangelen i Halden gir ingen større hinder. Dette fører til lavere logistikk-kostnader enn forventet. | Håndtering av avfall blir som forventet. Det er lagt til grunn en relativt lang periode med nukleær demontering og avfallshåndtering. Det bør derfor være mulighet for å kunne legge til rette for en jevn avfallsstrøm og få på plass løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall i tilstrekkelig tid. | Håndtering av avfall er en utfordring som påvirker framdriften av prosjektet. Nødvendige løsninger for oppbevaring av radioaktivt avfall tar tid å etablere. Trange områder, særlig i Halden, legger begrensninger på avfallshåndteringen og logistikken. Utføringene fører til at oppgaver tar lenger tid enn ventet da prosjektet må vente på at avfall kan sendes vekk fra området, før nytt avfall kan behandles. |
| <b>Vurdering</b>  | -20 %  | 0 %   | 40 %  |



## U2 Organisering og prosjektgjennomføring

Usikkerhetsfaktoren skal fange opp kostnadskonsekvensen som følge av kvaliteten på prosjektets styringssystemer, prosjektorganisasjonens stabilitet og evne til å styre prosjektet.

Dekommisjoneringen av de nukleære anleggene i Halden og på Kjeller innebære en omlegging av virksomheten. Ved en slik omstilling vil det være behov for noe ny kompetanse, mens noe av den eksisterende kompetansen vil bli overflødig og flere ansatte vil miste jobben. I en slik omstilling er det stor fare for at man også mister viktige nøkkelpersoner og at omorganiseringen i seg selv skaper støy og utfordringer i prosjektgjennomføringen. Det er også en fare for at en slik overgang fører til uklarheter omkring roller og ansvar, som føre kan påvirke framdrift og kvalitet.

På den andre siden vil en effektiv og vellykket organisering og prosjektgjennomføring kunne bidra til at deler av prosjektet gjennomfører mer effektivt enn det man forventer.

Risikoreducerende tiltak innebærer en snarlig klargjøring av prosjektorganisasjonen og ansvarfordeling, inkludert fordele roller og ansvar og sørge for at det finnes prosjektlederkompetanse i organisasjonen. Det vil være spesielt viktig for gjennomføringen at det kartlegges hva som er kritisk kompetanse og at denne sikres tilgang til så tidlig som mulig. Videre er det viktig å avklare sentrale løsninger som vil påvirke prosjektgjennomføring, herunder løsninger for oppbevaring av brukt brensel, avfallshåndteringsstrategi og løsning for oppbevaring lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall, samt kontraktsstrategi.

| U4                | Optimistisk (p10)  | Mest sannsynlig   | Pessimistisk (p90)  |
|-------------------|--|---|---|
| <b>Argumenter</b> | Prosjektet har en sterk og stabil prosjektledelse som klarer å holde på sentrale nøkkelressurser og skaffe nødvendig kompetanse. Prosjektets organisering gir en effektiv prosjektgjennomføring. | Organisering og prosjektgjennomføring er som forventet. | Prosjektet klarer ikke å lande en god organisering, bemanningen er ustabil og prosjektet mister kritisk kompetanse. |
| <b>Vurdering</b>  | -20 %  | 0 %   | 40 %  |

## U3 Teknologi

Selve dekommisjoneringsprosessen kan foregå med ulike metoder og teknologier. Faktoren fanger opp teknologiens modenhet og egnethet til dette prosjektet. Teknologi er stadig under utvikling og det er de siste årene gjennomført flere dekommisjoneringsprosjekter som det er forventet at prosjektet kan dra erfaring fra. Teknologi er vurdert utelukkende å være en oppside for prosjektet. Øvrig usikkerhet knyttet til teknologi, herunder kvalifisering av teknologier og behov for spesialutstyr, er ivaretatt i estimatusikkerheten.

| U6                | Optimistisk (p10)   | Mest sannsynlig   | Pessimistisk (p90)  |
|-------------------|---|---|---|
| <b>Argumenter</b> | Teknologiske løsninger som ikke er kjent for de som er vært involvert i utarbeidelsen av kostnadsestimatet er tilgjengelig og bidrar til å redusere kostnadene ved prosjektet | De teknologiske løsningene som er tilgjengelig og benyttes i dekommisjoneringen er som forventet. | Teknologi er vurdert som en utelukkende positiv bidragsyter og er ikke forventet å bidra til å øke kostnadene ved prosjektet. |
| <b>Vurdering</b>  | -15 %   | 0 %   | 0 %   |

#### U4 Juridisk og regulatorisk regelverk

Myndighetene har ansvar for det juridiske og regulatoriske rammeverket ved en dekommisjonering. I Norge er det ikke gjennomført et slik type prosjekt før og verken ansvarlig myndighet eller prosjektorganisasjonen har erfaring med å dekommisjonere atomanlegg. Det er som følge knyttet betydelig usikkerhet til hvordan regelverket skal tolkes og praktiseres i denne sammenheng. Det er derfor stor risiko for at nødvendige godkjenningprosesser vil trekke ut i tid og føre til forsinkelser i prosjektet eller ekstra ressurser. Videre er det per i dag uklart hvilke grenser som gjelder for friklassing av bygninger og områder. I hvilken grad man klarer å dra nytte av erfaringer fra andre land forventes å ha mye å si for hvor effektivt det er mulig å gjennomføre dekommisjoneringen. Ved å dra nytte av lærdom i andre land antas det at det vil være mulig å utarbeide en regulering som tilrettelegger for en mer effektiv dekommisjonering enn det som erfaringstallene i kostnadsestimater tar utgangspunkt i.

Faktoren tar også høyde for eventuelle regulatoriske komplikasjoner når IFEs nukleære virksomheten overføres til NND, herunder overføring av konsesjon. Et risikoreduerende tiltak vil være å opprette en god dialog og samarbeid med ansvarlig myndighet. Det er viktig at relevant erfaring fra andre land kartlegges for å kunne dra nytte av dette. Erfaring fra tidligere prosjekter har vist at en viktig faktor for å redusere risiko knyttet til krav i forbindelse med friklassing er at nivåer for bakgrunnstråling på området er evaluert og definert på forhånd slik at friklassingskriteriene som settes er realistiske.

| U8                | Optimistisk (p10)   | Mest sannsynlig   | Pessimistisk (p90)   |
|-------------------|---|---|--|
| <b>Argumenter</b> | Bygger på internasjonal erfaring. God dialog mellom prosjektet og ansvarlig myndigheter som fasiliterer en god prosess og eventuelle uklarheter i regelverket blir avklart uten å forsinke i prosjektgjennomføring. Overføringen av den nukleære virksomheten fra IFE til NND gjennomføres uten utfordringer. | Prosesen knyttet til avklaring av juridisk og regulatorisk regelverk i løpet av prosjektet blir som forventet | Uklarhet knyttet til tolkning og praktisering av regelverk som fører til forsinkelser i plan- og gjennomføringen av prosjektet. Større utfordringer knyttet til overføring av den nukleære virksomheten fra IFE til NND. |
| <b>Vurdering</b>  | 20 %  | 0 %   | 30 %   |

#### U5 Interessenter

Denne faktoren omhandler usikkerhet knyttet til interessenters påvirkning i dekommisjoneringsprosessen. Det er forventet mer interaksjon mellom regulator og interessenter/allmenheten under en dekommisjonering enn ved drift av en reaktor. Dette skyldes et regime om offentlige høringer, diskusjoner omkring hva området skal benyttes til i fremtiden og annen aktivitet på område kan gi uro for stråleskader. Det er begrenset med kunnskap om kjernekraft generelt i befolkningen og mye frykt knyttet til tema. Dekommisjoneringen vil gi større og mer synlig aktiviteter, noe som kan gi næring til denne frykten. På grunn av frykten som i utgangspunktet er knyttet til kjernekraft så vil prosjektet være spesielt sensitivt for at små hendelser får store oppslag. Sterke interessegrupper og oppslag i aviser og på sosiale medier kan føret til stopp i framdriften. Prosjektet vil sannsynligvis følges tett av det internasjonale fagmiljøet for kjernekraft og Norges omdømme kan påvirkes negativt dersom det skjer vesentlige uønskede hendelser.

| U8                | Optimistisk (p10)  | Mest sannsynlig  | Pessimistisk (p90)   |
|-------------------|--|--|--|
| <b>Argumenter</b> | Prosjektet har fokusert på god kommunikasjon med samtlige interessenter og opinionen anser tiltaksalternativet | Kostnader for proaktiv håndtering av interessenter vil påløpe prosjektet uansett | Økt håndtering av interessentklager og negativ omtale i media fører til økte kostnader for prosjektet. Det er risiko for |



|                   |  |      |     |   |
|-------------------|--|------|-----|---|
|                   | <p>ubegrenset bruk som et godt valg. Det fører til at interessenters påvirkning blir mindre enn hva som er forventet.</p> <p>For tiltaksalternativet begrenset bruk forventer man at interessenters påvirkning ikke vil være mindre enn hva erfaringstallene skulle tilsi. Særlig som følge av press og krav fra aktive interesseorganisasjoner.</p> |      |     | <p>at opinionen mener at det ikke er akseptabelt å dekommisjonere til noe annet enn ubegrenset bruk. Det forventes, som følge av mer motstand, en løsning som innebærer begrenset bruk.</p> |
| <b>Ubegrenset</b> |  | -5 % | 0 % | 5 %   |
| <b>Begrenset</b>  |  | 0 %  | 0 % | 10 %  |



## Om DNV GL

DNV GL er et internasjonalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering. Siden 1864 har vårt formål vært å sikre liv, verdier og miljøet. Vi bistår våre kunder med å forbedre deres virksomhet på en sikker og bærekraftig måte.

Vi leverer klassifisering, sertifisering, teknisk risiko- og pålitelighetsanalyse sammen med programvare, datahåndtering og uavhengig ekspertrådgivning til maritim sektor, til olje- og gass-sektoren, og til energibedrifter. Med 80,000 bedriftskunder på tvers av alle industrisektorer er vi også verdensledende innen sertifisering av ledelsessystemer.

Med høyt utdannede ansatte i 100 land, jobber vi sammen med våre kunder om å gjøre verden sikrere, smartere og grønnere.