



# Lokaliseringsstudie



Januar 2025

Forfatter: Håvard Kristiansen (havard.kristiansen@haldenkjernekraft.no)

## Om Halden Kjernekraft

I 2023 gikk Halden kommune, Østfold Energi og Norsk Kjernekraft sammen om å opprette selskapet Halden Kjernekraft AS, med formål om å utføre utredninger og kartlegginger som beslutningsunderlag for eventuell videre utvikling av et kjernekraftverk i Halden. Halden kommune eier 20 prosent av Halden Kjernekraft, mens Østfold Energi og Norsk Kjernekraft eier 40 prosent hver.

### Om Norsk Kjernekraft

Norsk Kjernekraft ble stiftet for å møte den raskt økende etterspørselen etter miljøvennlig energi. Selskapet utvikler kjernekraftprosjekter i samsvar med norsk regelverk og internasjonale standarder. Selskapet har robuste norske eiere med lang erfaring med industribygging. De ansatte har bakgrunn som spesialister innenfor ulike områder som er relevante for kjernekraftbransjen. Medlemmene av styret har på sin side lang erfaring innenfor utvikling og drift av olje og gassfelt, hvor mye erfaring kan overføres til kjernekraftindustrien.

### Om Østfold Energi

Østfold Energi produserer fornybar energi fra vann, vind, sol og varme. Det meste av produksjonen kommer fra vannkraftverk i Indre Sogn, Nordland og Østfold. Selskapet har vært med på å bygge opp sterke prosjektutviklingsmiljøer innen sol, vind og småskala vannkraft, og driver i dag med forretningsutvikling på flere områder. Målet er å produsere ren fornybar energi og skape bærekraftig utvikling i lokalsamfunnene. Østfold Energi er eid av kommunene og fylkeskommunen i Østfold.

### Om Halden kommune

Halden kommune har vært vertskap for Institutt for Energiteknikk og deres forskningsreaktor siden 1950-tallet. Kommunen er også vertskap for et av Norsk Kjernekraft sine kontorer og eier 7,67 prosent av aksjene i Østfold Energi. Halden kommune vil bidra til at Norge skal kunne nå klimamålene for 2050. Kommunen vil at regionen skal produsere mer kraft og slik styrke rammebetingelsene for det etablerte næringslivet. Det er også en betydelig motivasjonsfaktor å posisjonere seg for å skape nye industriarbeidsplasser.

## Sammendrag

Halden Kjernekraft AS eies av Norsk Kjernekraft, Østfold Energi og Halden kommune. Formålet med selskapet er å utrede mulighetene for å bygge et kjernekraftverk i Halden, og å legge til rette for en eventuell utbygging.

Denne rapporten forklarer hensikten med å utrede kjernekraft i Halden, hvilken metode som har blitt brukt for å finne en aktuell lokasjon, og hvilken lokasjon som har blitt identifisert. Dette er det første steget i det som vil bli en langvarig prosess med grundige undersøkelser og høringsrunder.

Målet for kartleggingen har vært å finne et sted hvor det kan bygges både et kjernekraftverk og lagringsanlegg for radioaktivt avfall. Denne innledende skrivebordsstudien vil følges opp av omfattende undersøkelser og utredninger for nærmere undersøkelser av den utvalgte lokasjonen. Kjernekraftverket er antatt å bestå av inntil fire små modulære reaktorer med en samlet installert effekt på 1 200 megawatt (MW) og en samlet årsproduksjon på 10 terrawattimer (TWh). Dette anses som et tak for produksjonskapasiteten, og det kan hende at størrelsen på kraftverket vil reduseres i løpet av den videre utviklingen av prosjektet.

Utformingen til lagringsanleggene for radioaktivt avfall er basert på anleggene som staten har utredet for håndtering av det eksisterende avfallet etter forskningsreaktorene i Halden og på Kjeller.

De videre undersøkelsene vil gi mer informasjon om hvorvidt den utvalgte lokasjonen er egnet for et kjernekraftverk, lagringsanlegg, begge deler eller ingen av dem.

Kartleggingen har gjennomgått en rekke kriterier knyttet til blant annet sikkerhet, beredskap, grunnforhold, flomfare, klimaendringer og naturvern, samt tilgang til kjølevann, kraftnett og infrastruktur.

Basert på denne kartleggingen, har vi valgt en lokasjon for videre utredning. Lokasjonen ligger på sørsiden av Haldenvassdragets utløp til Femsjøen, og nord for Fylkesvei 21. Lokasjonen oppfyller grunnleggende krav til sikkerhet, beredskap, grunnforhold og naturpåvirkning. Den gir tilgang på kjølevann og har en god adkomstvei. Det går en bred kraftgate igjennom området, som gir gode muligheter for tilkobling til kraftnettet. Kraftgaten utgjør dessuten et betydelig naturinngrep i området, som innebærer at en utbygging her vil medføre et mindre naturinngrep enn i uberørt natur. Arealet er i dag regulert for landbruk, natur og friluftsliv, og må derfor omreguleres dersom en utbygging skal finne sted.

Lokasjonen ligger i en tynt befolket del av Halden. Den kommende konsekvensutredningen vil se nærmere på hvilke påvirkninger et kjernekraftverk vil ha på de boligene og hyttene som finnes i nærområdet.

I neste fase av prosjektet vil vi gjennomføre et møte for beboere og grunneiere i nærområdet. Deretter vil vi gjennomføre et folkemøte som er åpent for alle. Vi er tilgjengelige for spørsmål og dialog i hele prosessen.

Det neste steget i prosessen er å utarbeide en melding med forslag til utredningsprogram, som leveres til Energidepartementet. En slik melding er det første formelle steget i prosessen for å etablere kjernekraftverk i Norge.

## Innholdsfortegnelse

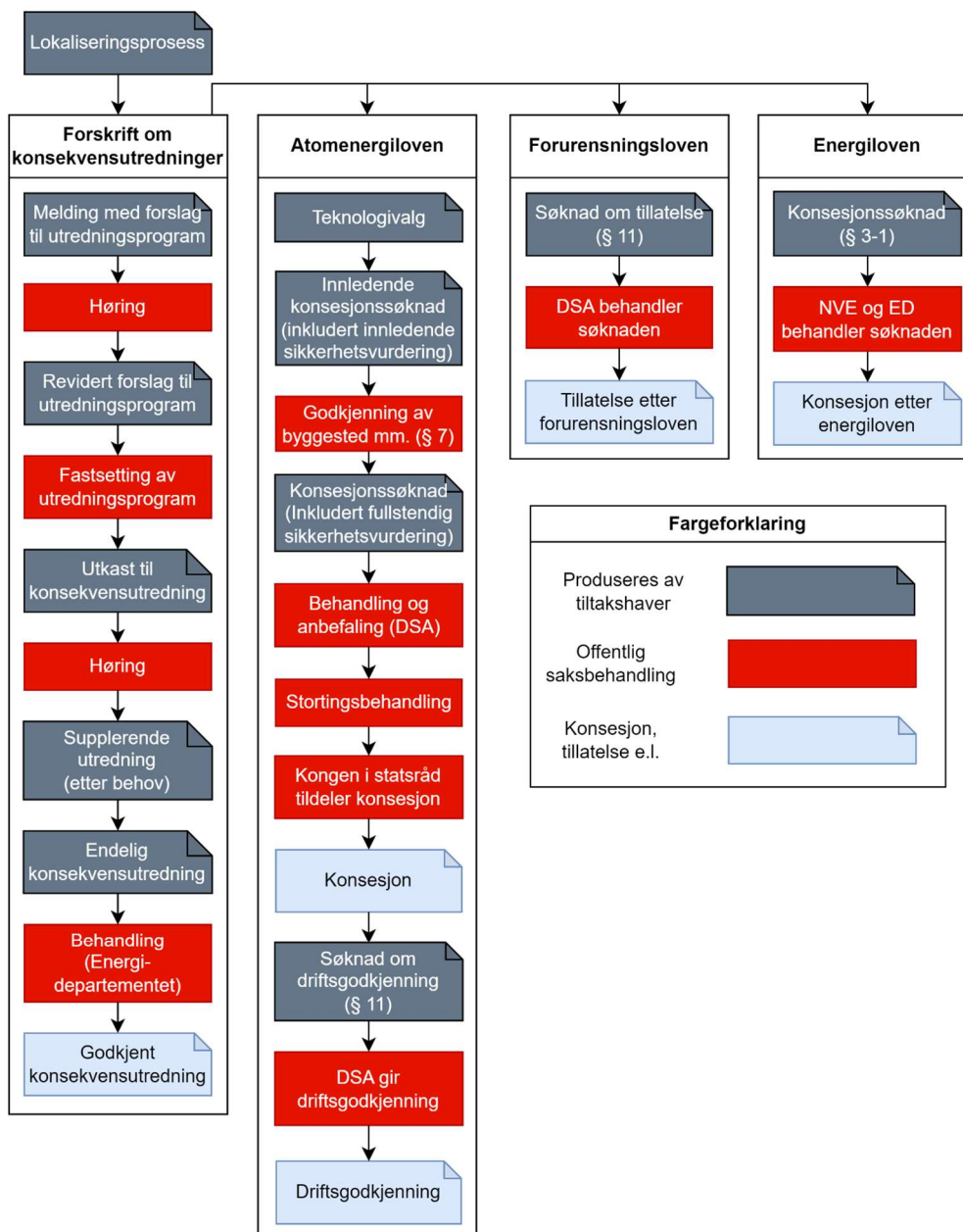
1	Innledning: Rapportens formål .....	1
2	Kraft og arbeidsplasser: Hva kjernekraft kan bety for Halden .....	2
2.1	Kraftverket kan skape flere hundre arbeidsplasser .....	2
2.2	Krafttilgang, industriutvikling, forsyningssikkerhet og lavere priser.....	2
2.3	Miljøvennlig kraftproduksjon, på naturens premisser .....	2
2.4	Kjernekraftverket kan bidra til å oppnå kommunens målsetninger .....	2
2.5	Et kjernekraftverk vil bidra til å oppfylle FNs bærekraftsmål.....	3
3	Beskrivelse av anlegget .....	4
3.1	Arealbehov .....	5
3.2	Små modulære reaktorer (SMR) .....	7
3.3	Avfallsanlegg.....	7
4	Metode .....	10
5	Kriterier for evaluering av lokasjoner.....	13
5.1	Risiko for jordskjelv .....	13
5.2	Grunnforhold.....	13
5.3	Berggrunn .....	15
5.4	Risiko for flom, havnivåstigning og stormflo .....	16
5.5	Ekstremvær .....	17
5.6	Tilgang til vann.....	17
5.7	Tilgang til tilstrekkelig areal.....	19
5.8	Topografi .....	19
5.9	Tilgang på kraftnett .....	19
5.10	Mulighet for utnyttelse av varme.....	20
5.11	Muligheter for transport .....	22
5.12	Kulturminner og kulturmiljø.....	22
5.13	Menneskeskapte risikoer .....	23
5.14	Grensekryssende virkninger .....	23
5.15	Arealplanlegging.....	23
5.16	Naturmangfold .....	25
5.17	Friluftslivsområder .....	31
5.18	Landskap.....	32
5.19	Jordvern.....	32

5.20	Fravær av mineralressurser .....	32
5.21	Forurensningsfare .....	32
5.22	Grunnvannsføremøster .....	35
5.23	Forutsetninger for etablering av en beredskapsplan .....	35
5.24	Forutsetninger for fysisk sikring av anlegget.....	40
6	Beskrivelse av valgt lokasjon .....	41
7	Beskyttelse av drikkevannskilden.....	45
8	Oppsummering og veien videre .....	47
9	Referanser .....	48

# 1 Innledning: Rapportens formål

Formålet med denne rapporten er å peke ut en lokasjon for videre utredning av et kjernekraftverk i Halden, og å begrunne dette valget. Det er nødvendig å velge en lokasjon for å komme i gang med prosessene for konsekvensutredning og deretter konsesjonssøknad.

Før et kjernekraftverk kan bygges i Norge, må det gjennomføres en omfattende demokratisk prosess. Norsk lovverk fastslår et kjernekraftverk må konsekvensutredes, og at de må ha konsesjon etter atomenergiloven og energiloven, samt tillatelse etter forurensningsloven. Dette er illustrert i Figur 1. Konsekvensutredningsforskriften gir alle rett til å komme med høringsinnspill, både før konsekvensutredningen starter og når den har blitt gjennomført. Denne rapporten beskriver steget som er merket med «Lokaliseringsprosess» i Figur 1.



Figur 1: Grensesnittet mellom lokaliseringsprosessen (denne rapporten) og prosessen som det norske lovverket fastsetter.

## 2 Kraft og arbeidsplasser: Hva kjernekraft kan bety for Halden

### 2.1 Kraftverket kan skape flere hundre arbeidsplasser

Prosjektet omfatter et kjernekraftverk med kapasitet på opptil 1200 MW og en årsproduksjon på 10 TWh (10 milliarder kilowattimer). Dersom kraftverket bygges ut med maksimal kapasitet, vil det ha omtrent 400 ansatte pluss noen titalls innleide og sikkerhetsvakter [1]. I tillegg vil det skape arbeidsplasser i form av lokale og regionale ringvirkninger, muliggjøre ny kraftkrevende industri og legge til rette for klimatiltak og effektivisering av eksisterende industri [2].

### 2.2 Krafttilgang, industriutvikling, forsyningssikkerhet og lavere priser

I 2021 brukte Oslo, Akershus og Østfold 24 TWh elektrisitet, mens produserte kun 6 TWh. Kraftunderskuddet i dette såkalte konsesjonsområdet var altså på 18 TWh, tilsvarende omtrent en million husstanders forbruk. På de kaldeste vinterdagene er forbruket i dette området mer enn ti ganger høyere enn produksjonen [3]. Statnett forventer at hele Sør-Norge vil ha et kraftunderskudd innen 2028 [4]. Dette får følgende konsekvenser for Østfold:

- Eksisterende industri som i dag bruker fossil energi, kan ikke legge om til miljøvennlig elektrisitet. Dermed forsinkes klimatiltak og industrien taper konkurransedyktighet.
- Begrensede muligheter for etablering av ny industri.
- Redusert forsyningssikkerhet
- Høye strømpriser

### 2.3 Miljøvennlig kraftproduksjon, på naturens premisser

Samtidig som det trengs mer strøm, har Norge inngått en naturvernavtale som forplikter oss til å bygge ut ny produksjon på en måte som ikke medfører større naturinngrep enn nødvendig. Kjernekraft er den energikilden som har minst naturpåvirkning av alle, og kan gjøre det mulig å produsere mye miljøvennlig kraft samtidig som naturen bevares [5].

Kjernekraft er anerkjent av EUs vitenskapspanel som en trygg og bærekraftig energikilde som forventes å spille en nøkkelrolle i overgangen til en miljøvennlig fremtid [6]. Kjernekraft kan bidra til å oppnå det nasjonale klimamålet om at Norge skal være et lavutslippssamfunn innen 2050. Som vist under, vil kjernekraft bidra direkte til å oppnå flere av FNs bærekraftsmål, samt styrke lokal verdiskaping og dermed økt bosetting i Halden og nabokommunene.

### 2.4 Kjernekraftverket kan bidra til å oppnå kommunens målsetninger

Samfunnsdelen til kommuneplanen for Halden innledes slik [7]:

*«Vi vil i de nærmeste 12 årene av planhorisonten stå overfor store klimautfordringer og økte sosiale forskjeller, samtidig som mer og mer vil bli automatisert og digitalisert med følge at mange arbeidsplasser vil forsvinne. Vi må jobbe nå med å løse og/eller finne strategier for disse problemstillingene for å stå rustet til å møte morgendagen. Klarer vi dette, kan vi fortsette med å gi gode velferdstilbud og skape gode levekår for Haldens innbyggere.»*

Kommuneplanen slår fast at omstillingen innen næringslivet og tilrettelegging for nye arbeidsplasser vil være de mest sentrale utfordringene for kommunen, og dersom kommunen ikke lykkes med dette, så vil grunnlaget for et likestilt velferdstilbud svekkes.

Kjernekraftverket vil ha opptil 400 ansatte innen flere ulike typer stillinger, som f.eks. elektrikere, prosessoperatører, ingeniører, fysikere, økonomer og renholdere, i tillegg til innleid personell og

vektene. Kjernekraftverket vil altså bidra til å oppfylle kommuneplanens målsetning om å øke sysselsetningsgraden.

Kommuneplanen påpeker behovet for å samarbeide om næringsutvikling i Nedre-Glommaregionen. Mange innbyggere i Halden jobber i nabokommunene, og omvendt. Kjernekraftverket kan tredoble kraftproduksjonen i Østfold [8], og på den måten bidra til regional utvikling i tråd med kommuneplanen.

Kommuneplanen peker på at Halden scorer høyt på attraktivitet som bosted og besøkssted, men lavt på attraktivitet som bedriftssted. Stabil tilgang til energi er en begrenset ressurs i Norge, og særlig i Østfold, og tilgang på energi vil øke Haldens attraktivitet som bedriftssted.

På side 6 i kommuneplanens samfunnsdel står det:

*«Klima og klimatilpasninger vil være en av de store oppgavene i framtiden. Halden skal ta sin andel av dette. Dette vil få konsekvenser for arealpolitikken til Halden kommune. All arealpolitikk skal baseres på bærekraft»*

Kjernekraft produseres uten utslipp av klimagasser, og er samtidig den mest arealeffektive energikilden som finnes. Som vist i denne rapporten har hensynet til bærekraft ligget til grunn for metoden som har blitt brukt for å finne en lokasjon.

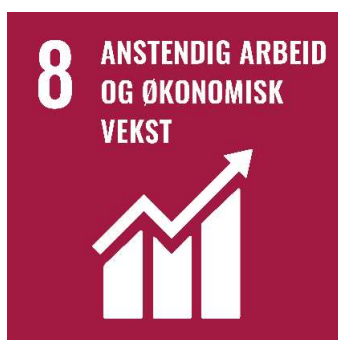
## 2.5 Et kjernekraftverk vil bidra til å oppfylle FNs bærekraftsmål

Kjernekraftverket vil gi et kraftig bidrag til klimaomstillingen og til å oppfylle FNs bærekraftsmål:



### **Bærekraftsmål nr. 7 – Sikre tilgang til pålitelig, bærekraftig og moderne energi til en overkommelig pris.**

Kjernekraft er ikke avhengig av været, og vil derfor øke påliteligheten til kraftsystemet. Dette vil bli enda viktigere etter hvert som samfunnet må tilpasse seg de mer ustabile værforholdene som følge av klimaendringene. EUs vitenskapspanel [6] og FN [5] har vist at kjernekraft er minst like bærekraftig som solenergi og vindkraft. Kjernekraft vil gi økt tilbud av energi og dermed bidra til å redusere prisene.



### **Bærekraftsmål nr. 8 – Fremme varig, inkluderende og bærekraftig økonomisk vekst, full sysselsetting og anstendig arbeid for alle**

Kjernekraftverket vil ha opptil 400 ansatte innen flere ulike typer stillinger. Dette vil være allsidige, langsiktige og godt betalte stillinger, i et arbeidsmiljø med høyt fokus på helse, miljø og sikkerhet [9, 10].





**Bærekraftsmål nr. 9: Bygge solid infrastruktur og fremme inkluderende og bærekraftig industrialisering og innovasjon**

Energiproduksjon er en viktig del av samfunnets infrastruktur. Kjernekraftverk kan produsere til enhver tid, og kan tilpasse produksjonen etter behov, slik at man får mest mulig igjen for ressursene som samfunnet har brukt på kraftnettet.



**Bærekraftsmål nr. 13: Handle umiddelbart for å bekjempe klimaendringene og konsekvensene av dem**

Kjernekraft har lavere livsløpsutslipp av klimagasser enn alle andre energikilder, og sikrer pålitelig kraftforsyning [5]. Kjernekraft vil redusere væravhengigheten til det norske kraftsystemet og dermed redusere konsekvensene som mer ekstremt og varierende vær vil ha på energisikkerheten.

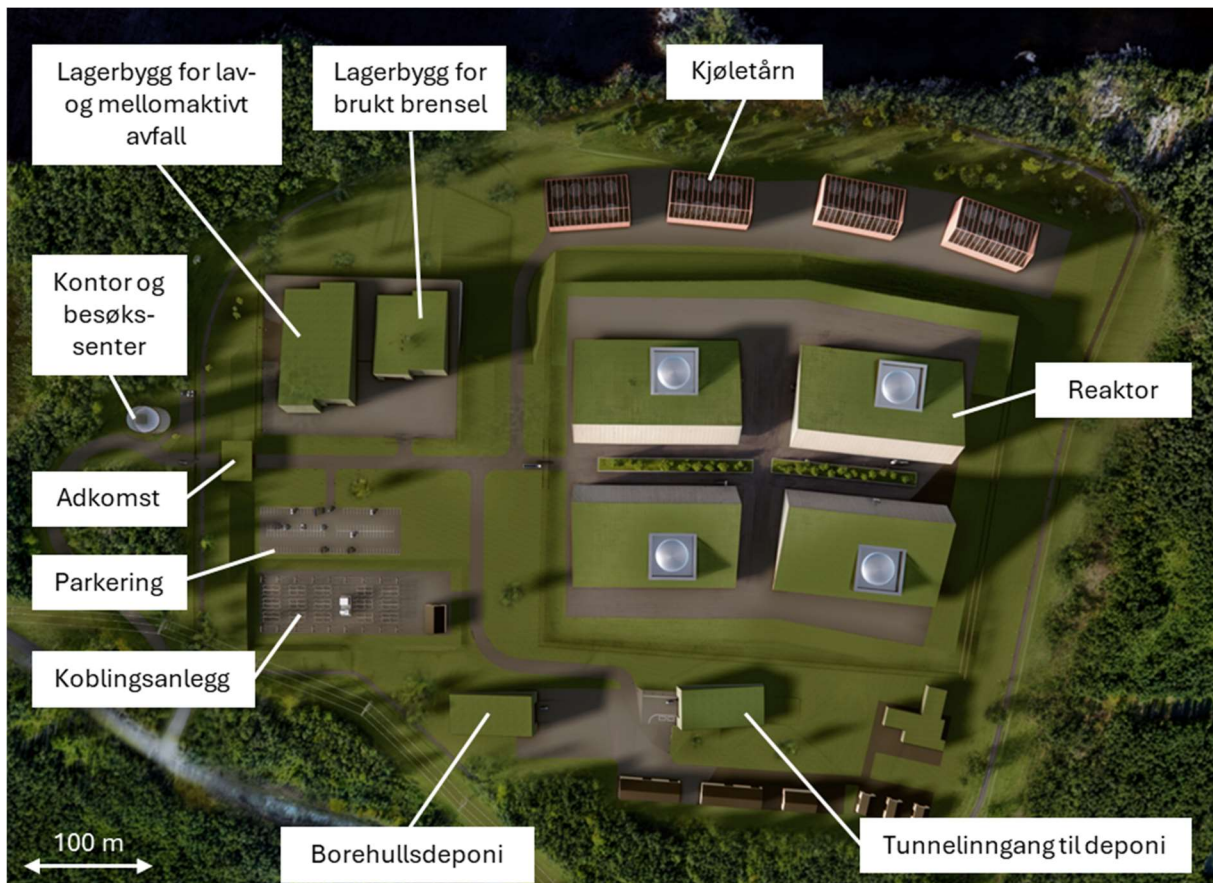


**Bærekraftsmål nr. 15: Beskytte, gjenopprette og fremme bærekraftig bruk av økosystemer**

Kjernekraftverk tar lite plass. Arealkonflikter er i dag en viktig begrensende faktor for nye utbygginger av andre utslippsfrie energikilder.

### 3 Beskrivelse av anlegget

Vi utreder mulighetene for å bygge et kjernekraftverk bestående av en eller flere små modulære reaktorer (SMR) som til sammen kan produsere opptil 10 TWh årlig, dersom anlegget bygges med maksimal kapasitet (1200 MW). I tillegg settes det av plass for å bygge et midlertidig lager og et permanent deponi for radioaktivt avfall på samme tomt som kjernekraftverket. Dersom disse anleggene bygges, vil det være trygge løsninger for både avfallet som allerede finnes i Halden og på Kjeller, som følge av IFEs forskningsreaktorer, og for avfall fra fremtidige kjernekraftverk i Halden og andre steder i Norge. Ifølge en ringvirkningsanalyse som Norsk nukleær dekommisjonering (NND) har publisert, vil et avfallsdeponi i seg selv skape flere hundre arbeidsplasser i byggefasen og noen titalls i driftsfasen [11]. Figur 2 viser anleggets ulike bestanddeler.



Figur 2: Anlegget sett i fugleperspektiv.

Hele anlegget vil være gjerdet inn. I tillegg til reaktorbygg og avfallslager, vil anlegget bestå av lave kjøletårn (se Figur 3), verksted, kontorbygg, besøks-senter og bygning for sikkerhetskontroll.

### 3.1 Arealbehov

Hvor stor plass anlegget vil ta, er avhengig av hvor mange og hvilken type reaktorer det skal bestå av, samt hvilke avfallsanlegg som eventuelt bygges. Dersom det kun bygges én reaktor med en kapasitet på 300 MW og en årsproduksjon på 2,5 TWh, så er det behov for omtrent 50 mål (50 000 m<sup>2</sup>). Dersom det bygges fire slike reaktorer og i tillegg et lager og et deponi radioaktivt avfall, så kan det bli behov for mellom 350 og 600 mål. Figur 2 viser anlegget sett fra fugleperspektiv. Slik det her er tegnet, opptar anlegget 383 mål. Arealbehovet kan bli større eller mindre enn dette, avhengig av bygningenes endelige utforming og behovet for areal mellom bygningene. Dette vil utredes nærmere i fortsettelsen av prosjektet.



*Figur 3: To reaktorbygninger (venstre) og et kjøletårn (høyre) sett fra øst mot vest, utenfor det ytre gjerdet.*



*Figur 4: Kraftverket sett fra vest mot øst ved innkjøringen. Bygget i front er for administrasjon og besøksenter.*



*Figur 5: Illustrasjon av to reaktorbygninger.*

### 3.2 Små modulære reaktorer (SMR)

En SMR er et moderne kjernekraftverk som består av flere deler som produseres i en fabrikk og settes sammen på byggeplassen. En SMR består bl.a. av en reaktorbygning, som huser reaktoren, hvor en kontrollert kjedereaksjon finner sted og produserer varme. Reaktoren er omgitt av tykke betongvegger som er designet for å hindre utslipp av radioaktive stoffer og å beskytte reaktoren mot ytre påvirkninger. Flere SMR-design er i tillegg plassert helt eller delvis under bakkenivå. I tilknytning til reaktoren ligger turbinhallen, som inneholder turbiner og generatorer som omdanner varmen som produseres i reaktoren til mekanisk energi og deretter til elektrisk energi.

SMR er designet for å være kompakte, skalerbare og kostnadseffektive. Et kjennetegn ved SMR er at mange av komponentene som kraftverket består av kan serieproduseres på fabrikker og deretter monteres der kraftverket skal stå. Dette bidrar til reduserte kostnader og betydelig redusert byggetid. For enkelte SMR-teknologier stipuleres en byggetid på ned mot to år, men det er naturlig at det vil ta noe lengre tid for de første anleggene.

En SMR er mindre enn konvensjonelle kjernekraftverk og produserer som regel inntil 300 MW (megawatt) elektrisk effekt. De variantene som produserer under 10 MW elektrisk effekt benevnes mikroreaktorer. Til sammenligning produserer konvensjonelle kjernekraftverk vanligvis 1 000 MW eller mer.

SMR opererer ved å konvertere varme til elektrisitet. Hovedforskjellen mellom en SMR og et fossilt varmekraftverk (for eksempel et gasskraftverk) ligger i varmeproduksjonsmetoden. En SMR produserer varme fra kontrollerte atomkjernereaksjoner, ikke forbrenning. Til forskjell fra et fossilt varmekraftverk produseres det derfor ikke klimagasser.

Mange land satser tungt på utbygging av SMR. Dette inkluderer Sverige, Finland, USA, Canada, Storbritannia og mange flere. De første SMR-ene er planlagt i Canada og USA, med driftsstart omkring 2029-2030. I Norge kan de første SMR-ene være i drift om 10-15 år, dersom regjeringen og Stortinget legger til rette for det. Dette estimatet er basert på internasjonale erfaringer for hvor lang tid det tar å etablere det første kjernekraftverket i et land som ikke har kjernekraft fra før. Det meste av tiden vil gå med til offentlige beslutningsprosesser, konsekvensutredninger, konsesjonsbehandling og tilhørende offentlige høringsrunder. Fremdriften i et eventuelt utbyggingsprosjekt er først og fremst avhengig av hvor lang tid disse prosessene tar.

### 3.3 Avfallsanlegg

Det er satt av plass til anleggene som trengs for å håndtere avfallet på en trygg måte, i tråd med internasjonal praksis og norsk lovverk. Planen er å bruke de samme avfallsløsningene som staten har planlagt å bruke for avfallet som i dag er oppbevart ved IFEs reaktorer i Tistedalsgata og på Kjeller. De eksisterende lagrene til IFE har vært i drift i mange år, og må før eller siden erstattes. Anleggene som det har blitt satt av plass til i dette prosjektet, kan muliggjøre trygg og langsiktig oppbevaring av også dette avfallet.

Lageret på bakkeplan vil bestå av et eller flere lagerbygg. I lagerbyggene vil avfallet oppbevares i egnede beholdere. Figur 7 viser beholdere for brukt reaktorbrensel, og er fra et slik lager i Sveits. Slik vil det se ut på innsiden av bygget som er merket med «Lagerbygg for brukt brensel» i oversiktsbildet (Figur 2). Det underjordiske deponikonseptet består av flere fjellhaller. I tillegg kan det være et alternativ å bruke teknologi fra olje- og gassbransjen til å bore et hull dypt ned i jordskorpen, for så å senke noe av avfallet ned dit. Figur 8 og Figur 9 viser hvordan det underjordiske deponiet kan se ut. Figur 10 viser hvordan borehullsdeponiet kan se ut.



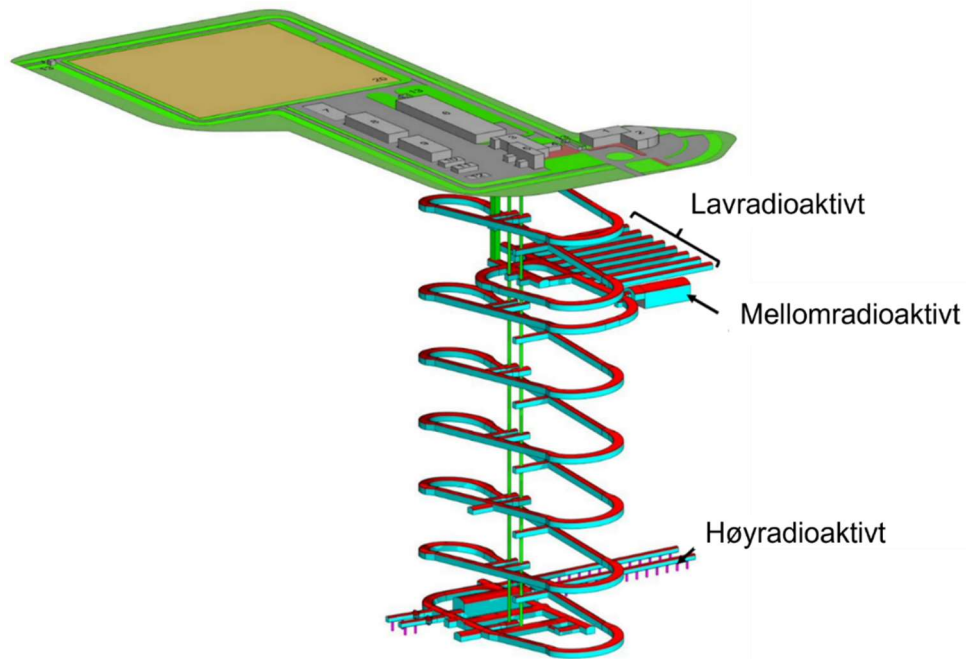
Figur 6: Innkjøring til det underjordiske deponiet for radioaktivt avfall.

I et eventuelt underjordisk deponi, vil noe av avfallet plasseres i fjellhaller som er noen titalls meter under bakken, mens andre typer avfall vil plasseres i fjellhaller som er omtrent 500 meter under bakken eller i borehull som er enda dypere. Anlegget kan også inkludere et lager på bakkenivå hvor avfall kan oppbevares frem til det plasseres under bakken. Dette er illustrert i Figur 8. Før det endelig besluttes om et underjordisk avfallsdeponi skal inngå som en del av dette prosjektet vil det blant annet gjøres grundige geologiske undersøkelser.

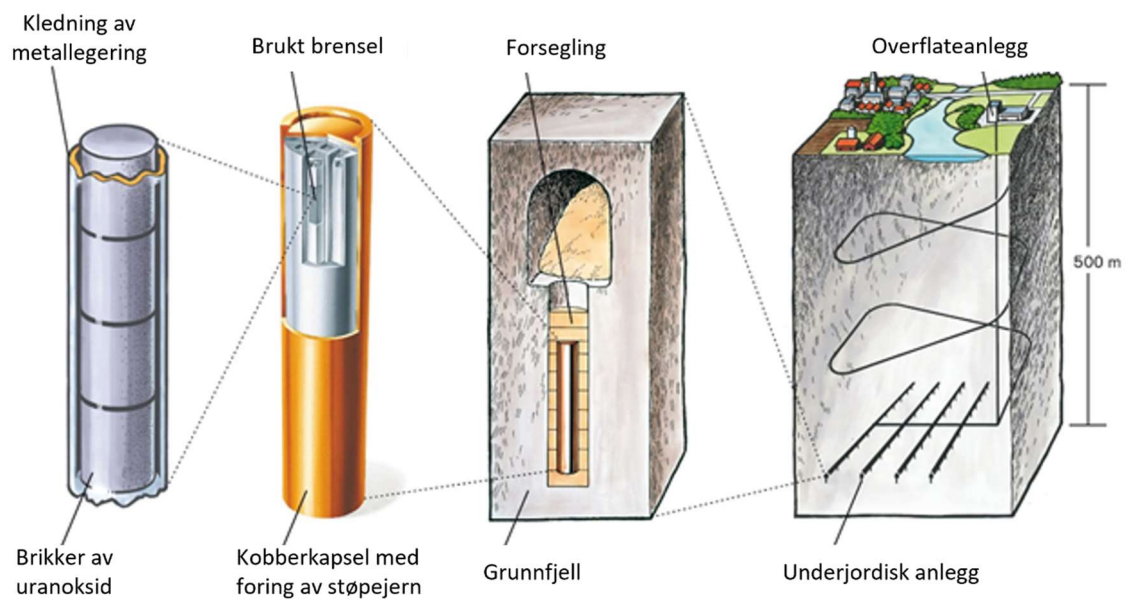
Det finnes gjenvinningsteknologier for radioaktivt avfall i dag, og det utvikles ny teknologi som kan bli tilgjengelig i løpet av kraftverkets levetid på opp mot 100 år. Fordeler og ulemper ved gjenvinning av avfallet vil utredes nærmere.



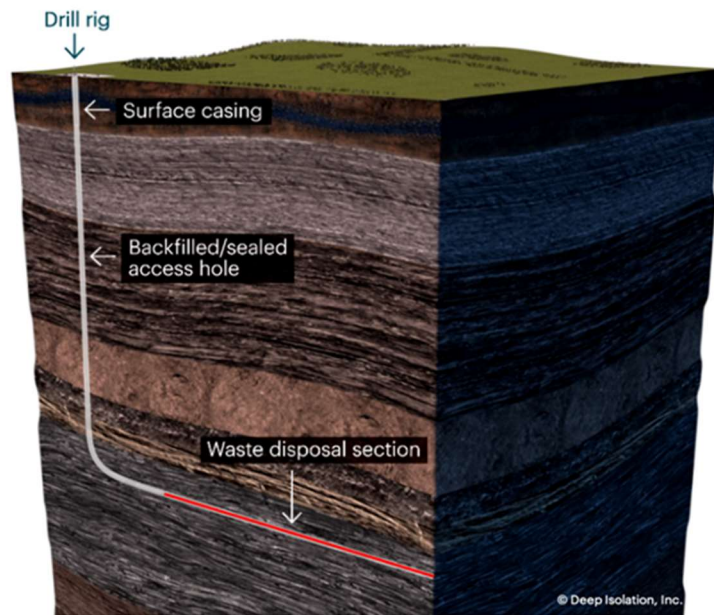
Figur 7: Lagerbygg for brukt reaktorbrensel. Kilde: Zwiilag Zwischenlager Würenlingen AG.



Figur 8: Skissert underjordisk deponi. Kilde: Norsk nukleær dekommisjonering (NND)



Figur 9: Permanent deponi for brukt brensel. Kilde: Svensk Kärnbränslehantering AB, tegnet av Jan M. Rojmar.



Figur 10: Borehullsdeponi. Kilde: Deep Isolation.

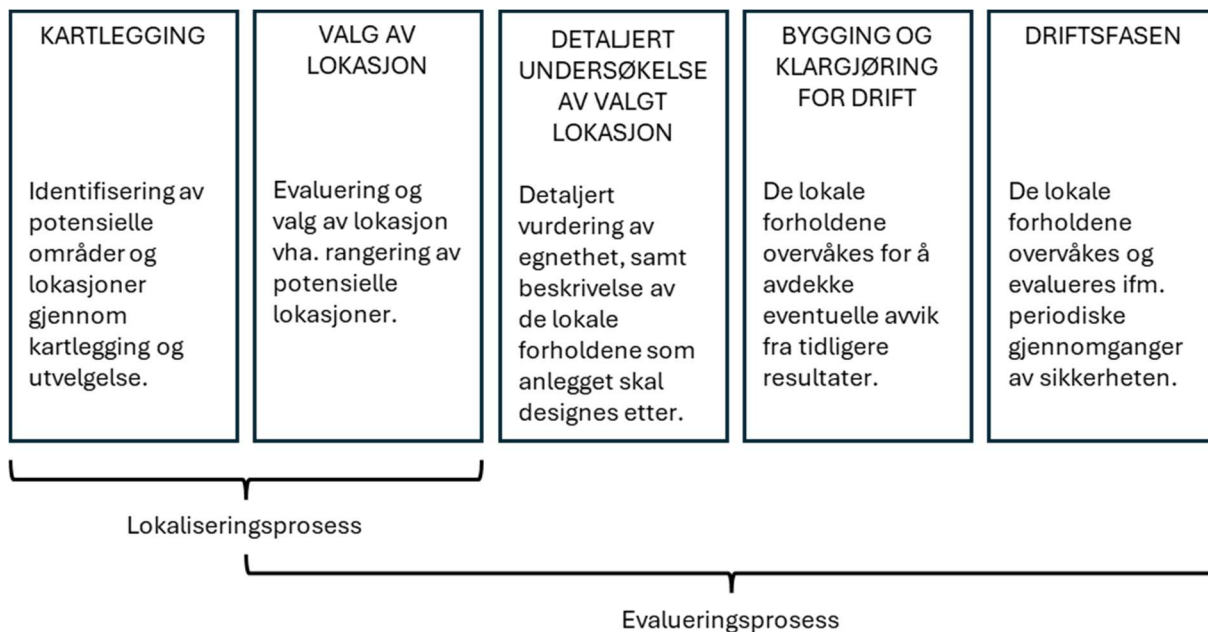
## 4 Metode

For å få konsesjon etter atomenergilooven, må en tiltakshaver vise samsvar med sikkerhetsstandarder fra Det internasjonale atomenergibyrået (IAEA). Prosessen og kriteriene som legges til grunn i denne rapporten er basert den norske konsekvensutredningsforskriften og IAEA-retningslinjen «Specific Safety Guide No. SSG-35 Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations».

En lokasjon er egnet for et kjernekraftverk og avfallslagre dersom sikkerheten og funksjonsevnen til anlegget kan ivaretas vha. tilgjengelige tekniske og organisatoriske midler, og dersom det er demokratisk støtte for plasseringen. IAEA skriver i SSG-35, avsnitt 3.5, at valget av lokasjon kan tas av myndighetene eller tiltakshaveren, med innspill fra andre interessenter.

Kapittel 5 lister opp faktorene som er relevante for å vurdere om en lokasjon er egnet, hvilken informasjon som er tilgjengelig for hver av disse faktorene, og hvordan den informasjonen har blitt benyttet til å identifisere og vurdere potensielle lokasjoner i Halden. I kapittel 6 gjennomgås kriteriene for den utvalgte lokasjonen.

Figur 11 viser stegene i den tekniske prosessen for identifisering, valg, og undersøkelse av en lokasjon for et kjernekraftverk. Parallelt med denne prosessen, vil det gjennomføres konsekvensutredninger og konsesjonsbehandling, hvor alle som er interessert i prosjektet får anledning til å delta i høringsrunder og medvirke til en demokratisk prosess for prosjektet (Se Figur 1).



Figur 11: Prosess for identifisering, valg, undersøkelse og overvåking av en lokasjon for et kjernekraftverk. Tilpasset og oversatt fra Figur 1 i IAEA SSG-35 Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations [12].

Lokaldemokratisk støtte er essensiell for all kraftutbygging. Dette er en viktig erfaring fra vindkraftdebatten det siste tiåret. Da NVE lanserte «Nasjonal plan for vindkraft på land» i 2019, endte det med omfattende protester fra flere titalls kommuner, med det resultat at all konsesjonsbehandling av vindkraft ble stanset i tre år. En lignende erfaring kan man trekke fra Norges arbeid med å innføre kjernekraft på 1970-tallet. Da ga regjeringen NVE i oppdrag å finne egnede lokasjoner for kraftverk, på landsbasis. Denne sentralstyrte, ovenfra-og-ned-prosessen skapte protester i lokalsamfunnene som ble utpekt som best egnet, slik «Nasjonal plan for vindkraft» gjorde. En sentralstyrt nasjonal lokaliseringprosess som forsøker å finne de beste stedene for kjernekraftverk i landet vil derfor ha lavere sannsynlighet for å lykkes enn en prosess som tar utgangspunkt i kommuner hvor det er lokalpolitisk støtte for kjernekraft. En mellomting kan være å ta utgangspunkt i en region (et eller flere fylker), dersom det er tilstrekkelig bred politisk oppslutning om det i regionen, men også på dette nivået må man være oppmerksom på risikoen for motsetninger mellom lokale og regionale interesser.

Lokal forankring er viktig fordi all kraftutbygging har fordeler og ulemper, men ulempene er stort sett lokale, mens flere av fordelene er nasjonale og internasjonale. Naturinngrepene har historisk sett vært den mest kontroversielle ulempen ved utbygging av vannkraft, vindkraft og kraftnett i Norge. Også kjernekraftverk vil i de fleste tilfeller medføre noen naturinngrep, til tross for at de produserer ekstremt mye energi på svært liten plass.

Det er først og fremst lokalbefolkningen som påvirkes av ulempene ved enhver type kraftutbygging, mens den produserte kraften gjerne kommer hele landet til gode. Denne skjevfordelingen av fordeler og ulemper betyr at lokal støtte er avgjørende for å lykkes med kraftutbygging.

I denne rapporten har det aktuelle studieområdet vært arealet innenfor kommunegrensene til Halden. I Halden er det lokalpolitisk støtte for å vurdere etablering av et kjernekraftverk. Dette ble tydeliggjort da Halden kommune vedtok å være med på å opprette Halden Kjernekraft, med dette formålet. Derfor har denne studien vært avgrenset til Halden.

Det er flere steder i Halden hvor det er mulig å bygge kjernekraftverk. I denne rapporten presenterer vi kun det alternativet som vi mener er best egnet, totalt sett. Det betyr ikke at denne lokasjonen er uten ulemper eller at det er den eneste lokasjonen som er egnet. Enhver lokasjon vil ha fordeler og



ulempes. Vi har vurdert om vi burde legge frem flere alternative lokasjoner, men velger å ikke gjøre det, fordi at det å peke ut flere alternative lokasjoner kan skape en mer krevende prosess for lokalsamfunnet enn hva som er hensiktsmessig. Likevel er en målsetning for denne rapporten å presentere informasjon som kan være nyttig ved en vurdering av alternative lokasjoner i Halden.

Tabell 1 viser temaer som IAEA anbefaler at ivaretas ifm. identifisering og vurdering av potensielle lokasjoner for kjernekraftverk. I tillegg angir konsekvensutredningsforskriften § 21 flere faktorer som skal vurderes i en konsekvensutredning. Disse er vist i Tabell 2.

Tabell 1: Temaer som IAEA [12] anbefaler at vurderes ifm. vurdering av lokasjoner.

Tema	Relevant kapittel
Risiko for jordskjelv	5.1
Grunnforhold	5.2
Vulkansk aktivitet	Ikke relevant på fastlandet i Norge
Flomrisiko	5.4
Menneskeskapt risikoer	5.13
Forutsetningene for å ivareta fysisk sikring av anlegget	5.23
Risiko for forurensning	5.21
Muligheten for å utarbeide en beredskapsplan	5.23
Topografi	5.8
Tilgang på kjølevann og vann for annen bruk	5.6
Muligheter for transport	5.10
Tilgang på kraftnett	5.8
Miljøpåvirkning	5.21
Samfunnsøkonomiske virkninger <sup>1</sup>	2 og 5

Tabell 2: Temaer fra konsekvensutredningsutredningsforskriften § 21 som er relevante for vurdering av lokasjoner.

Tema	Relevant kapittel
Naturmangfold	5.16
Økosystemtjenester	5.16
Nasjonalt og internasjonalt fastsatte miljømål	5.21.3
Kulturminner og kulturmiljø	5.12
Friluftsliv	5.17
Landskap	5.18
Forurensning (utslipp til luft, herunder klimagassutslipp, forurensning av vann og grunn, samt støy)	5.21
Vannmiljø	5.6
Jordressurser (jordvern) og viktige mineralressurser	5.18 og 5.20
Transportbehov, energiforbruk og energiløsninger	5.10 og 5.11
Beredskap og ulykkesrisiko	5.23
Virkninger som følge av klimaendringer	5.2, 5.4 og 5.5

Kjernekraftverk produserer store mengder varme i tillegg til strøm. Å utnytte denne varmen i industri og fjernvarme kan være et viktig bidrag til å frigjøre elektrisitet for andre formål enn oppvarming, og det kan være et viktig tilskudd til kjernekraftverkets lønnsomhet. Derfor er det en fordel om

<sup>1</sup> Samfunnsøkonomiske virkninger omfatter arbeidsplasser og kraftproduksjon (se kapittel 2) og påvirkes indirekte gjennom de andre faktorene som er beskrevet i denne rapporten.

kjernekraftverket plasseres på et sted hvor varmen kan utnyttes i ny eller eksisterende industri, og til fjernvarme. Dette er beskrevet i kapittel 5.10.

## 5 Kriterier for evaluering av lokasjoner

Dette kapittelet beskriver relevante faktorer som har blitt vurdert ved kartleggingen av Halden.

### 5.1 Risiko for jordskjelv

Norge geologiske undersøkelse (NGU), har gjennomført et skrivebordsstudie hvor de sammenstilte nasjonale oversiktskart som er relevante for valg av lokasjon for et deponi for Norges eksisterende radioaktive avfall. De hadde særlig fokus på området omkring Halden, og så bl.a. på risiko for jordskjelv. Det følgende er i stor grad basert på NGUs rapport [13].

I internasjonal målestokk, har Norge liten til middels jordskjelvaktivitet. De fleste jordskjelv i Norge finner sted langs kysten av Vestlandet og Nordland. Sør-Øst-Norge har middels seismisitet. Det nest største kjente skjelvet som har skjedd i Norge, fant sted i havet utenfor Halden i 1904. Det hadde en beregnet styrke på 5,4 på Richters skala, og førte bl.a. til at Idd kirke ble skadet. Jordskjelvfaren i Halden er likevel langt under det som kjernekraftverk bygges for å tåle.

IAEAs retningslinjer fastslår at anlegget må konstrueres for å tåle de sterkeste jordskjelvene som kan skje på den aktuelle lokasjonen med mellom 1 000 og 100 000 års mellomrom, og at ethvert atomanlegg må tåle en horisontal akselerasjon på minst  $0,98 \text{ m/s}^2$  (0,1 g), jf. avsnitt 3.26 i «Specific Safety Guide No. SSG-67 Seismic Design for Nuclear Installations» [14].

NGUs rapport forklarer at for Halden-området er maksimal horisontal akselerasjon beregnet til å ligge mellom  $0,4$  og  $0,6 \text{ m/s}^2$ . Den høyeste akselerasjonen i landet er beregnet på kysten av Sogn og Fjordane, med ca.  $1 \text{ m/s}^2$ . Alle de aktuelle reaktordesignene er laget for å tåle en horisontal akselerasjon på  $2,9 \text{ m/s}^2$  eller mer, altså fem ganger så høyt som den maksimale akselerasjonen i Halden-området.

Alle moderne kjernekraftverk blir altså designet for å tåle de rystelsene som kan forventes som følge av et jordskjelv i Norge. Det er likevel viktig å velge en lokasjon som ligger i tilstrekkelig avstand fra aktive forkastninger, altså steder hvor det finnes spor etter seismisk aktivitet som har forårsaket betydelig bevegelse i grunnen, og hvor ytterligere bevegelse kan finne sted i løpet av anleggets levetid [15].

Den informasjonen som foreligger i dag, tyder på at jordskjelvriskoen er akseptabel i Halden, og at det ikke later til å være generelle forskjeller mellom ulike deler av Halden når det gjelder jordskjelvrisiko. Den tilgjengelige informasjonen om jordskjelvrisiko kan altså ikke benyttes til å identifisere eller rangere mulige lokasjoner i Halden.

Jordskjelvriskoen vil bli vurdert nærmere i det videre utredningsarbeidet.

### 5.2 Grunnforhold

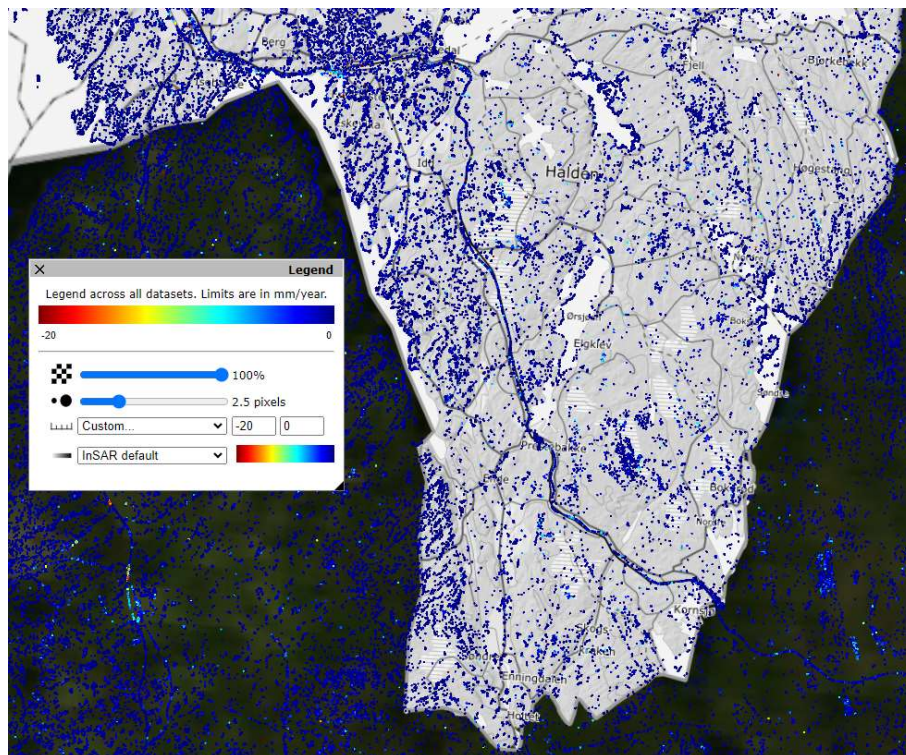
IAEA SSG-35 påpeker at kraftverket må bygges på stabil grunn, og at man ved valg av lokasjon må være oppmerksom på:

- Ustabile skråninger (ras og skredfare)
- Innsynkninger og karstdannelse
- Kvikkleireskred

NGUs kart over ustabile fjellpartier inneholder ingen registreringer fra Halden.

### 5.2.1 Innsynking og ustabile fjellpartier

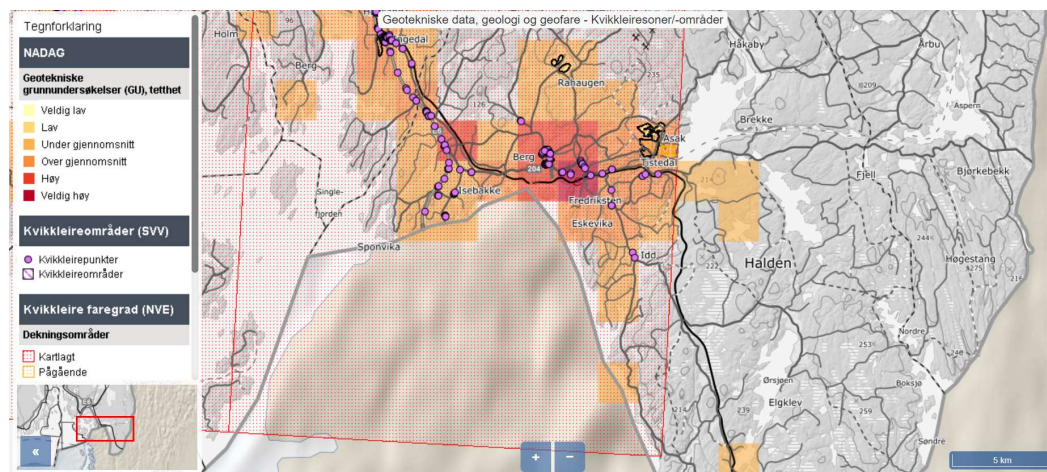
Karttjenesten «Kart over innsynking og ustabile fjellpartier – InSAR Norge» fra NGU viser landsdekkende radarmålinger av bakkebevegelser, målt fra satellitt. Metoden måler bevegelser med millimeterpresisjon [16]. Et kartutsnitt fra Halden er vist i Figur 12. Det er viktig å påpeke at metoden er svært følsom for små endringer i landskapet og at en observasjon (en blå flekk i kartet) derfor ikke betyr at grunnen er ustabil. Verktøyet kan derimot brukes til å vurdere stabiliteten innenfor mer lokalt avgrensede områder.



Figur 12: Observerte vertikale bevegelser av bakkenivå i Halden. Kilde: NGU [16]

### 5.2.2 Kvikkleire

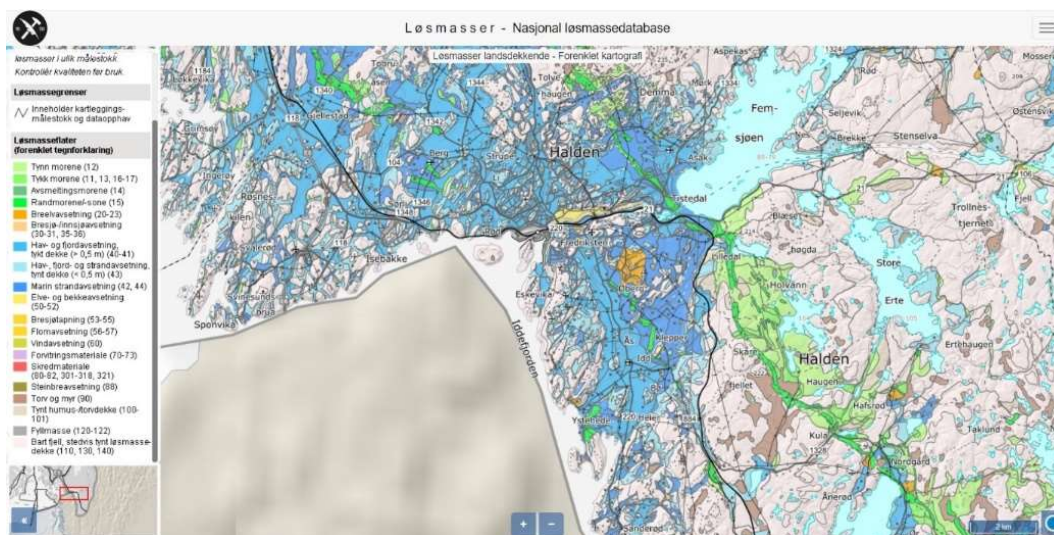
Nasjonal database for kvikkleire viser hvor det er registrert kvikkleire og hvor det er registrert fare for kvikkleire. Figur 13 er et utsnitt fra databasen, som viser at det forekommer kvikkleire i Halden. Kvikkleire er derfor en relevant faktor å ta hensyn til i Halden.



Figur 13: Utsnitt fra Nasjonal database for grunnundersøkelse, som viser registrerte forekomster av kvikkleire og områder hvor det er registrert fare for kvikkleire.

### 5.2.3 Løsmasser

NGUs kart over løsmasser kan benyttes til å finne områder med bart fjell, hvilket eliminerer risikoen for kvikkleire, og innsynkning. Ras og skredfare reduseres også i områder med fast, bart fjell. Områder med bart fjell er vist i lys rosa i Figur 14.

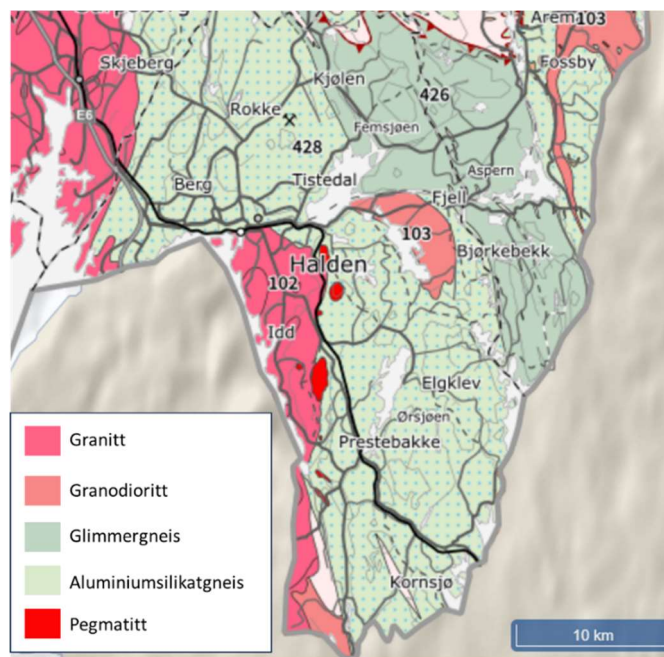


Figur 14: Løsmassekart fra NGU. Bart fjell er vist i lys rosa.

### 5.3 Berggrunn

Det er en fordel om kraftverket bygges på et sted som også er egnet for et deponi for radioaktivt avfall. Figur 15 er et utsnitt fra NGUs kart over berggrunn [17], og viser at berggrunnen i Halden består for det meste av gneis, granitt og granodioritt. Alle disse bergartene er krystallinske, harde bergarter som kan være egnet for kjernekraftverk og avfallsanlegg [18].

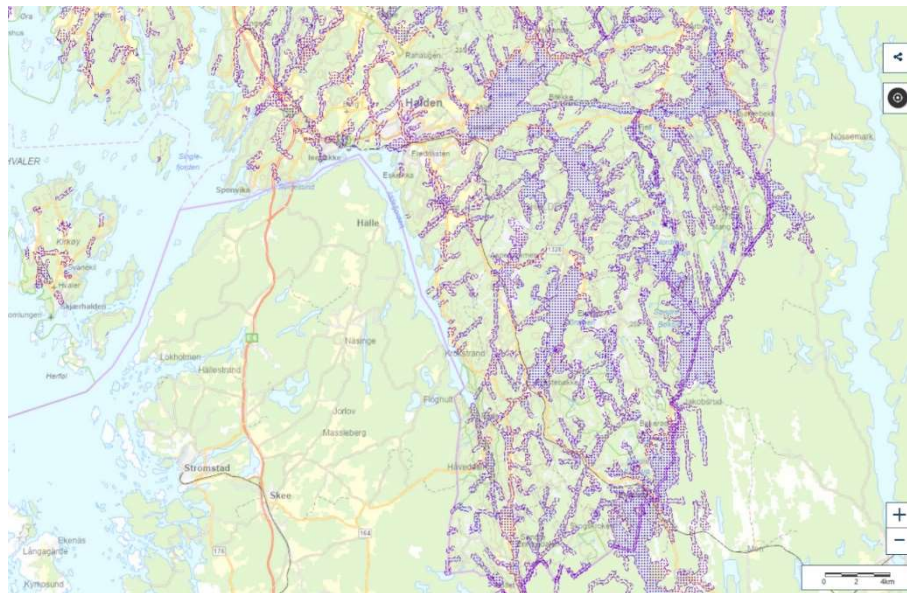
Karstdannelse en av faktorene som IAEA anbefaler tas hensyn til ved evaluering av lokasjoner. Karst er landformer som dannes ved kjemisk oppløsning av bergarten. Granitt, granodioritt og gneis er ikke eksponert for karstdannelse.



Figur 15: Berggrunn i Halden. Fra NGU [17].

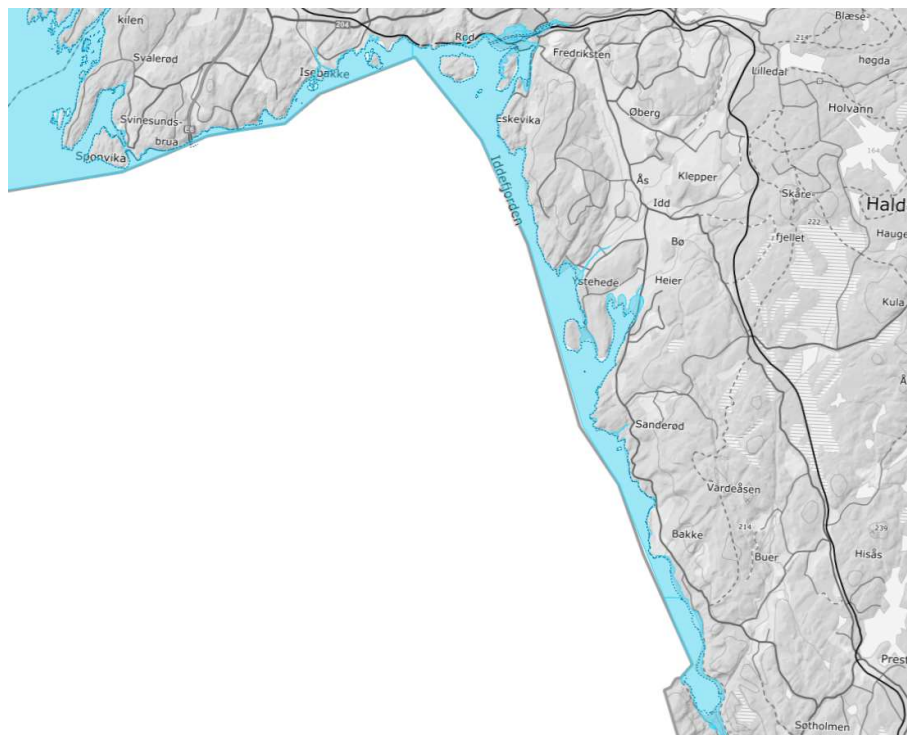
## 5.4 Risiko for flom, havnivåstigning og stormflo

Figur 16 viser aktsomhetssoner for flom, dvs. områder som kan være utsatt for flomfare. Arealer som ligger innenfor aktsomhetsområder for flom har ikke blitt automatisk utelukket fra videre vurdering, fordi man kan tilpasse anleggets utforming slik at flomfaren unngås. Flomfare og tilpasningsmuligheter må vurderes for hver enkelt lokasjon, men kartet gir en nyttig indikasjon på behovet for aktsomhet.



Figur 16: Aktsomhetssoner for flom. Kilde: Miljøstatus [19].

Kartverkets nettside «Se havnivå i kart» har blitt brukt til å identifisere områder i Halden hvor det vil være risiko for stormflo i år 2090, gitt forventede havnivåstigninger innen den tid. Figur 17 viser resultatet. Utbygging i områder som risikerer oversvømmelse ved stormflo vil kreve risikoreduserende tiltak som kan være fordyrende og øke usikkerheten i prosjektet.



Figur 17: Havnivå ved stormflo, gitt forventet havnivå i år 2090. Kilde: Kartverket [20]

## 5.5 Ekstremvær

IAEA SSG-35 anbefaler at ekstreme værphenomener som sterk vind, tornadoer, tropiske stormer, kraftig nedbør og sand- og støvstormer vurderes som en del av lokaliseringsprosessen. Av disse, er det sterk vind og kraftig nedbør (styrtregn og kraftig snøfall) som er relevant i Norge. Hurtige værromslag, f.eks. fra sterk kulde til mildvær, kan også være viktige å ta hensyn til ved utforming av anlegget. Vår vurdering er at det ikke er noen områder i Halden som skiller seg ut mtp. ekstremvær, og at Halden ikke er noe mer utsatt for ekstremvær enn andre deler av landet, snarere motsatt. Ekstremvær er derfor ikke en nyttig variabel for valg av lokasjon i Halden, men det er en viktig faktor å ta hensyn til ved utforming av anlegget og må tas hensyn til i konsekvensutredning og konsesjonssøknad. For eksempel må det etableres tilstrekkelig med dreneringssystemer for styrtregn, som er forventet å bli et økende problem med fremtidige klimaendringer. Når det gjelder kraftig snøfall, så må byggene ha tilstrekkelig bæreevne til å tåle snødekke på tak, og anlegget må utformes på en måte som legger til rette for snørydding. Tilsvarende, må anlegget bygges for å tåle kraftig vind, ising og tele. Dette er imidlertid standard for kjernekraftverk. Anleggets kjølevannssystemer må utformes med tanke på de lokale temperaturene, sommer som vinter, og hvordan disse vil endre seg som følge av klimaendringene.

## 5.6 Tilgang til vann

Kjernekraftverk produserer overskuddsvarme som må avgis til omgivelsene. Noe av overskuddsvarmen kan også benyttes til fjernvarme eller nærliggende industri. De vanligste måtene å håndtere overskuddsvarme på er:

- **Å avgi restvarme til sjø, innsjø eller elv:** Vann tas inn fra en vannkilde, varmes opp i en varmeveksler og slippes ut igjen 4-15 grader varmere enn det var. Denne metoden krever tilgang på store mengder vann, omkring 32-77 m<sup>3</sup>/s for et kjernekraftverk med 1200 MW kapasitet, avhengig av tillatt temperaturøkning [21]. Fordelene med denne metoden er at den er kostnadseffektiv, krever lite areal og at det ikke forbrukes vann (mengden oppvarmet vann som slippes ut er omtrent like stor som mengden vann som tas inn fra sjøen, elven eller innsjøen). Ulempene er at fisk og andre sjødyr kan suges inn i vanninntaket, og at utslipp av varmt vann kan endre miljøet i vannkilden. Det finnes eksempler på at kraftverk ved elver og innsjøer har måttet stanse eller redusere produksjonen for at temperaturen i vannkilden ikke skal bli for høy om sommeren.
- **Kjøletårn:** Restvarme avgis ved å fordampe vann og varme opp luft. Det finnes flere typer kjøletårn, men i Norge er det mest aktuelt å benytte lave, mekanisk drevne kjøletårn, av den typen som er vist i Figur 18. Kjøletårn reduserer behovet for vanntilførsel med 95 prosent eller mer, slik at et kjernekraftverk på omkring 1200 MW vil trenge tilførsel av 1-1,5 m<sup>3</sup>/s. Dette er likevel et betydelig vannbehov, som må tas hensyn til ved vurdering av aktuelle lokasjoner. Det relativt lave vannforbruket og tilhørende redusert påvirkning på livet i vannkilden er en fordel ved kjøletårn. Ulempene med kjøletårn er bl.a. økte kostnader sammenlignet med å avgi varmtvann til vannkilden, større arealbehov, oppkonsentrering av partikler som er oppløst i vannet og forbruk av vann på grunn av fordampning.
- **Vannbasseng:** Denne løsningen går ut på at oppvarmet kjølevann pumpes gjennom et utendørsbasseng hvor, i likhet med kjøletårn, varme avgis til omgivelsene gjennom fordampning. Varmeutvekslingen kan økes ved å spraye vannet ut i dyser over bassenget, som vist i Figur 19. Et kjølebasseng har lavere kostnader enn et kjøletårn og bygger ikke i høyden, men krever 25-50 ganger mer areal for å avgi den samme mengden varme som et kjøletårn [22].

Å avgi restvarme til sjø, innsjø eller elv er kun mulig dersom man ligger ved en stor nok vannkilde. Selv ved plassering ved kysten kan det være hensiktsmessig å bruke kjøletårn eller vannbassenger for å redusere mengden vann som tas inn og hvor mye det varmes opp.

Hvilken kjølemetode som vil velges, må utredes nærmere, men det vil sannsynligvis bli benyttet kjøletårn, muligens i kombinasjon med vannbasseng og utslipp av varmt vann. Bruk av kjøletårn kan fjerne behovet for å slippe ut oppvarmet vann, eller redusere mengden og temperaturen til vannet som slippes ut.

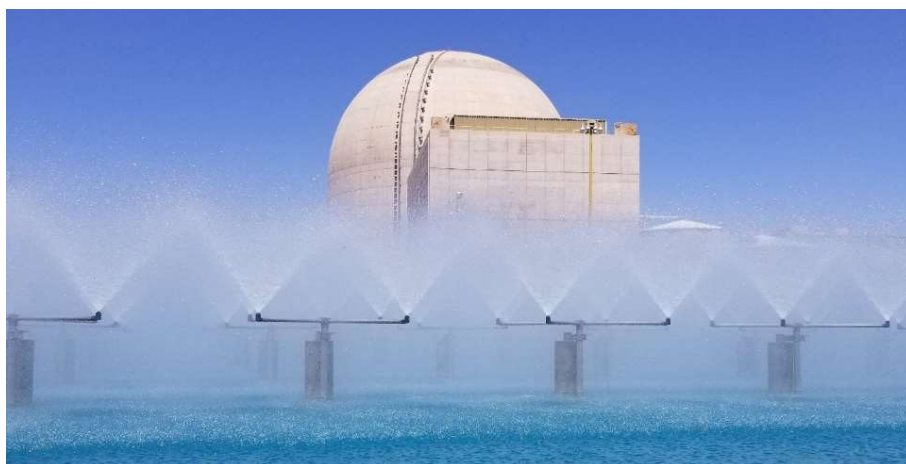
Halden har ikke kystlinje mot åpent hav, kun mot relativt trange og grunne fjorder. Derfor legges det til grunn at kraftverket vil benytte kjøletårn, og dermed trenge minimum  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  kjølevann pluss en vesentlig sikkerhetsmargin. Det er flere tjern og innsjøer i Halden, men det er kun Haldenvassdraget, inkludert Femsjøen, som har tilstrekkelig tilsig av vann. Dette avgrenser mulige områder til de som ligger i nærheten av kysten eller Haldenvassdraget og Femsjøen.

Avrenningen i Tistedalsfoss, ved utløpet av Femsjøen, er 790 millioner kubikkmeter i et normalår. Det er 17-25 ganger så mye som vannbehovet til kjernekraftverket. Femsjøen er regulert, både ved innløpet ved Brekke og ved utløpet, slik at reguleringen kan tilpasses den marginale påvirkningen kjernekraftverket vil ha på den hydrologiske balansen.

Kjernekraftverket vil trenge vann for alminnelig bruk i tillegg til for kjølevann. Dette vil kunne hentes fra det kommunale drikkevannsnettet eller fra en naturlig vannkilde.



Figur 18: Et moderne kjøletårn med som bruker både vifter og kjølevann. Foto: Cenk Endustri (Wikimedia Commons).



Figur 19: Et kjølebasseng med vanddyser ved kjernekraftverket Palo Verde. Kilde: U.S NRC [23].

## 5.7 Tilgang til tilstrekkelig areal

Arealbehovet er beskrevet i kapittel 3.

## 5.8 Topografi

Arealet bør helst være ganske flatt, slik at bygninger, vannledninger og andre strukturer kan etableres på en mest mulig effektiv måte, og med minst mulig behov for utplanering. Lokasjonen bør ikke ligge for høyt over en tilstrekkelig stor vannkilde, men heller ikke så lavt at den er utsatt for flom eller stormflo (se kapittel 5.8). Topografien bør legge til rette for fysisk sikring av anlegget (kapittel 5.23). For eksempel kan naturlige høydeforskjeller utnyttes til å hindre innsyn og adgang.

## 5.9 Tilgang på kraftnett

Kraftnettet i Norge er organisert i tre nivåer:

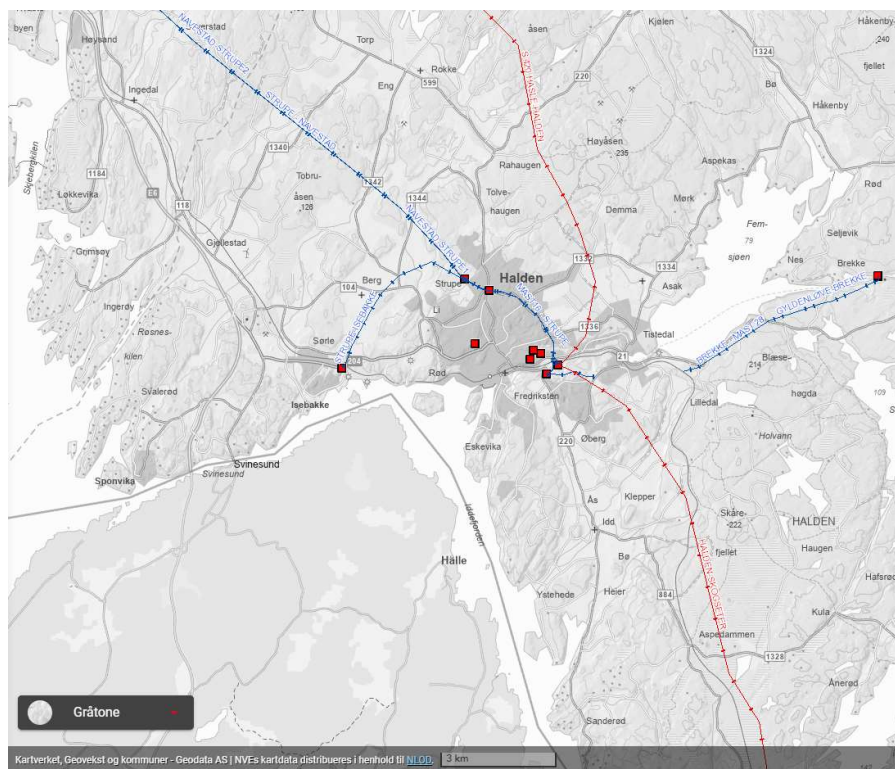
- Transmisjonsnettet, som overfører kraft mellom regioner, med spenninger på 132, 300 og 420 kV (kilovolt)
- Regionalnettet, som overfører kraft internt i hver region, med spenninger på 33-132 kV
- Distribusjonsnettet, som forsyner vanlige forbrukere, med spenninger på mindre enn 22 kV

Kraftproduksjon på over 300 MW skal generelt sett kobles på transmisjonsnettet, som forvaltes av Statnett. Effekter på over 300 MW vil som regel kreve 420 kV. Punkteffekter på opp til 1 500 MW kan kobles på transmisjonsnettet [4].

Å bygge nye store kraftledninger er dyrt og innebærer risiko for arealkonflikter. Derfor har vi satt et kriterium at det skal være mulig å koble kraftverket på transmisjonsnettet, med minst mulig naturinngrep.

Figur 20 viser transmisjons- og regionalnettet i Halden. Transmisjonsnettet er vist i rødt, og regionalnettet i blått. De to nettnivåene møtes i Halden transformatorstasjon, som ligger på nordsiden av Fredriksten festning. Transmisjonsnettet fortsetter nordover til Hasle transformatorstasjon i Sarpsborg og derfra videre til Oslo. Regionalnettet fortsetter mot nord-vest til Navestad, som igjen er forbundet med Hasle. Mot sør er transmisjonsnettet koblet på det svenske transmisjonsnettet. Fra Gøteborg fortsetter nettet østover til Stockholmsregionen, vestover til Jylland og videre sørover til Malmø og København.





Figur 20: Transmisjonsnettet (rødt) og regionalnettet (blått) i Halden. Kilde: NVE [24].

## 5.10 Mulighet for utnyttelse av varme

På verdensbasis, er det om lag 70 reaktorer som til sammen leverer mer enn 2 TWh varme til andre formål enn elektrisitetsproduksjon. Bruksområdene er fjernvarme, prosessvarme til industri og avsalting av sjøvann. Dette gjøres ved kjernekraftverk i Bulgaria, India, Japan, Kina, Romania, Russland, Slovakia, Sveits, Tsjekia, Ukraina og Ungarn. Det pågår flere prosjekter for å produsere hydrogen ved bruk av varme og elektrisitet fra kjernekraftverk [25, 26].

Varmt vann til bruk i fjernvarme kan transporteres over flere titalls kilometer. Det sveitsiske kjernekraftverket Beznau har siden 1983 forsynt 20 000 forbrukere (boliger, drivhus og industrianlegg) med opptil 160 MW fjernvarme. Kraftverket forsyner fjernvarmenettet med vann som holder en temperatur på 125 °C på vinterstid, og 85 °C på sommertid. Fjernvarmenettet består av 35 km med sentralnett og 85 km distribusjonsnett. Varmetapet er 1 grad pr. km i sentralnettet og 15 prosent i distribusjonsnettet [27].

Når et kjernekraftverk produserer fjernvarme eller prosessvarme, utnyttes både overskuddsvarmen som ellers ville ha blitt avgitt til omgivelsene gjennom kjølesystemene og en liten andel av dampen som ellers brukes til å lage strøm. Siden energiomdanningen fra damp til elektrisitet har lav effektivitet, kan en reduksjon av elektrisitetsproduksjonen med 1 MW gi 8 MW fjernvarme (varmt vann) eller 3 MW prosessvarme (dampen utnyttes direkte i industrien i stedet for å drive en turbin som lager strøm med ca. en tredel virkningsgrad) [28]. En utfordring med bruk av damp fra et kjernekraftverk, er at damp ikke kan transporteres like langt og like effektivt som varmt vann.

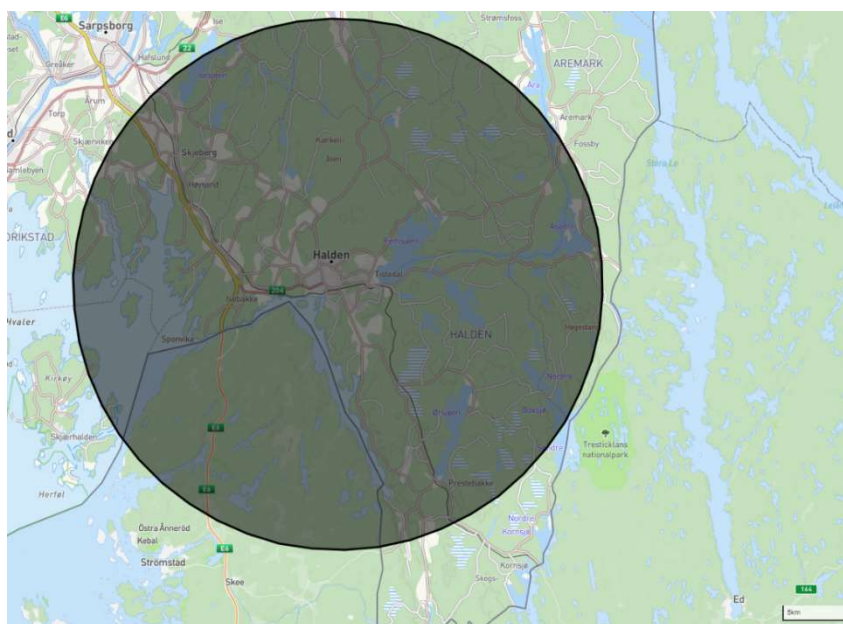
I Halden er Norske Skog Saugbrugs den største forbrukeren av strøm og varme. Saugbrugs produserer først og fremst papir, men også i økende grad andre produkter fra treforedling. Fabrikken bruker 0.9 TWh elektrisitet og 0,75 TWh varme årlig. Til sammenligning, produserer en reaktor med 300 MW kapasitet 2,5 TWh i året. Saugbrugs er i dag i stor grad selvforsynt med varme, takket være en biokjel som har 70 MW termisk kapasitet [29]. I dagens driftssituasjon, er det usikkert om varme fra et

kjernekraftverk er konkurransedyktig med den lokalproduserte bioenergien, men dette kan endre seg i løpet av tiden det vil ta før et kjernekraftverk kommer i drift, i og i løpet av kraftverkets levetid på 60-100 år. For eksempel kan fabrikken få behov for mer energi til fremstilling av nye produkter. Derfor er det en fordel om kjernekraftverket plasseres et sted hvorfra det er mulig å levere varme til der hvor Saugbrugs sin fabrikk ligger (Merk at Norske Skog Saugbrugs ikke har deltatt i denne studien, og at ingenting i denne rapporten må anses som uttalelser av eller på vegne av Norske Skog Saugbrugs).

Det finnes flere eksempler på fabrikker som forsynes med varme fra et kjernekraftverk, eller konsepter for dette:

- Gösgen kjernekraftverk i Sveits har siden 1979 forsynt en pappfabrikk med damp via en 1,8 km lang rørledning. Rørledningen har en kapasitet på 70 tonn damp i timen, med trykk på 12 bar og temperaturer på over 200 °C, og kan overføre 45 MW varme [28].
- Fra 1983 til 2003, forsynte kjernekraftverket Stade i Tyskland et nærliggende saltraffineri med 60 tonn damp i timen, med et trykk på 0.8 MPa og 270 °C [27].
- IFEs forskningsreaktor ligger rett ved siden av Saugbrugs. Reaktoren hadde en termisk kapasitet på 25 MW, og da den var i drift leverte den opptil 30 tonn damp i timen til papirfabrikken.
- I 2007 ble det gjennomført en mulighetsstudie for leveranse av damp fra kjernekraftverket Krsko i Slovenia til papirfabrikken Vipap, som ligger 3,5 km unna kraftverket. 60 tonn damp i timen skulle leveres med 4,6 bar trykk og 190 °C temperatur. En kostnadsanalyse viste at denne løsningen var billigere enn andre energikilder, inkludert olje, naturgass, fast brensel, ved, treflis og trepellets.
- Bruce Power sitt kjernekraftverk i Canada forsynte tidligere en tungtvannsfabrikk med damp gjennom en 5 km lang og 0,91 m bred rørledning.

IAEA skriver at damp kan transporteres minst 20 km, og varmtvann 150 km [27]. Det mest kostnadseffektive er imidlertid å ha kjernekraftverket så nært forbrukeren som mulig, for å minimere varmetap og investeringskostnad for distribusjonsanlegget. Figur 21 viser arealet som ligger innenfor 20 km i luftlinje fra Saugbrugs fabrikk. Det må også tas høyde for at rørledningen som knytter kjernekraftverket til mottakeren må tilpasses topografi, infrastruktur og bebyggelse, slik at avstanden i luftlinje bør være mindre enn dette.



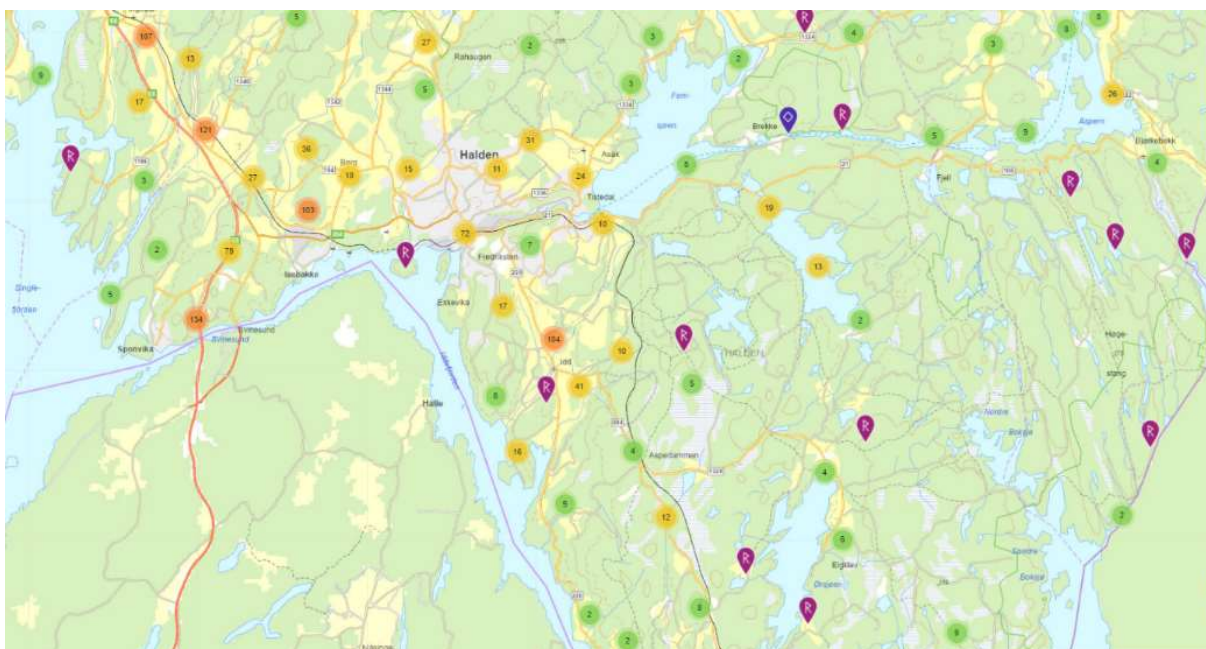
Figur 21: Arealet som ligger innenfor 20 km i luftlinje fra Saugbrugs..

## 5.11 Muligheter for transport

I byggefasen vil det være opptil 1000 arbeidere til stede på anlegget, og i driftsfasen vil det være flere hundre ansatte. I byggefasen vil store komponenter bli fraktet til anlegget. Noen av disse vil skiftes ut i løpet av kraftverkets levetid. Når kraftverket skal rives, kan det også bli behov for å transportere store komponenter eller tungt gods bort. Derfor trengs det en god adkomstvei.

## 5.12 Kulturminner og kulturmiljø

Kjernekraftverk omfattes av konsekvensutredningsforskriften, og en konsekvensutredning skal ta hensyn til kulturminner og kulturmiljø. Figur 22 er et kartutsnitt fra kulturminnesøk.no, som viser forekomsten av kulturminner og kulturmiljø som er registrert av forvaltningen. Det viser at det forekommer kulturminner over hele kommunen, men at det er særlig mange kulturminner omkring bykjernen og langs fjorden. Et slik oversiktskart har ikke tilstrekkelig oppløsning til kunne brukes til å utelukke noen deler av kommunen, men det illustrerer at hensynet til kulturminner og kulturmiljø er en vesentlig faktor i Halden. Ved å zoomme inn i kartet på kulturminnesøk.no, kan man se den nøyaktige posisjonen til hvert kulturminne, og dermed vurdere i hvilken grad hensynet til kulturminner kan være en utfordring for en konkret lokasjon.



Figur 22: Kartutsnitt fra kulturminnesøk.no. Sirkler med tall representerer klynger med det oppgitte antallet kulturminner og kulturmiljø.

Figur 23 viser registrerte kulturmiljøer i Halden. Av særlig relevans for denne rapporten, er at mesteparten av området langs Iddefjorden er registrert som et kulturmiljø. Kulturmiljøet har ikke status som fredet, og det trenger ikke å være til hinder for utbygging innenfor det registrerte området, men påvirkning på kulturmiljøet ville ha vært en faktor i en eventuell konsekvensutredning.



Figur 23: Registrerte kulturmiljøer i Halden. Kilde: kulturminnesøk.no [30]

### 5.13 Menneskeskapte risikoer

IAEA SSG-35 paragraf A.35 anbefaler at de følgende menneskeskapte risikoene blir vurdert:

- a. Nukleære anlegg som befinner seg på samme sted
- b. Nærliggende industri hvor det foreligger fare for brann, lekkasje av kjemikalier eller andre storulykker
- c. Nærliggende militæranlegg
- d. Transportsystemer, inkludert veier, toglinjer, fly, skip og rørledninger
- e. Aktiviteter som kan påvirke vannivåer, flomfare, grunnforhold, skogbrann og andre geofarar.

Slike menneskeskapte risikoer er stedsspesifikke, altså ikke hensiktsmessige å vurdere på kommunalt nivå, og må derfor vurderes for hver enkelt lokasjon.

### 5.14 Grensekryssende virkninger

Norge har signert Espoo-konvensjonen som forplikter land til å involvere naboland ved konsekvensutredning av tiltak som kan ha grensekryssende virkninger. Et kjernekraftverk i Halden vil sannsynligvis være så nært svenskegrensegrensa at det vil utløse saksbehandling etter Espoo-konvensjonen, uansett hvor i Halden det plasseres, men ulike plasseringer innad i Halden kan ha ulike grensekryssende virkninger. En plassering ved Iddefjorden vil påvirke fjorden på en måte som en plassering lenger inn i landet ikke vil. Det finnes eksempler på at norske og svenske myndigheter har gjort motstridende vurderinger av tiltak i Iddefjorden. Et eksempel på dette er fjerningen av tersklene ved Svinnesund, som norske myndigheter har støttet, men svenske myndigheter har motsatt seg av naturvern hensyn. Dette viser at en plassering ved Iddefjorden innebærer økt regulatorisk risiko enn en plassering lenger inn i landet.

### 5.15 Arealplanlegging

#### 5.15.1 Bostedsområder og fritidsboliger

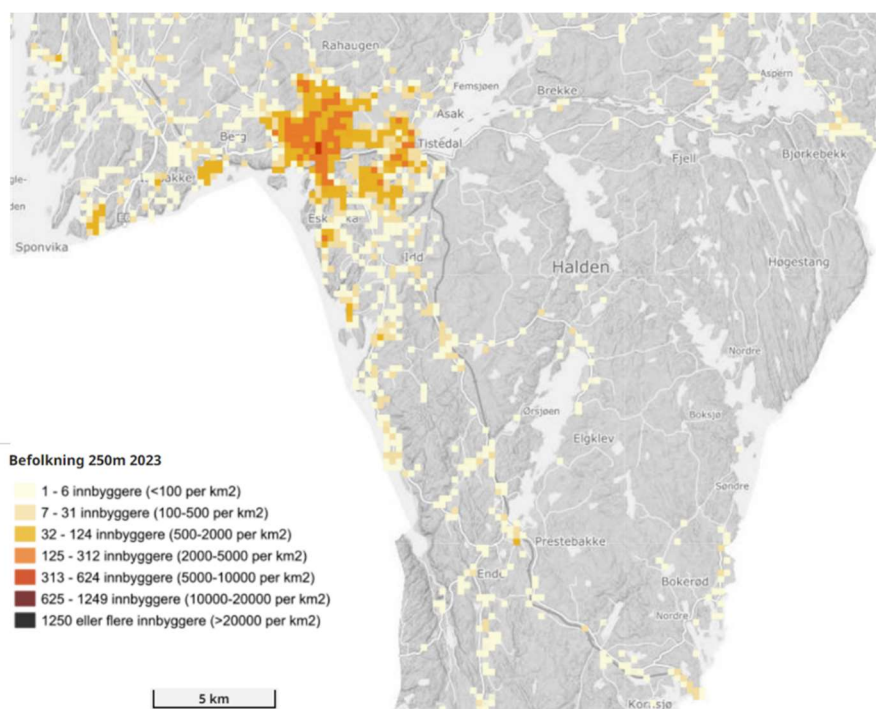
I Halden er det flere eksempler på at boligområder og industri ligger tett på hverandre. IFEs forskningsreaktor ligger inni fjellet nord for Norske Skogs papirfabrikk, og oppå fjellet ligger det et

boligområde. Papirfabrikken er godt synlig, og tett på boligområdet som ligger over reaktoren. Også på Isebakke ligger det boligområder tett inntil industrien på Knivsø og Sørlifeltet. Tistedal og Flateby er eksempler på det samme.

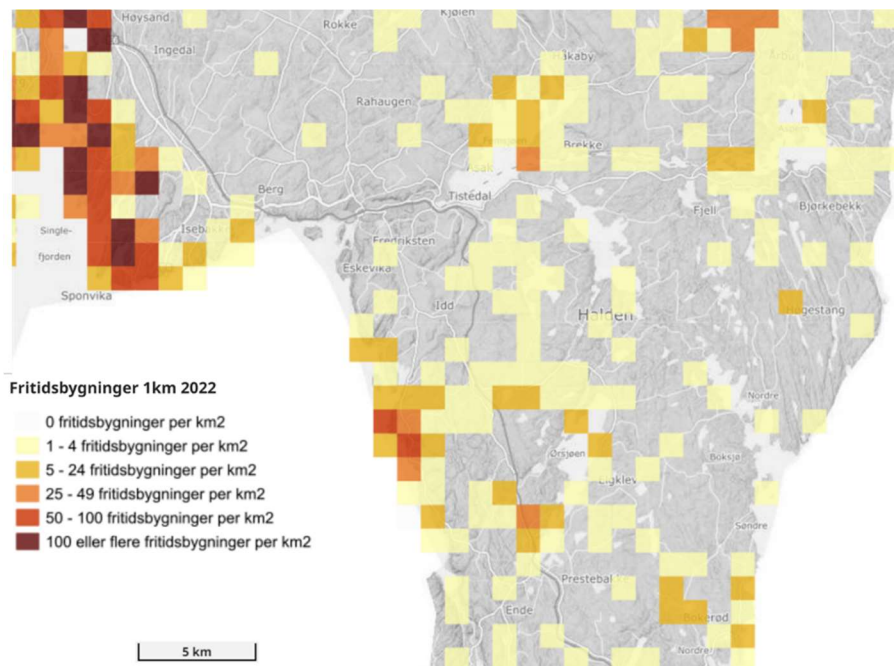
Likevel er det viktig å ta hensyn til boligområder ved vurdering av lokasjoner for kjernekraftverket. Kjernekraftverket vil være et industrianlegg, og dersom det plasseres for nært tettbeboede områder eller områder med høy tetthet av fritidsboliger, kan det føre til økt risiko for nabokonflikter. Figur 24 viser befolkningstettheten i Halden. Områdene som er merket med oransje og rødt (flere enn 500 innbyggere pr. km<sup>2</sup>) bør unngås. I tillegg må man bruke skjønn ved vurdering av hver enkel mulig lokasjon, og vurdere om kraftverket kan passe sammen med eksisterende og annen planlagt bebyggelse.

På samme måte, kan områder med mange hytter medføre risiko for nabokonflikter. Figur 25 viser tettheten av fritidsbygninger i Halden. Det er flest hytter langs fjorden vest og sør for bykjernen. Det er også en del hytter i nord-østenden av Femsjøen. Det er viktig å påpeke at oppløsningen i datasettet for fritidsbygninger (Figur 25) er ganske lav. Hvert av de fargede kvadratene i Figur 25 viser et område som er 1 x 1 km, og fritidsbyggene kan være ulikt fordelt innad i hvert kvadrat.

Kartene over befolkningstetthet og fritidsbygninger kan ikke benyttes til å utelukke generelle deler av Halden, men de forteller noe om hvilke områder hvor man må være særlig oppmerksom på risikoen for nabokonflikter.



Figur 24: Befolkningstetthet i Halden. Kilde: SSB [31].



Figur 25: Tetthet av fritidsbygninger i Halden. Kilde: SSB [31].

## 5.16 Naturmangfold

Konsekvensutredningsforskriften § 21 krever at en konsekvensutredning omfatter hensynet til naturmangfold, og henviser til naturmangfoldloven. I naturmangfoldlovens § 1 står det:

*«Lovens formål er at naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på ved bærekraftig bruk og vern, også slik at den gir grunnlag for menneskenes virksomhet, kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden, også som grunnlag for samisk kultur.»*

Naturmangfoldloven § 3, bokstav i definerer naturmangfold som:

*«naturmangfold: biologisk mangfold, landskapsmessig mangfold og geologisk mangfold, som ikke i det alt vesentlige er et resultat av menneskers påvirkning»*

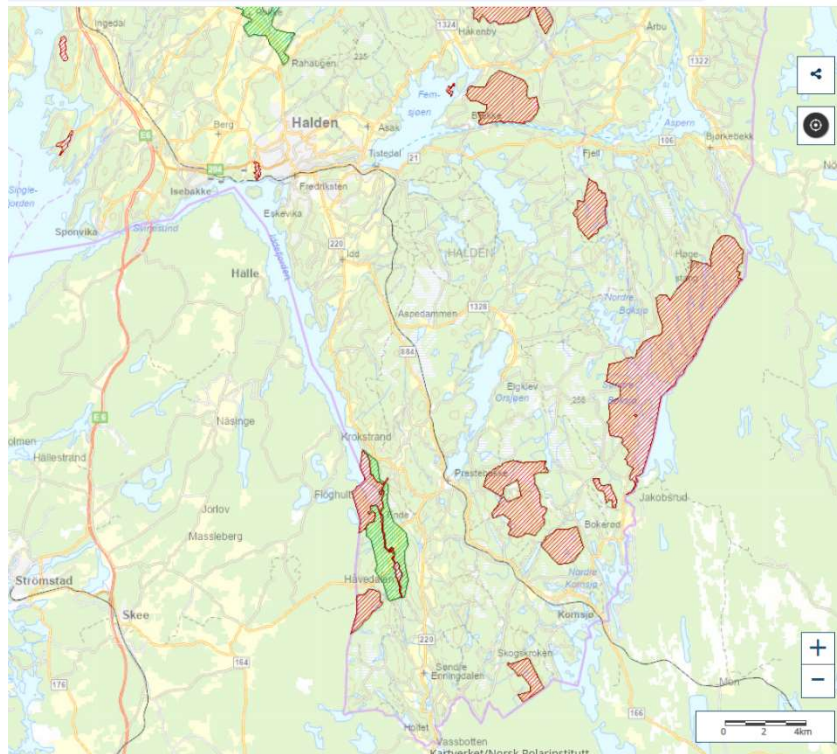
Miljødirektoratets veileder «M-1941 Konsekvensutredning av klima og miljø» deler temaet inn i fem kategorier:

1. Verneområder: Landskapsvernområder, naturreservater, verdensarvområder og utvalgte naturtyper som har fått juridisk beskyttelse.
2. Naturtyper. Naturmangfoldloven § 3, bokstav j, definerer naturtype som *«ensartet type natur som omfatter alle levende organismer og de miljøfaktorene som virker der, eller spesielle typer naturforekomster som dammer, åkerholmer eller lignende, samt spesielle typer geologiske forekomster»*
3. Arter av nasjonal stor forvaltningsinteresse inkludert truede arter, prioriterte arter etter naturmangfoldloven, fredede arter, spesielle økologiske former og andre spesielt hensynskrevende arter. Omtrent 4 600 forskjellige arter er betegnet som arter av nasjonal forvaltningsinteresse. De fleste er rødlistede.
4. Landskapsøkologiske sammenhenger. Dette er arealer og landskapselementer som har en viktig funksjon som forflytningskorridorer for arter, eller som er viktige for å opprettholde produksjonen i og mangfoldet av økosystemer.

5. Geologisk mangfold. Dette er variasjonene i berggrunn, mineraler, løsmasser, landformer og prosessene som skaper dem.

#### 5.16.1 Landskapsvernområder og naturreservat

Figur 26 viser landskapsvernområder (grønne felter) og naturreservat (røde felter) i Halden. Det er ikke aktuelt å plassere kraftverket innenfor disse områdene eller på steder som krever at det etableres veier, kraftledninger eller annen infrastruktur i disse områdene.



Figur 26: Landskapsvernområder (grønt) og naturreservat (rødt). Kilde: Miljøstatus [19].

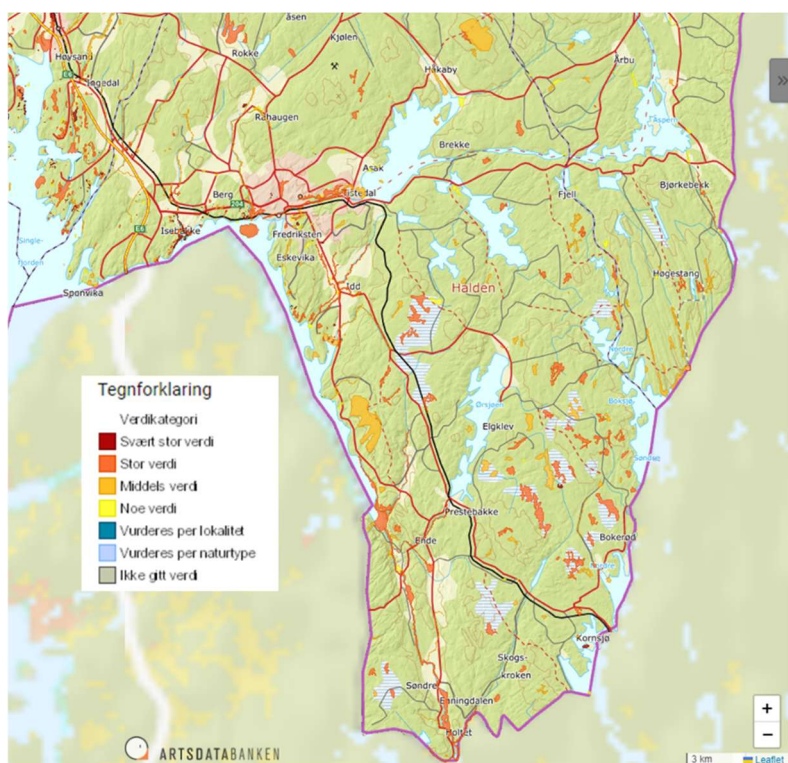
#### 5.16.2 Utvalgte naturtyper

Naturtyper som er spesielt viktige å ta vare på, kan få status som en utvalgt naturtype etter naturmangfoldloven § 52. Når en naturtype har fått status som utvalgt, skal den tas særskilt hensyn til. For at en naturtype skal få en slik status, må den oppfylle minst et av disse kriteriene:

- Den har en utvikling eller tilstand som gjør at naturtypen er truet.
- Den er viktig for en eller flere prioriterte arter.
- Den har en vesentlig andel av sin utbredelse i Norge.
- Den har internasjonale forpliktelser knyttet til seg.

I dag er åtte naturtyper vedtatt som utvalgte naturtyper etter naturmangfoldloven: slåttemark, slåttemyr, hule eiker, kalklindeskog, kalksjøer, kystlynghei, åpen grunnlendt kalkmark og olivinskog.

Figur 27 viser naturtypelokaliteter fordelt på verdikategorier i henhold til verdsettingskriteriene i veilederen M-1941 Konsekvensutredninger for klima og miljø. Datasettet viser ikke naturtyper i marint miljø. Bildet er hentet fra Artsdatabanken, og viser datasettet «Naturtyper - KU-verdi»



Figur 27: Utvalgte naturtyper jf. naturmangfoldloven § 52. Kilde: Artsdatabanken [32].

### 5.16.3 Arter av nasjonal forvaltningsinteresse

Figur 28 viser de ulike kategoriene av arter av nasjonal forvaltningsinteresse. Prioriterte arter er kategorien med høyest grad av beskyttelse. Det er forbudt å ta livet av, skade eller ødelegge prioriterte arter. I dag er det 14 prioriterte arter i Norge:

- Dyr: Dverggås, fjellrev, svarthalespove, elvesandjeger, eremitt og klippeblåvinge
- Karplanter: Dragehode, honningblom, rød skogfrue, dvergålegress, svartkurle, skredmjelt
- Moser: Trøndertorvmose
- Lav: Elfenbenslav

Figur 29 viser forekomster av prioriterte arter.

Fredete arter er arter som er særlig truet av høsting eller annet direkte uttak. Artene er fredet mot innsamling, skade og ødeleggelse. 58 arter av karplanter, moser og virvelløse dyr er fredet i Norge etter forskrift om fredning av truede arter. Figur 30 viser forekomster av fredete arter i Halden.

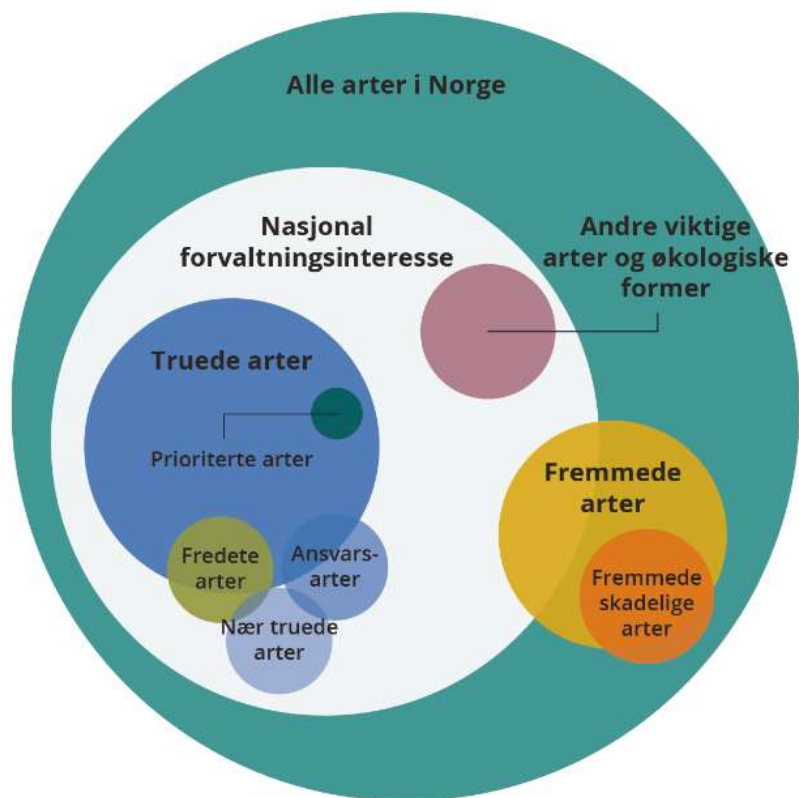
Truede arter er arter som står i fare for å dø ut. På Norsk rødliste for arter i 2021 var det ført opp 4957 arter. Figur 31 viser registreringer av rødlistede arter.

Figur 32 viser funksjonsområder for truede, sårbare og prioriterte arter. Med funksjonsområder menes bl.a. beiteområder, leveområder og hekkeområder.

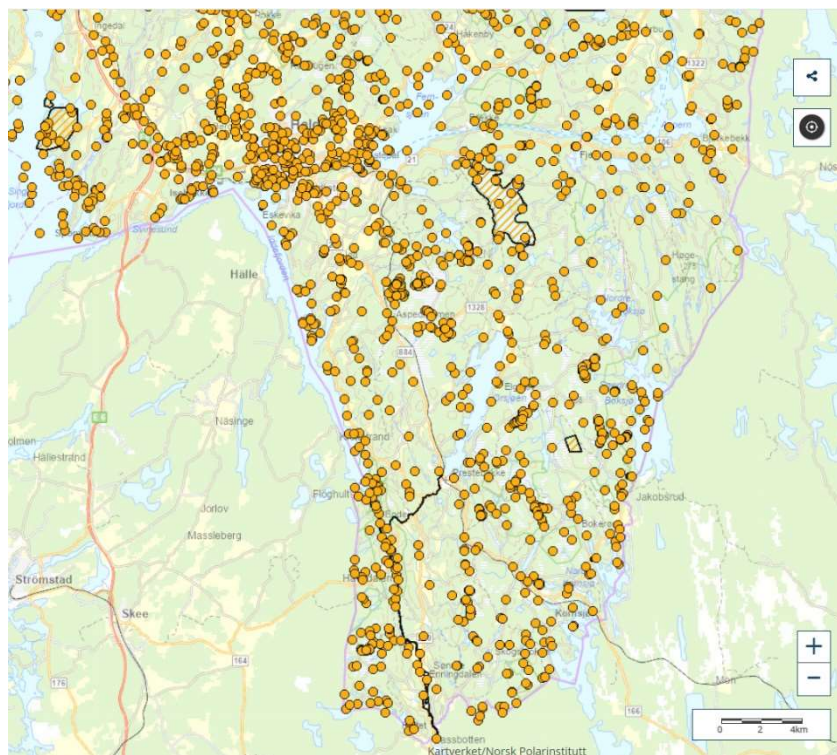
De registrerte forekomstene av beskyttede arter (Figur 29, 30 og 31) brukes til å vurdere egnetheten til aktuelle lokasjoner. Det kan være mulig å etablere et kjernekraftverk på et område selv om det finnes prioriterte, truede eller fredete arter innenfor området, dersom anlegget kan tilpasses



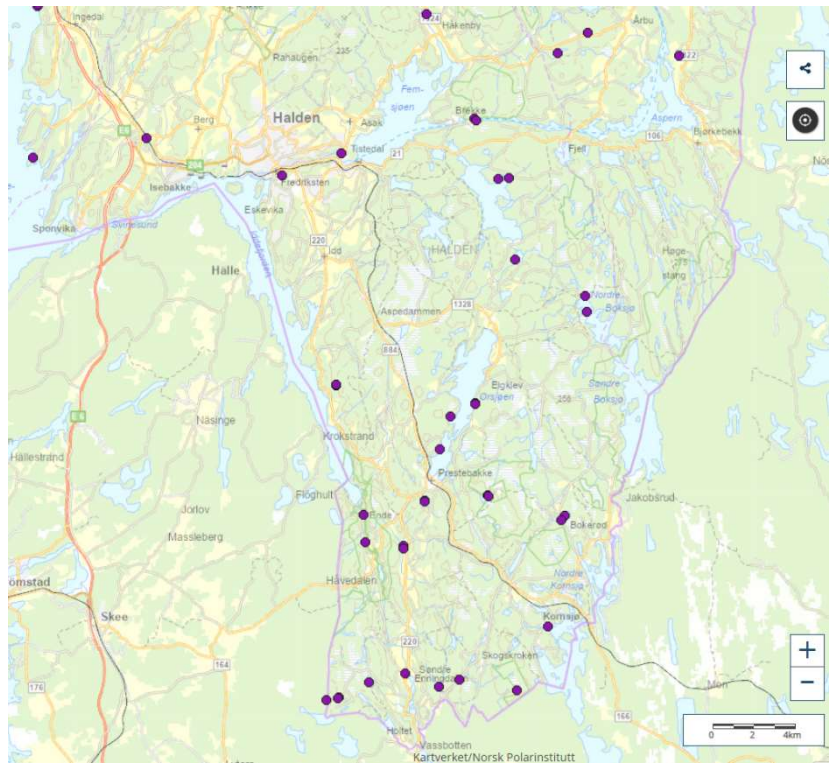
artsforekomsten, men dette må vurderes for hver enkelt lokasjon. Å etablere et kraftverk innenfor et funksjonsområde for truede, sårbare eller prioriterte arter (Figur 32) anses som krevende.



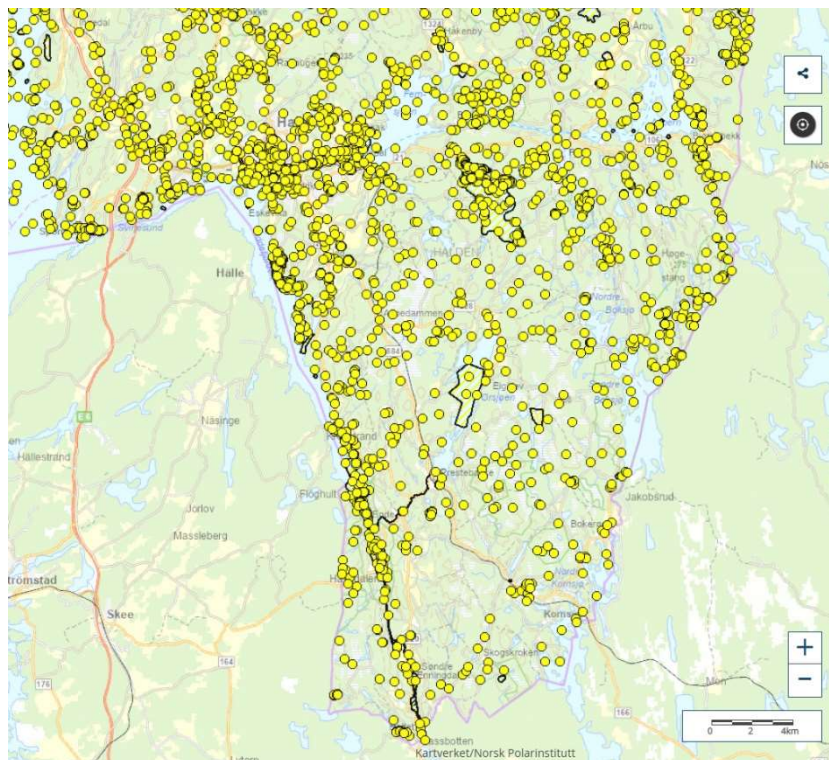
Figur 28: Ulike kategorier av arter med nasjonal forvaltningsinteresse. Kilde: Miljødirektoratet [33].



Figur 29: Forekomster av prioriterte arter. Kilde: Miljøstatus [19].



Figur 30: Forekomster av fredete arter. Kilde: Miljøstatus [19].



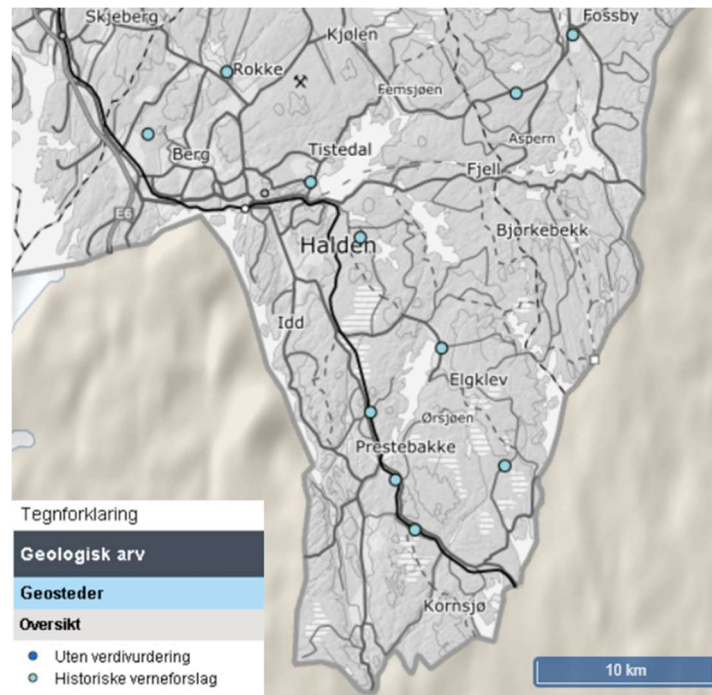
Figur 31: Forekomster av truede (rødlistede) arter. Kilde: Miljøstatus [19].



Figur 32: Funksjonsområder for truede, sårbare og prioriterte arter. Kilde: Miljøstatus [19].

Figur 33 viser registrerte lokasjoner i Halden som har en verdi for geologisk mangfold. Illustrasjonen er et utsnitt fra NGUs kart «Geologisk arv», som viser lokasjoner som forvaltningen bør kjenne til på grunn av deres geologiske verdi [34]. Kun lokasjonen ved Rokke har status som vernet. Det er bebyggelse, kraftledninger og veier i nærheten av lokasjonene. Lokasjonenes status som verdifull for geologisk mangfold trenger altså ikke å utelukke enhver utbygging i nærområdet, men eventuelle inngrep må berettiges, optimaliseres og aller helst unngås.

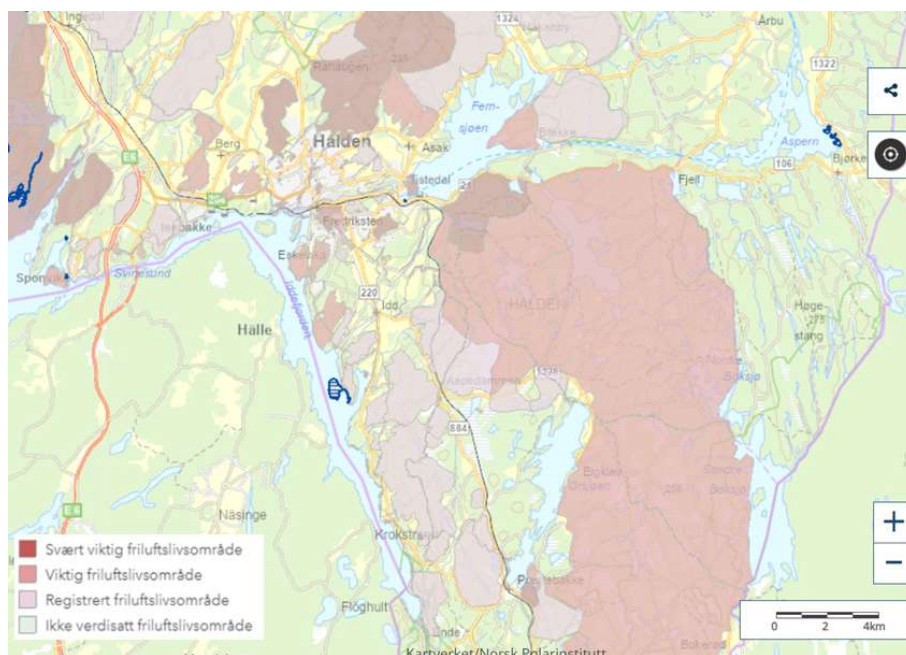
En annen informasjonskilde som kan være nyttig ifm. temaet geologisk mangfold, er NGUs karttjeneste «Kart over geologisk interessante steder». Kartet inneholder ingen registreringer i Halden [35].



Figur 33: Utsnittet fra NGUs kart «Geologisk arv». Kilde: NGU [34].

### 5.17 Friluftslivsområder

Konsekvensutredningsforskriften fastslår at konsekvensutredninger skal vurdere påvirkningen på friluftslivsinteresser. Hensikten med dette er å bidra til å ivareta befolkningens mulighet til å drive et variert friluftsliv. Figur 34 viser områder i Halden som er kartlagt og verdsatt etter metodikken i Miljødirektoratets veileder «M-98 Kartlegging og verdsetting av friluftslivsområder». Det at et areal er registrert som et svært viktig eller viktig friluftslivsområde trenger ikke å utelukke ethvert inngrep der, men det innebærer at det stilles strengere krav til å berettigede tiltaket og til å gjennomføre avbøtende tiltak, og det tyder på en økt risiko for arealkonflikt. Som det fremgår av kartutsnittet, er store deler av kommunen registrert som friluftslivsområder.



Figur 34: Verdsatte friluftslivsområder. Kilde: Miljøstatus [19].

## 5.18 Landskap

Konsekvensutredningsforskriften fastslår at et tiltaks påvirkning i landskapet skal tas hensyn til. Med dette menes i vesentlig grad det visuelle inntrykket som et tiltak kan medføre. Miljødirektoratets veileder M-1941 om konsekvensutredninger påpeker at temaet landskap må avgrenses fra temaene kulturmiljø, verdensarv, friluftsliv og naturmangfold, men at det er tett grensesnitt mellom disse temaene [36].

Den enkleste måten å ivareta hensynet til landskapet på, hadde vært å velge en lokasjon som allerede var regulert for næringsformål. Men i Halden er det begrenset med arealer som er regulert for næring, og ingen industriområder hvor det er store arealer tilgjengelig.

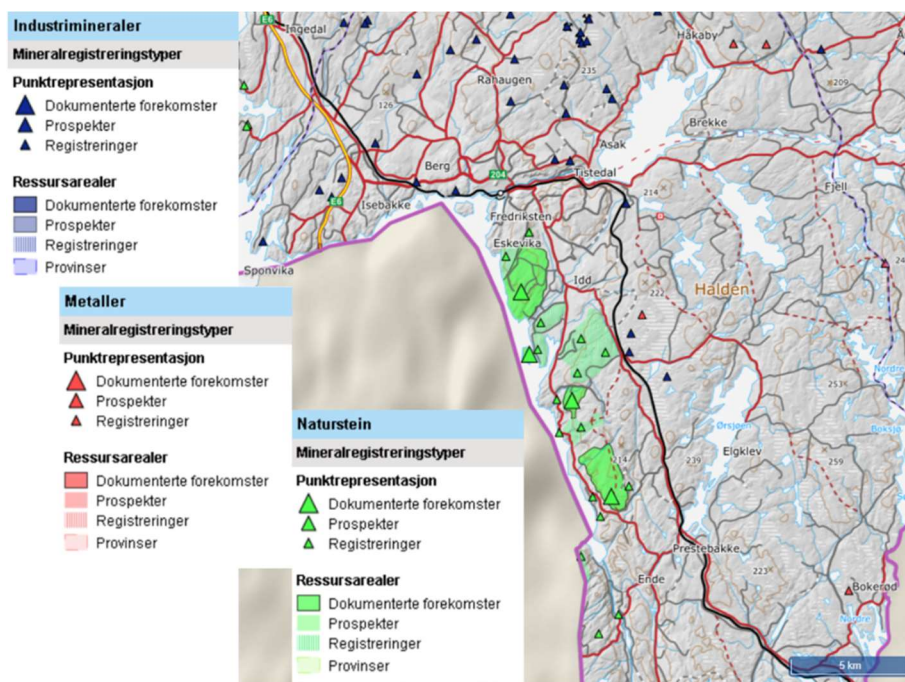
Totalt sett, er det vår vurdering av det vil være mest hensiktsmessig å etablere et kjernekraftverk utenfor de etablerte næringsområdene i Halden, og å minimere påvirkningen på landskapet ved å utforme anlegget på en måte som passer inn i landskapet på best mulig vis.

## 5.19 Jordvern

Norge har lite jordbruksareal sammenlignet med mange andre land. For å sikre matproduksjonen, er dyrka mark underlagt et sterkt vern. I denne studien, har utbygging på dyrket mark blitt utelukket fra mulighetsrommet. Det har også vært ønskelig å finne en lokasjon hvor det er minst mulig dyrkbar mark.

## 5.20 Fravær av mineralressurser

Konsekvensutredningsforskriften fastslår at det skal tas hensyn til viktige mineralforekomster. Figur 35 er et utsnitt av NGUs kart over mineralforekomster, som viser forekomster av metaller (malm), industrimineraler og naturstein [37].



Figur 35: Utsnitt fra NGUs kart over mineralforekomster [37].

## 5.21 Forurensningsfare

### 5.21.1 Radioaktiv forurensning

Kjernekraftverk slipper ut ørsmå mengder radioaktivitet, som har langt mindre påvirkning på mennesker og miljø enn den naturlige radioaktiviteten som finnes i mat, berggrunnen og

bygningmaterialer. Naturlige kilder til stråling finnes overalt i naturen, inkludert stråling fra verdensrommet og fra radioaktive forbindelser i bakken. Måleenheten millisievert (mSv) brukes til å måle hvor mye stråling en person utsettes for. En gjennomsnittlig innbygger i Norge utsettes for en stråledose på 4 mSv hvert år. Mer enn halvparten av dette skyldes den radioaktive gassen radon som slippes ut av bergarter som inneholder uran [38]. Til sammenligning, fastslår strålevernforskriften § 6 at en virksomhet skal sikre at ikke-yrkeseksponerte arbeidstakere og allmennhet ikke eksponeres for en effektiv dose som overstiger 0,25 mSv pr. år, altså en sekstendel av hva den gjennomsnittlige innbyggeren i Norge får fra naturlige kilder. En gjennomsnittlig nordmann får en stråledose på 0,52 mSv hvert år fra naturlig radioaktivitet i mat og andre næringsmidler, altså det dobbelte av den tillatte påvirkningen fra kjernekraftverk og annen næringsvirksomhet.

Eksisterende kjernekraftverk i Europa medfører langt mindre stråling enn den tillatte dosen. FN har vist at eksisterende kjernekraftverk i Europa medfører kun 0,001 mSv pr. år for personer som bor 5 km unna, gitt at kraftverket har en kapasitet på 1 000 MW (se s. 111 i referanse nr. [6]). I løpet av et helt år, medfører utslippene fra kjernekraftverk altså mindre stråling enn det en gjennomsnittlig innbygger i Norge utsettes for fra naturlige kilder i løpet av to timer.

### 5.21.2 Støy

I byggefasen vil det oppstå støy på samme måte som ved andre byggeplasser. Trafikk til og fra anlegget vil også skape støy. Tilstrekkelig avstand til naboer og plassering langs en av fylkesveiene vil avhjelpe dette, jf. kapittel 5.11 og 5.14.

I driftsfasen vil kjøletårnene skape støy. For å sikre at støynivået holdes under tillatte grenseverdier, må kjøletårnene plasseres i tilstrekkelig avstand til boliger og friluftsområder. Miljødirektoratets veileder nr. M-2061 om behandling av støy i arealplanlegging inneholder grenseverdier for støy på fasade og utendørs oppholdsarealer. I kapittel 2.2.3 av veilederen settes det krav om at viftene ved datasentre ikke skal lage lyd som overstiger 43 desibel (dB) på stille side av en bygning. Dette er lavere enn den generelle grenseverdien for støy fra industri, som er på 50 db, fordi lyden har ren-tone. Tilsvarende krav kan forventes til viftene som finnes i mekaniske kjøletårn ved kjernekraftverk.

I tabell 3 av veileder nr. M-2061 angis anbefalt støygrense for «stille områder, nærfriluftsområder og bymark utenfor by/tettsted» til 40 dB. Til sammenligning, oppgir Store Norske Leksikon at svak musikk har et lydnivå på 40-50 db, mens løvsus er mellom 30 og 40 dB.

Tabell 3 viser estimerte støynivåer for mekaniske kjøletårn med ulik utforming og på ulik avstand, ifølge et notat som er offentliggjort av det amerikanske Environmental Protection Agency (tilsvarende det norske Miljødirektoratet).

Tabell 3: Estimerte støynivå for kjøletårn med ulik utforming og på ulik avstand [39].

Avstand (meter)	Uten støyreduksjon (Desibel, dBA)	Moderat støyreduksjon (Desibel, dBA)	Kraftig støyreduksjon (Desibel, dBA)
480	50	40	34
300	54	44	38
150	60	50	44
105	65	55	49
45	70	61	55

Tallene i tabellen er kun illustrative. De lokale lydnivåene vil i stor grad være avhengige av lokale forhold som:

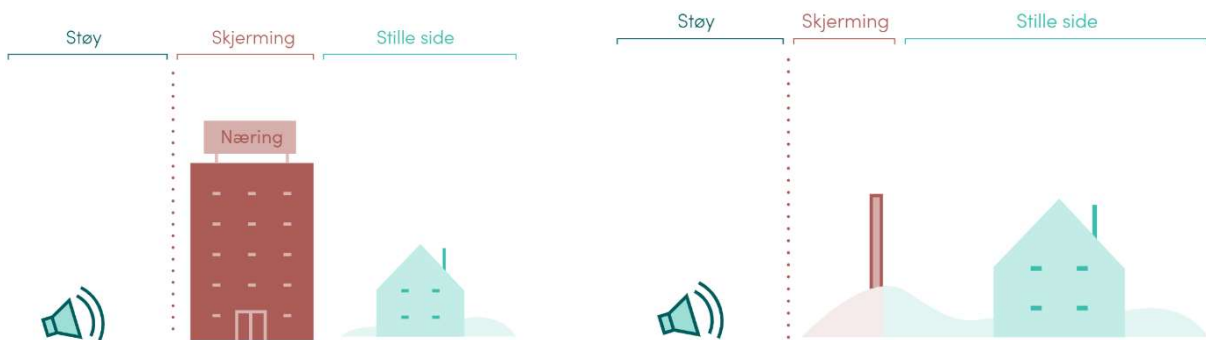
- Skjerming vha. andre bygg, jordvoller og støyvegger

- Demping: Myk bakke demper lyd mer effektivt enn hard bakke
- Topografi

Støyreducerende tiltak kan omfatte:

- Støydempede vifter og gir
- Bruk av naturlige luftstrømmer i stedet for vifter.
- Lydskjermer på kjøletårnene
- Bruk av større tårn og mindre vifter (Dette gjør at tuppene av viftevingene beveger seg saktere og dermed lager mindre lyd).

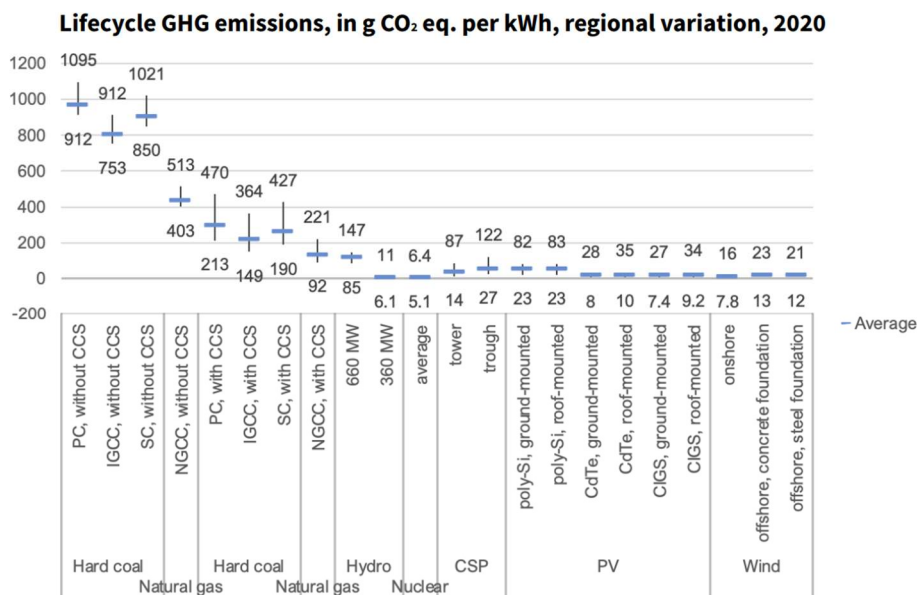
I tillegg kan lydnivået i omgivelsene dempes ved å plassere andre bygg som inngår i kraftverket mellom støykilden og omgivelsene eller vha. støyskjermer (se Figur 36).



Figur 36: Anlegget kan utformes på en måte som reduserer støy til omgivelsene. Kilde: Miljødirektoratet [40]

### 5.21.3 Utslipp av CO<sub>2</sub>

Kjernekraftverk slipper ikke ut CO<sub>2</sub>. FN har vist at klimagassutslippene forbundet med bygging, avvikling og produksjon av innsatsfaktorer er lavere for kjernekraft enn for noen andre energikilder [5], se Figur 37.

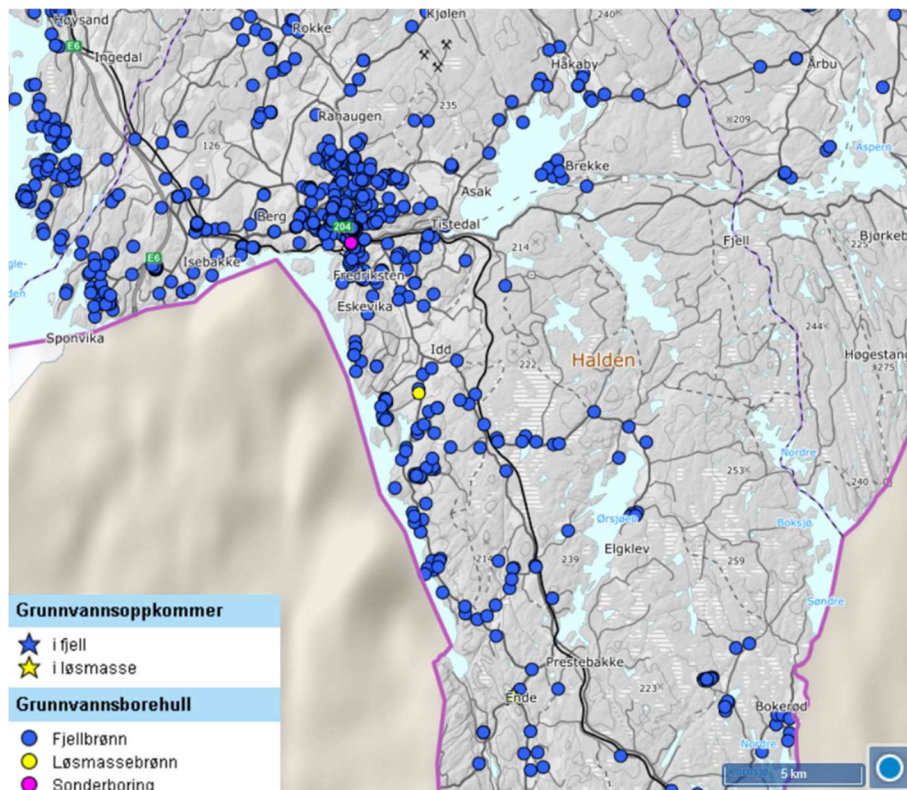


Figur 37: Livsløpsutslipp av klimagasser for ulike energikilder. Kilde: UNECE [5].

## 5.22 Grunnvannsforekomster

Bygging av kjernekraftverk og avfallslagre kan drenere nærliggende grunnvannsforekomster. Derfor, og siden grunnvann er underlagt aktsomhetsplikt iht. vannressursloven, er det en fordel å velge en lokasjon som har få registrerte grunnvannsforekomster.

Nasjonal grunnvannsdatabase (GRANADA) inneholder en oversikt over grunnvannsbrønner, energibrønner og naturlige oppkommer av grunnvann. Et utsnitt fra Halden er vist i Figur 38.



Figur 38: Grunnvannsforekomster registrert i Nasjonal grunnvannsdatabase (GRANADA). Kilde: NGU [41].

## 5.23 Forutsetninger for etablering av en beredskapsplan

### 5.23.1 Krav til beredskapsplaner

Selv om forskning og statistikk viser at kjernekraft er like trygt som vindkraft og solenergi, og langt tryggere enn vannkraft og fossile brenslere, så er det viktig å erkjenne at risikoen ikke er null, og at det derfor må legges en plan for hva som skal gjøres dersom det skulle skje en ulykke [6]. For lokaliseringprosessen innebærer dette at det må velges en lokasjon hvor det er mulig å lage en fungerende beredskapsplan.

En beredskapsplan skal beskrive hvordan ulykker og krisesituasjoner skal varsles om og håndteres. IAEA fastsetter krav til beredskap i dokumentet "IAEA General Safety Requirements No. GSR Part 7 Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency". Disse sikkerhetskravene er gjort gjeldende i Norge, gjennom vilkårene for konsesjon etter atomenergiloven [42]. Ytterligere informasjon om det norske systemet og lovverket for atomberedskap finnes i Norsk Kjernekrafts mulighetsstudie om Norges rammebetingelser for kjernekraft [43].

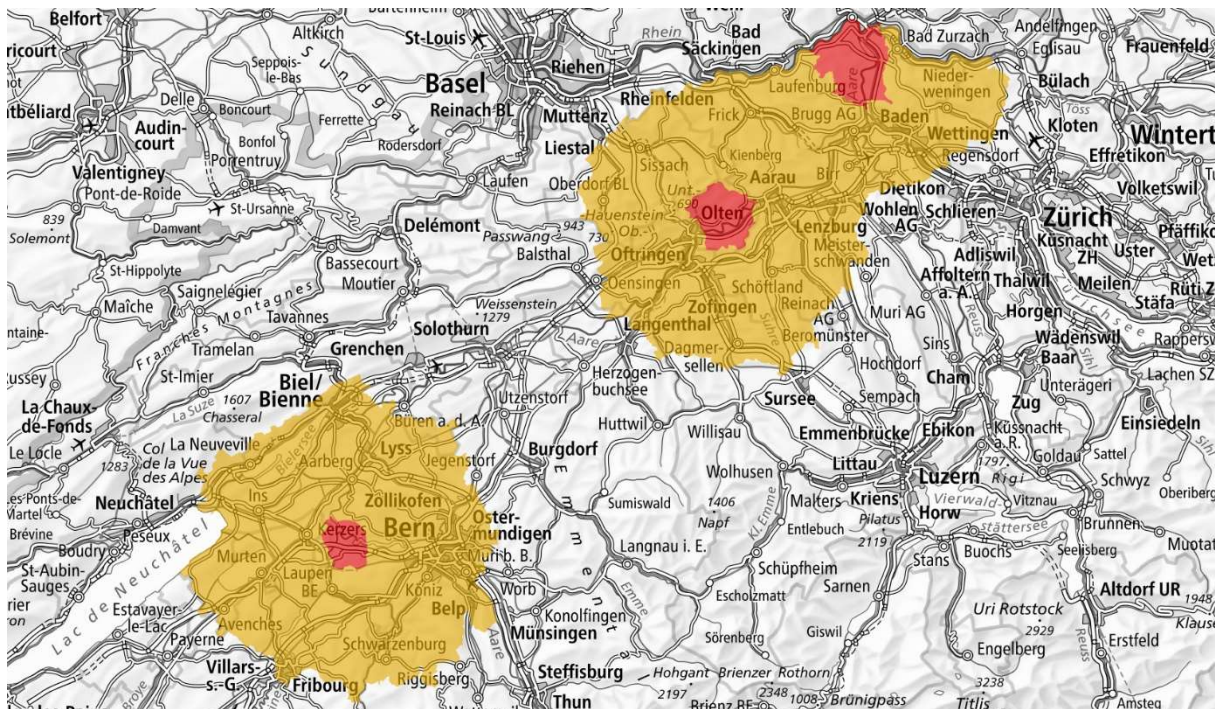
IAEA stiller krav til at en beredskapsplan må beskrive tiltak både inne på anlegget og i omgivelsene. Områdene som ligger nærmest kraftverket omfattes av strengest krav, som vist i Tabell 4.



Tabell 4: Soneinndelingen i en beredskapsplan for kjernekraftverk

Område	Beskrivelse
Sone for føre-var-tiltak (Precautionary Action Zone, PAZ)	Denne sonen omfatter selve anlegget og de nærmeste omgivelsene. Innenfor denne sonen må tiltak kunne iverksettes raskt, før et utslipp finner sted eller umiddelbart etter, for å hindre eller minimere konsekvensene av en ulykke.
Sone for hastetiltak (Urgent Protective Action Planning Zone, UPZ)	Dette er det nærmeste området utenfor sonen for føre-var-tiltak (PAZ). Tiltak må kunne iverksettes kort tid etter ulykken, vanligvis i løpet av den første timen eller det første døgnet. Tiltak kan inkludere inntak av jod-tabletter, å holde seg innendørs, å vaske av seg eventuell forurensning og å unngå inntak av forurensning gjennom kontaminerte næringsmidler eller overflater, og evakuering.
Beredskapssone (Emergency planning zone)	Dette er en samlebetegnelse for sonene for føre-var-tiltak og hastetiltak.
Utvidet beredskapssone (Extended planning distance, EPD)	Dette er området utenfor beredskapssonen. Her skal det finnes planer for å varsle om risikoen for forurensning, og det skal foreligge planer for måling og vurdering av forurensning, med formål om å identifisere steder hvor det kan være formålstjenlig å forlate området eller gjøre andre tiltak innen noen uker etter et utslipp.
Beredskapssone for næringsmidler (Ingestion and Commodities Planning Distance, ICPD)	Dette området ligger utenfor det utvidede området for beredskapsplan (EPD). I dette området skal det finnes planer for å beskytte matproduksjon, andre varer og drikkevann fra forurensning.

Det er fullt mulig å bo og leve som normalt innenfor et beredskapsområde. For eksempel, viser Figur 39 beredskapsområdene som gjelder omkring kjernekraftverkene og lageret for brukt reaktorbrønsel i Sveits. De røde feltene er områder hvor det er krav om å kunne iverksette umiddelbare tiltak ved en ulykke. De gule er områder hvor det er krav om å ha en beredskapsplan, men hvor responstiden kan være lengre. Mange tettsteder og gårdsbruk ligger innenfor både de røde og de gule områdene. Hovedstaden Bern, med 133 000 innbyggere, ligger innenfor beredskapsområdet til Mühleberg, sør-vest i kartutsnittet [44].



Figur 39: Beredkapsområder i Sveits. Kilde: Federal Office for Civil Protection [44]

Tabell 5 viser den maksimale størrelsen som IAEA anbefaler for de ulike områdene, når det gjelder konvensjonelle reaktorer. Merk at dette er overordnede anbefalinger for **maksimal** radius, basert på konvensjonelle reaktorer, ikke SMR.

Tabell 5: Maksimale størrelser på beredkapszoner for reaktorer med en termisk kapasitet på opptil 1000 MW [45].

Sone for føre-var-tiltak	3 til 5 km
Sone for hastetiltak	15 til 30 km
Beredkapszone	15 til 30 km
Utvidet beredkapszone	50 km
Beredkapszone for næringsmidler	100 km

Flere SMR-design har egenskaper som gjør at beredkapszonen kan være mindre enn for konvensjonelle reaktorer [46]. Dette må gjennomgås i konsekvensutredningen i hvert enkelt tilfelle, men SMR-leverandørene som vurderes av Halden Kjernekraft har alle som mål å oppnå en beredkapszone som kun strekker seg til kraftverkets tomtegrense («innenfor gjerdet»). Sammenlignet med konvensjonelle kjernekraftverk har SMR blant annet følgende egenskaper som gjør dette mulig:

- Kraftverket tar mindre plass
- Det er mindre energi og radioaktivitet i reaktorkjernen
  - Mindre henfallsenergi
  - Kjernen er mer stabil
  - Hver reaktor inneholder mindre radioaktivitet
  - Passiv sikkerhet: Store moderne reaktorer har også passive sikkerhetsfunksjoner, men noen SMR-design har enda større marginer i de passive sikkerhetsfunksjonene fordi reaktoren er mindre ift. sikkerhetsinnretninger som f.eks. reservekilder for kjølevann.
- Bruk av ny teknologi
  - Passive kjølemekanismer
    - Naturlig sirkulasjon

- Tyngdekraftdrevet kjøling
  - Integriert design av primærkretsen inn i én komponent (reduisert risiko for tap av kjølevann)
  - Flere barrierer mot utslipp
  - Nye brenseldesign
- Modulær produksjon
  - Kompakt og forenklet utforming
    - For alle praktiske formål har enkelte risikoer for alvorlige ulykker blitt eliminert
    - Iboende sikkerhetsfunksjoner, som f.eks. ivaretar sikkerheten i en lengre periode uten tiltak fra personell
    - Færre strukturer, systemer og komponenter
      - Eliminering av noen typer initierende hendelser

I noen land (f.eks. Sverige og USA) finnes det standardiserte størrelser for beredskapssonen, mens i andre (f.eks. Storbritannia og Canada) fastsettes beredskapssonen basert på sikkerhetsvurderinger for hvert anlegg [47]. Den amerikanske atomsikkerhetsmyndigheten U.S. Nuclear Regulatory Commission har godkjent en ny metode for vurdering av beredskapssonen, som for mange lokasjoner kan brukes til å vise at beredskapssonen ikke trenger å være større enn kraftverkets utstrekning [48].

Den finske atomsikkerhetsmyndigheten STUK vedtok i januar 2024 å avskaffe de tidligere bestemmelsene om en 5-km radius føre-var-soner og en 20-kilometer radius beredskapssoner omkring kjernekraftverk, og innførte heller en ny bestemmelse om at disse sonenes utstrekning skal utledes fra sikkerhetsvurderinger for den aktuelle teknologien og lokasjonen. Ifølge STUK betyr endringen at SMR kan plasseres nærmere befolkningen, gitt at det kan vises at sikkerheten ivaretas [49]. I Sverige pågår det en tilsvarende utredning av hvordan beredskapssonene kan tilpasses nye type reaktorer og nye lokasjoner for kjernekraftverk [50].

### 5.23.2 Sammenligning med annen industri

Storulykkeforskriften gjelder ikke for radioaktive stoffer og andre kilder til ioniserende stråling, og derfor gjelder den formelt sett ikke for kjernekraftverk. Likevel er det verdt å merke seg at det er mange fellestrekk mellom IAEAs sikkerhetskrav og tilsvarende krav i storulykkeforskriften, både når det gjelder beredskapsplan og innen andre temaer. For eksempel sier forskriftens § 11 at:

#### **«§ 11. Beredskapsplaner**

*Den ansvarlige for storulykkevirksomheten skal sørge for at:*

*a. det blir utarbeidet en intern beredskapsplan som beskriver de tiltakene som skal iverksettes for å begrense konsekvensene av hendelser som kan føre til en storulykke,*

*b. relevante nød- og beredskapsplaner og kommunen får tilstrekkelige opplysninger slik at disse kan utarbeide eksterne beredskapsplaner, og at*

*c. beredskapsplanen tilpasses virksomhetens art, risiko, størrelse og kompleksitet.»*

Kravene om å utarbeide interne og eksterne beredskapsplaner tilsvarer IAEAs oppdeling i ulike områder med ulike tiltak, som beskrevet i Tabell 4. Paragraf 12 i storulykkeforskriften pålegger såkalte sikkerhetsrapportpliktige virksomheter (virksomheter som håndterer store mengder kjemikalier) å gi allmenheten nødvendig informasjon om risikoene for storulykke, hvordan de som kan bli berørt av en storulykke vil bli varslet, hvordan de i så fall skal forholde seg og hvordan de kan få tilgang til informasjon. Det finnes om lag 300 storulykkeforskrifter i Norge og 100 av disse er sikkerhetsrapportpliktige [51].

### 5.23.3 Hvordan behovet for å kunne etablere en beredskapsplan påvirker valg av lokasjon

Paragraf 4.6 i IAEA SSG-35 anbefaler at det tas hensyn til de følgende faktorene ved vurdering av lokasjoner mht. beredskap:

- a. Fysiske forhold som kan hindre iverksettelse av beredskapsplanen, særlig mht. fremkommelighet over vassdrag, fjell og sjø, der hvor dette er relevant.
- b. Infrastrukturen som trengs for å iverksette beredskapsplanen. Dette gjelder særlig transportinfrastruktur og infrastruktur for kommunikasjon.
- c. Hensyn til befolkningsgrupper og institusjoner som det i særlig grad vil være krevende å evakuere dersom det skulle være nødvendig, slik som sykehjem, sykehus og fengsler.
- d. Spesifikke regulatoriske krav knyttet til f.eks. størrelsen på beredskapssonen.
- e. Industrielle anlegg som hvor en evakuering kan innebære risiko

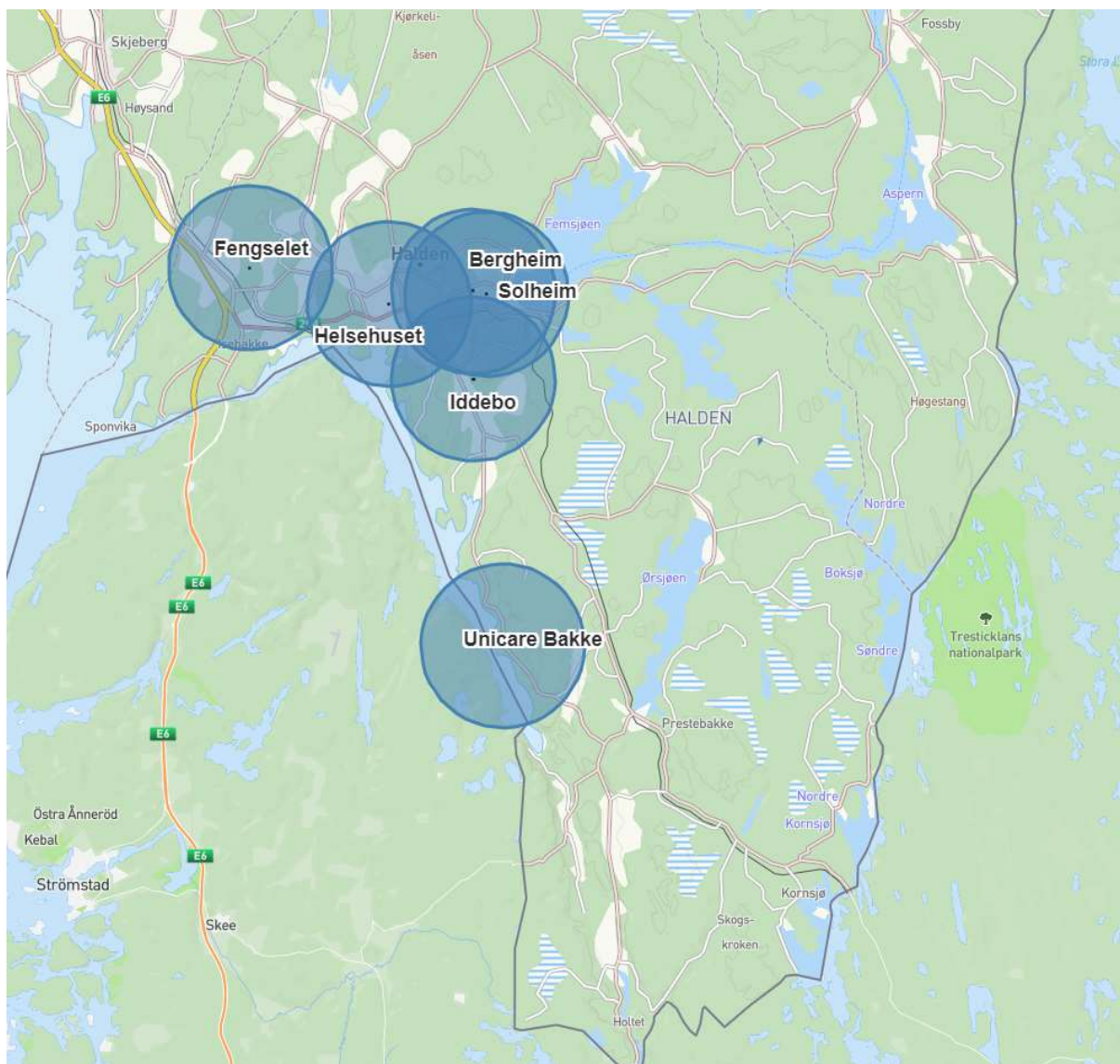
Detaljerte krav til beredskapsområdene og beredskapsplanen for øvrig vil bli fastsatt gjennom den fremtidige konsekvensutredningen og konsesjonsbehandlingen, i dialog med lokalbefolkningen, kommunen, Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet og andre myndigheter

Norske myndigheter har ikke vedtatt en bestemt størrelse for de ulike beredskapsområdene, men veilederen til vilkår for konsesjon etter atomenergiloven slår fast at de vil vurdere konsesjonssøknader opp mot IAEAs sikkerhetsstandarder. For å oppfylle disse kravene, legges det til grunn at fengselet, helsehuset, sykehjem og andre institusjoner som kan være krevende å evakuere bør ligge utenfor sonen for føre-var-tiltak (PAZ), altså i minst 3 km avstand fra kraftverket. Institusjonene kan ligge innenfor sonen for hastetiltak (UPZ), ettersom det i den sonen kan være tilstrekkelig å oppholde seg innendørs eller evakuere innen et døgn (se Tabell 4), og at dette vurderes som gjennomførbart for disse institusjonene.

Som det fremgår av Tabell 5, anbefaler IAEA at føre-var-sonen har en radius på maksimalt 3-5 km, både for små og store konvensjonelle reaktorer. Vi har valgt å legge til grunn en avstand på 3 km, altså den nedre enden av spennet, fordi prosjektet går ut på å bygge små reaktorer (SMR), og fordi SMR, som forklart, har innebygde sikkerhetsfunksjoner som kan gjøre det mulig å sette radiusen til sonen for føre-var-tiltak til null.

Figur 40 viser områdene som ligger innenfor 3 km avstand fra fengselet og helseinstitusjonene i Halden. Disse områdene er utelukket fra denne analysen. Dersom norske myndigheter i fremtiden vedtar at sonen for føre-var-tiltak kan være mindre enn 3 km, vil områdene som i dag utelukkes kunne revurderes.

I tillegg stilles det krav til at lokasjonen skal ligge i tilknytning til en hovedveiakse, slik at nødetater kan rykke ut i tide. Halden brannstasjon på Remmen, ambulansestasjonen ved Helsehuset og politistasjonen i sentrum ligger sentralt til i Halden. Derfor er utrykningstiden antageligvis akseptabel så lenge kraftverket bygges i nærheten av en av fylkesveiene.



Figur 40: Områder som ligger innenfor 3 km avstand fra fengselet og helseinstitusjoner i Halden.

## 5.24 Forutsetninger for fysisk sikring av anlegget

Fysisk sikring innebærer å beskytte anlegget mot kriminelle handlinger. Dette innebærer at lokasjonen bør legges til rette for at anlegget kan utformes på en oversiktlig måte som lett kan sikres, samt at det bør være en rimelig utrykningstid for politiet.

I likhet med bl.a. olje- og gassinstallasjoner, vil kjernekraftverk omfattes av objektsikringsinstruksen, som regulerer ansvarsforhold og samarbeid knyttet til politiets og Forsvarets objektsikring ved bruk av sikringsstyrker. Sikringstiltakene skal sørge for at objektene opprettholder sin virksomhet og funksjonalitet ved alvorlige trusler i fred, krise og væpnet konflikt. Kjernekraftverk vil være sivile objekter, og dermed politiets ansvar iht. instruksens § 3. Politidistriktene har i ansvar å beslutte hvilke objekter som skal forhåndsutpekes, og forberede objektsikring av disse. Forsvaret kan bistå politiet med objektsikring, jf. politiloven § 27 a. Etter at gassledningen Nord Stream ble sprengt i 2022, bistod Forsvaret med objektsikring av olje- og gassinstallasjoner på land og til havs. Heimevernet stod for mye av innsatsen på land.

Halden heimevernsområde er i likhet med mange andre heimevernsområder spesielt opplært i objektsikring. Avdelingen har årlige øvelser, og består av personell med variert militær og sivil kompetanse, samt god lokalkunnskap. Dersom det skulle oppstå økt risiko for terror, sabotasje eller krig, vil det være naturlig at politiet anmoder om støtte fra Heimevernet til å sikre kjernekraftverket, på samme måte som Heimevernet sikret energiinfrastruktur andre steder i landet i tiden etter at gassledningen Nord Stream ble sabotert i 2022.

IFEs forskningsreaktor i Tistedalsgata er underlagt de samme kravene til fysisk sikring som vil gjelde for kjernekraftverket. Erfaringer derfra kan benyttes til å sikre også det nye kjernekraftverket.

Detaljer om fysisk sikring beskrives ikke i denne versjonen av denne rapporten, av hensyn til sikkerheten.

## 6 Beskrivelse av valgt lokasjon

Basert på kartleggingen som beskrives i kapittel 5, har vi valgt en lokasjon for videre utredning. Figur 41 viser den valgte lokasjonen, som ligger på sørsiden av Haldenvassdragets utløp til Femsjøen.

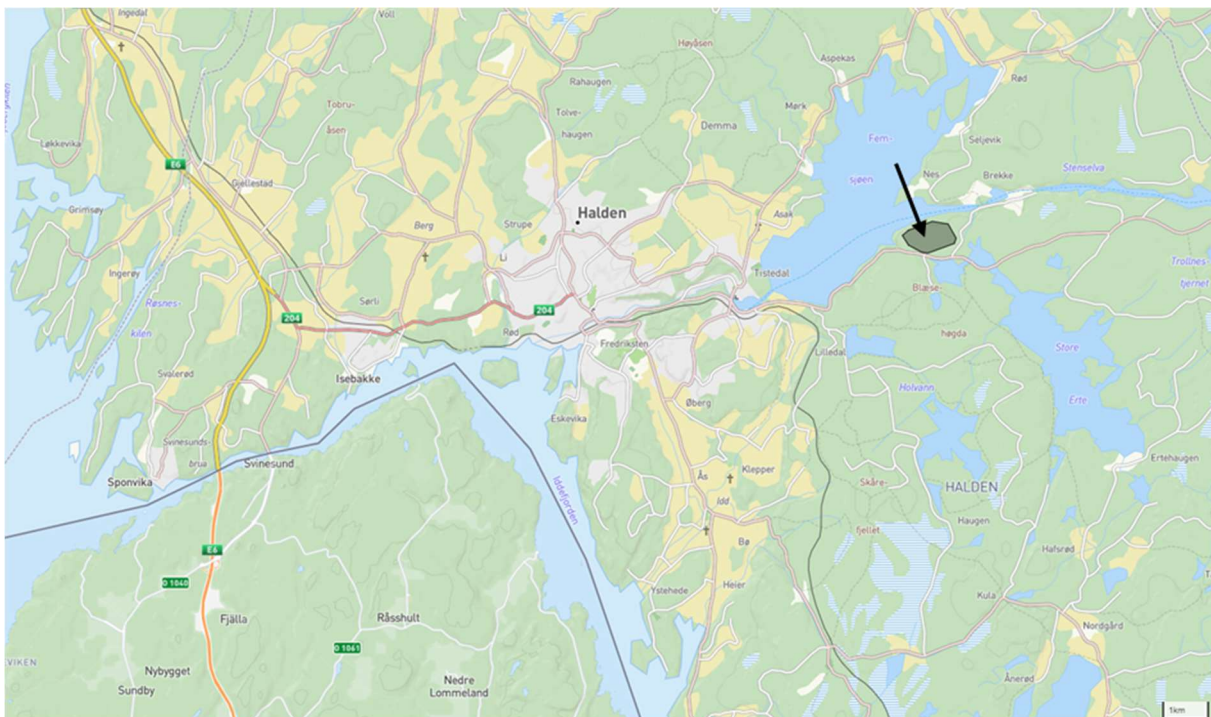
En sammenstilling av informasjonen som gjennomgås i kapittel 5 viser at dette området peker seg ut som særlig godt egnet, fordi:

- Grunnforholdene er stabile (kapittel 5.2, inkludert Figur 12).
- Det er ingen fare for kvikkleire (Figur 13).
- Det er bart fjell i området, ikke et tykt dekke av løsmasser (Figur 14).
- Berggrunnen består av gneis og granodioritt, som er velegnet for å bygge fundamenter og underjordiske anlegg (Figur 15).
- Arealene er store nok, relativt flate til å være i Halden, og ligger høyt nok i terrenget til at det ikke er noen flomfare.
- Arealene er omtrent 100 m over havnivå, og derfor ikke utsatt for havnivåstigning eller stormflo.
- Det er tilstrekkelig tilgang på kjølevann i Haldenvassdraget (I snitt 22 m kubikkmeter i sekundet, målt ved Brekke, altså 15-22 ganger behovet).
- Det går en kraftledning fra Gyldenløve transformatorstasjon til Brekke kraftverk, som krysser tomten. Ved en utbygging, må denne suppleres eller erstattes med en ledning eller jordkabel som har større kapasitet, men den eksisterende ledningstraseen er bred og de nåværende mastene høye, slik at det marginale naturinngrepet ved å etablere ny nettilknytning vil være relativt lite (se Figur 42).
- Det er 6,5 km fra vestenden av området til Saugbrugs, langs Fylkesvei 21. Fra Saugbrugs til Brekke vannkraftverk er det 10,3 km. Det er mulig å legge et damprør langs Fylkesvei 21 og dermed forsyne papirfabrikken med damp, men det må vurderes nærmere om det er en økonomisk levedyktig løsning (jf. kapittel 5.10).
- Det er god veiforbindelse (Fylkesvei 21, jf. kapittel 5.11).
- Det er noen kulturminner i området, men ikke mange, og de som er der kan mest sannsynlig unngås ved en utbygging (se Figur 43).
- Det er ingen industrianlegg, militære anlegg eller lignende i området som kan medføre en risiko. Et dambrudd ved Brekke kraftverk vil ikke påvirke lokasjonen. Dette fremgår av rapporten «Dambølgeberegning Dam Brekke» [52] som Norconsult har gjennomført for Østfold Energi. Den viser at et dambrudd vil medføre en bølgehøyde på 0,8 m i Femsjøen nord for lokasjonen, mens lokasjonen ligger 30-50 meter over sjøen.

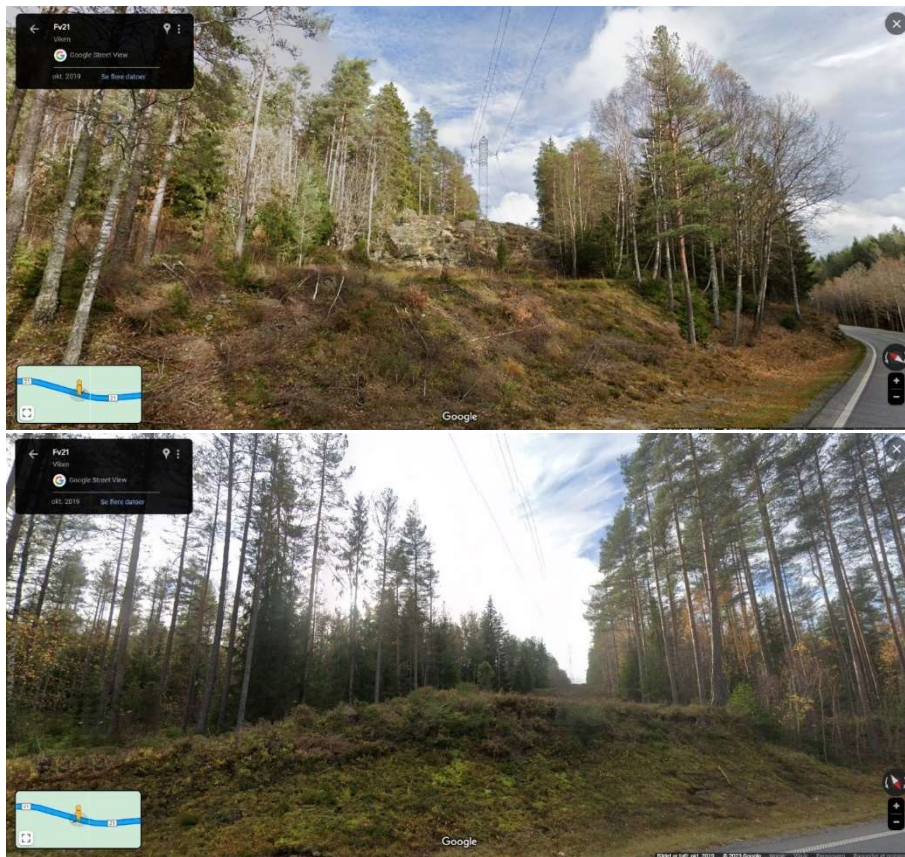
- Lokasjonen omgitt av innsjøer i nord og sør, en elv i øst og fylkesveien i vest, hvilket gjør at den er godt beskyttet mot skogbrann.
- Lokasjonen ligger i et relativt tynt befolket område, som vist i Figur 24 og Figur 25. En fremtidig konsekvensutredning vil se nærmere på i hvilken grad en eventuell utbygging vil påvirke boligene og hyttene i nærmiljøet.
- Det er ikke registrert noen naturtyper av stor verdi innenfor de aktuelle lokasjonene (Figur 27).
- Det er få eller ingen registreringer av arter av nasjonal forvaltningsinteresse innenfor de aktuelle områdene (se kapittel 5.16.3).
- Området er ikke registrert som et friluftslivsområde (Figur 34).
- Det er ikke dyrka mark i området, og kun små registreringer av dyrkbar mark (jf. Kapittel 5.19 og Figur 44).
- Det er ingen registrerte mineralressurser i området.
- Det er ingen registrerte grunnvannsforekomster i området (Figur 38).
- Området overholder kravene til etablering en beredskapsplan (se kapittel 5.23, inkludert Figur 40).
- Arealene er store, og det er mulig å etablere frisiktsoner slik at fysisk sikring kan ivaretas (jf. kapittel 5.24). Det er kort responstid for politiet til lokasjonen.

En fremtidig konsekvensutredning vil se nærmere på disse temaene, samt i hvilken grad omkringliggende områder kan påvirkes av kraftledninger og annen infrastruktur som eventuelt etableres i tilknytning til kraftverket.

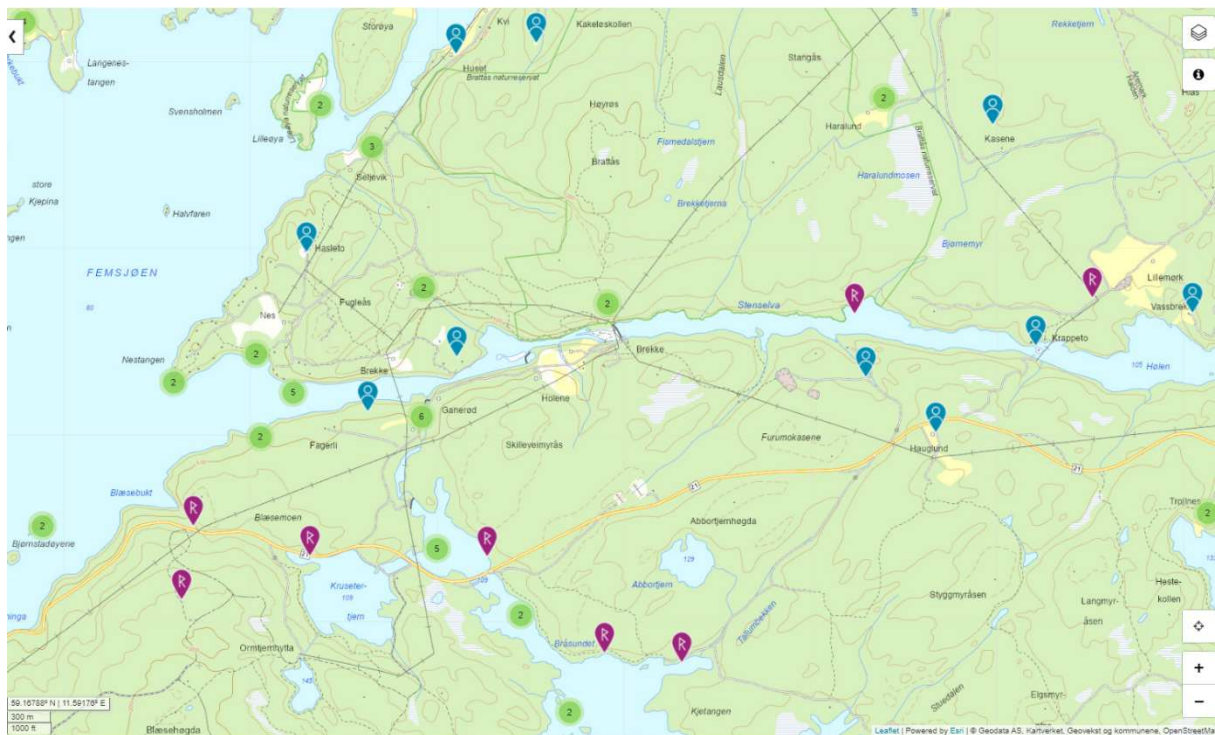
Arealet er i dag regulert for landbruk, natur og friluftsliv, og må derfor omreguleres dersom en utbygging skal finne sted.



Figur 41: Lokasjonen.

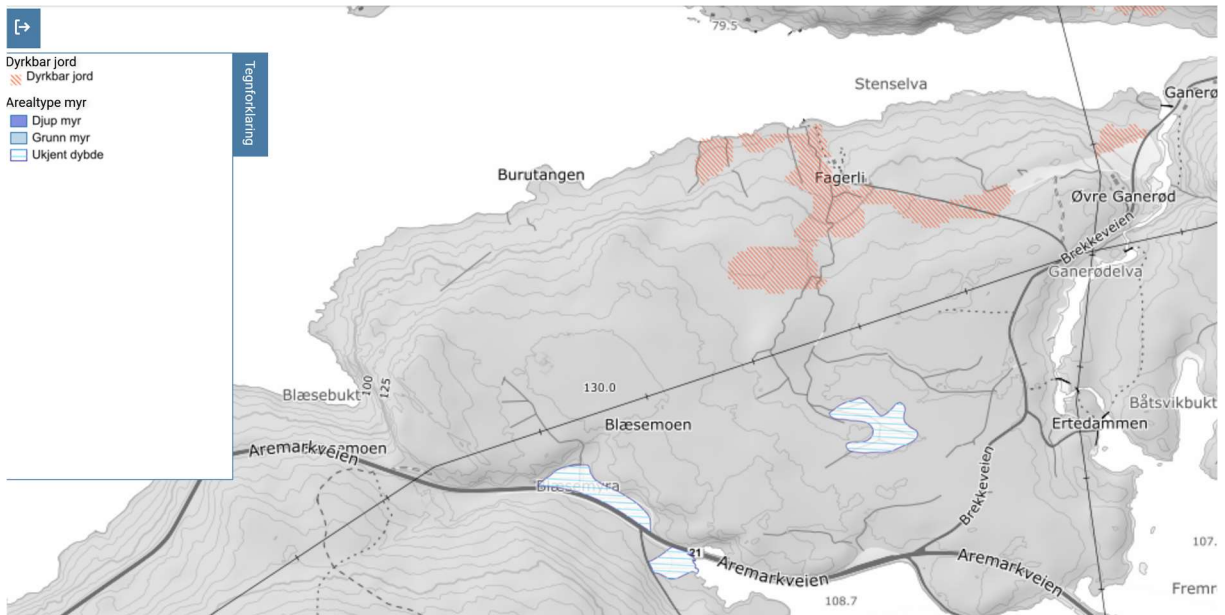


Figur 42: Den eksisterende ledningstraseen mellom Gyldenløve og Brekke, der denne krysser Fylkesvei 21. Fra Google Maps.

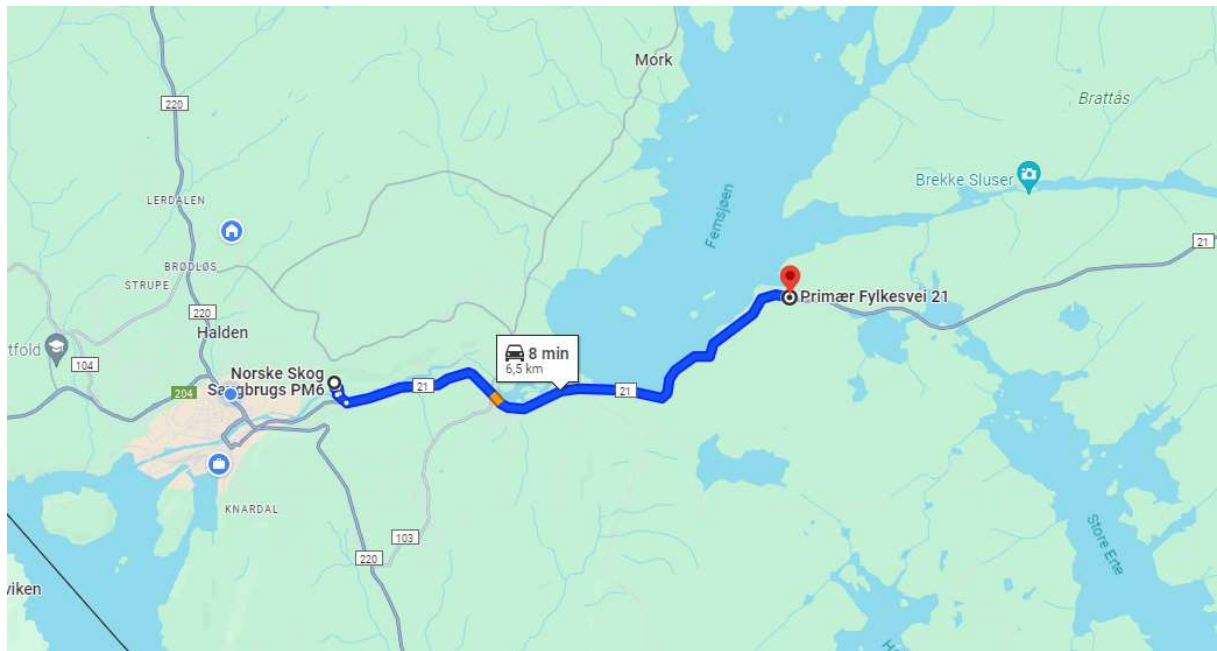


Figur 43: Registrerte kulturminner i området omkring Brekke. Kilde: Kulturminnesøk [30].





Figur 44: Utsnitt fra kilden.nibio.no som viser registrerte forekomster av dyrkbar jord og myr i området.



Figur 45: Avstand fra den vestlige enden av området til Saugbrugs, langs Fylkesvei 21. Kilde: Google Maps.

## 7 Beskyttelse av drikkevannskilden

Det er helt avgjørende at kjernekraftverket og eventuelle avfallslagre ikke utgjør en risiko for drikkevannsforsyningen. Den aktuelle lokasjonen ligger ved bredden av Femsjøen. Femsjøen inngår i dag i systemet for drikkevannsforsyning i Halden på følgende måter (se Figur 46):

- Råvann pumpes fra Femsjøen og opp til vannet Lille Erte, som ligger på sørsiden av Femsjøen. Ved Lille Erte ligger et vannverk som forsyner det aller meste av Halden. Lille Erte får i tillegg vann fra Holvann, som ligger 1 km sør-øst for Lille Erte.
- Asak vannbehandlingsanlegg, som ligger ved vestbredden av Femsjøen, er laget for å kunne ivareta vannforsyningen i Halden dersom det ikke skulle være tilstrekkelig kapasitet tilgjengelig fra Lille Erte. Anlegget tar vann fra Femsjøen. Det er et reserveanlegg for Lille Erte. I tillegg har Halden mulighet til få tilført drikkevann fra Sarpsborg.

Kapittel 5.6 beskriver de tekniske løsningene for kjølevann. Ytterligere utredninger er nødvendige for å fastslå hvilken løsning som er best egnet for den aktuelle lokasjonen. Fordi tilsiget til Femsjøen ved Brekke er langt større enn vannmengden som trengs for moderne kjøletårn, virker det sannsynlig at man kan finne en teknisk løsning som ikke gir vesentlige konsekvenser for miljøet.

I tillegg til konsekvensene som følger av behovet for kjølevann, må det ytterligere utredninger til for å vurdere risikoen for radioaktiv forurensning av Femsjøen, og hvilke tiltak som skal gjøres for å minimere både sannsynligheten for slik forurensning og hvilke konsekvenser det kan medføre. Kraftverket og avfallslagrene kan bygges og driftes på en måte som gjør at man ikke vil forvente at Femsjøen forurenses under normal drift. Flere kjernekraftverk i utlandet ligger inntil drikkevannskilder, for eksempel i Tyskland, Canada og Belgia. Det er imidlertid ikke mulig å fullstendig utelukke enhver risiko for at en ulykke kan skje. Derfor må risikoen for forurensning vurderes og minimeres.

Mattilsynet fører en streng praksis for vern om drikkevannsforsyningen, og har innsigelsesrett ifm. konsekvensutredning av tiltak som kan medføre risiko for forurensning av drikkevann.

Det er to tenkelige scenarioer for hvordan et kjernekraftverk kan føre til ukontrollert forurensning av en drikkevannskilde:

- **Luftbåren forurensning:** I dette scenarioet slipper kjernekraftverket ut radioaktivitet til luft. Luftforurensningen transporteres deretter med vinden og faller ned med regnet og havner i en drikkevannskilde. I et slik scenario har kjernekraftverkets plassering ift. drikkevannskilden lite å si for risikoen, fordi forurensningen kan bevege seg gjennom luften over lange avstander og på tvers av nedbørsfelt.
- **Avrenning av flytende radioaktiv forurensning:** I dette scenarioet lekker flytende radioaktivt avfall fra et kraftverk og dreneres ut i en drikkevannskilde, til tross for at det på forhånd har blitt etablert en rekke barrierer mot et slik utslipp.

Det kan gjøres flere tiltak for å redusere risikoen forbundet med avrenning av flytende radioaktiv forurensning. Alle kjernekraftverk har utstyr og prosedyrer for å holde kontroll over radioaktiviteten, og hindre forurensning. Anlegget kan utformes på en måte som hindrer avrenning til drikkevannskilden, vha. dreneringsgrøfter, vanntette barrierer og lignende. I tillegg har kjernekraftverk omfattende miljøovervåkingsprogrammer for å avdekke og varsle om eventuell forurensning. Ytterligere utredninger er nødvendige for å vurdere om slike tiltak er tilstrekkelige for å gjennomføre en utbygging på den aktuelle lokasjonen.

Dersom slike tiltak ikke blir ansett for å være tilstrekkelige, kan det være et alternativ å fjerne risikoen for forurensning av drikkevannssystemet, ved å etablere et nytt inntak for drikkevannsforsyningen.

Dersom drikkevannet hentes oppstrøms for Brekke sluser, vil det være avskilt fra eventuell avrenning fra den aktuelle lokasjonen for kjernekraftverket, fordi overflatevann fra lokasjonen drenerer til Femsjøen, mens Brekke sluser ligger oppstrøms fra Femsjøen.

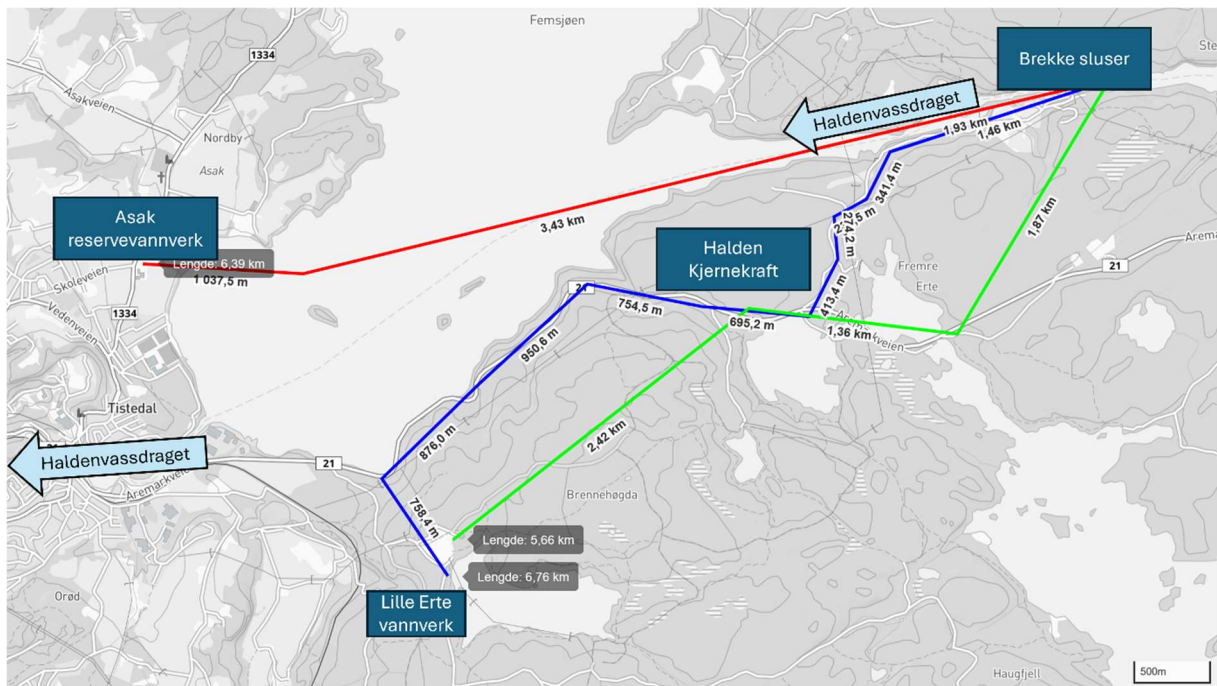
Figur 46 viser ulike tekniske konsepter for å gjennomføre dette:

1. Blå linje: Rørledning i grøft langs eksisterende vei fra Brekke sluser til Lille Erte vannverk. Lengde: 6-7 km.
2. Rød linje: Sjøledning til Asak reservevannverk. Lengde: 6-7 km.
3. Grøn linje: Boret tunnel kombinert med rørledning i grøft: Lengde: 5-6 km.

Kostnaden for slike tiltak er i størrelsesorden noen titalls millioner kroner, og dermed relativt beskjedne i forhold til totalinvesteringen for Halden Kjernekrafts prosjekt. Videre utredninger trengs for å vurdere fordeler og ulemper ved slike tiltak.

Etableringen av slike rør kan gjøres i sammenheng med at kjernekraftverket kobles til vann- og avløpsnett, noe som uansett er nødvendig dersom utbyggingen skal finne sted.

Oppsummert er risikoen for avrenning til drikkevannskilden lav, og det er mulig å gjøre tiltak som reduserer eller fjerner risikoen, til en kostnad som er akseptabel for prosjektets gjennomførbarhet.



Figur 46: Skisse av ulike alternativer for å hente drikkevann oppstrøms fra lokasjonen til Halden Kjernekraft.

## 8 Oppsummering og veien videre

Denne rapporten forklarer hensikten med å utrede kjernekraft i Halden, hvilken metode som har blitt brukt for å finne en aktuell lokasjon, og hvilken lokasjon som har blitt identifisert. Dette er det første steget i det som vil bli en langvarig prosess med grundige undersøkelser og høringsrunder, som vist i Figur 1 på side 1.

Den utpekte lokasjonen har blitt valgt fordi den gir tilgang til kjølevann, vei og kraftnett, samtidig som den har stabile grunnforhold og oppfyller en lang rekke andre kriterier. Disse forholdene vil imidlertid måtte utredes nærmere i forbindelse med den kommende konsekvensutredningen.

I neste fase av prosjektet vil vi gjennomføre et møte for beboere og grunneiere i nærområdet. Deretter vil vi gjennomføre et folkemøte som er åpent for alle, og vi vil informere i Halden Arbeiderblad og andre aviser. Vi er tilgjengelige for spørsmål og dialog underveis.

Det neste steget i prosessen, er å utarbeide en melding med forslag til utredningsprogram, som leveres til Energidepartementet. En slik melding er det første formelle steget i prosessen for å etablere kjernekraftverk i Norge. Norsk Kjernekraft har allerede utarbeidet meldinger med forslag til utredningsprogram for kjernekraftverk på tre andre steder i landet. Disse er tilgjengelig på nettsiden [norsk-kjernekraft.com](http://norsk-kjernekraft.com), og viser hva som typisk inngår i en konsekvensutredning.

Det norske lovverket krever at regjeringen gir konsesjon etter atomenergiloven og energiloven før et kjernekraftverk kan bygges. Før en slik konsesjon kan tildeles, må det gjennomføres en konsekvensutredning og gjennomføres grundige sikkerhetsvurderinger. Konsekvensutredningen skal blant annet beskrive hvordan lokalbefolkningen, naturen og miljøet påvirkes av utbyggingen.

Vi anslår at det vil ta minst 10-15 år før kraftverket eventuelt kan komme i drift. Det aller meste av denne tiden vil gå med til utredningen, høringsrunder og offentlig saksbehandling. Selve byggingen forventes å ta 3-5 år.

## 9 Referanser

- [1] Kärnkraftsäkerhet och Utbildning (KSU), «Staffing Investigation, New Nuclear in Norway,» Halden Kjernekraft, 2024.
- [2] J. Erraia, F. Aulie, O. Dager Moe, S. Aslesen og E. Winje, «Ringvirkninger av kjernekraftanlegg i Halden kommune,» Menon Economics, 2024.
- [3] Elvia, «Oslo, Akershus og Østfold – Kraftsystemutredning 2022-2042 Hovedrapport,» 2022.
- [4] Statnett, «Kortsiktig markedsanalyse 2023-28,» 2023.
- [5] UNECE, «Carbon Neutrality in the UNECE Region: Integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources,» Geneva, 2021.
- [6] EUs vitenskapspanel, «Technical assessment of nuclear energy with respect to the ‘do no significant harm’ criteria of Regulation (EU) 2020/852 (‘Taxonomy Regulation’),» EUR 30777 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-40538-2, doi:10.2760/207251, JRC125953..
- [7] Halden kommune, «Kommuneplan for Halden, Samfunnsdelen, 2018 - 2050,» 2018.
- [8] LO og NHO, «Kraftløftet Østfold,» 2023.
- [9] International Monetary Fund, « Building Back Better: How Big are Green Spending Multipliers?,» 2021.
- [10] WNA, «Employment in the Nuclear and Wind Electricity Generating Sectors,» World Nuclear Association, Report No. 2020/006, 2020.
- [11] H. Ringdal, V. Strøm og H. (. A. Vennemo, «Ringvirkninger av nasjonalt anlegg for deponering av radioaktivt avfall,» NND, 2021.
- [12] IAEA, «IAEA Specific Safety Guide No. SSG-35 – Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations,» IAEA, Wien, 2015.
- [13] M. Brønner, Ø. Nordgulen, M. Böhme, M. van Boeckel, A. Dagestad, E. Erichsen, J. Gellein, I. Gunleiksrud, F. Høgaas, F. Noël, O. Olesen og A. Raaness, «Nasjonale oversiktskart for geologiske grunnundersøkelser for deponering av radioaktivt avfall,» NGU, 2022.
- [14] IAEA, «SSG-67 Seismic Design for Nuclear Installations,» 2021.
- [15] IAEA, «SSG-9 Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations,» 2022.

- [16] NGU, «Kart over innsynking og ustabile fjellpartier - InSAR Norge,» [Internett]. Available: insar.ngu.no. [Funnet 22 01 2024].
- [17] NGU, «Kart over berggrunn,» [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/). [Funnet 24 01 2024].
- [18] A. Hagros, J. Engelhardt, T. Fischer, H. Gharbieh, A. Hautojärvi, P. Hellä, I. Häkkinen, A. Ikonen, T. Karvonen, P. Keto, V. Rinta-Hiiro, T. Schatz, T. Wanne og T. Ärväs-Tuovinen, «Host Rock Target Properties for Norwegian National Facility,» NND, 2021.
- [19] Miljødirektoratet, «Miljøstatus,» [Internett]. Available: <https://miljoatlas.miljodirektoratet.no/KlientFull.htm>. [Funnet 23 01 2024].
- [20] Kartverket, «Se havnivå i kart,» [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/kart?activeLayers=Stasjoner&zoom=13&center=288361,6550733&locationId=&aar=2090&margin=0&code=1000YMAX>. [Funnet 07 02 2024].
- [21] IAEA, «Efficient Water Management in Water Cooled Reactors,» 2012.
- [22] UK Environment Agency, «Cooling Water Options for the New Generation of Nuclear Power Stations in the UK,» 2010.
- [23] U.S NRC, «Flickr,» [Internett]. Available: <https://www.flickr.com/photos/nrcgov/41994771000>. [Funnet 22 04 2024].
- [24] NVE, «Nettanlegg i kart,» [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/link/?link=nettanlegg>. [Funnet 20 10 2023].
- [25] IAEA, «Nuclear Technology Review 2023,» IAEA, 2023.
- [26] IAEA, «Operating Experience with Nuclear Power Stations in Member States 2023 edition,» 2023.
- [27] IAEA, «Opportunities for Cogeneration with Nuclear Energy,» 2017.
- [28] IAEA, «Industrial Applications of Nuclear Energy,» 2017.
- [29] P. Axelsson, «Presentasjon på Halden NæringsLIV, 9.11.2023,» 2023.
- [30] Riksantikvaren, «Kulturminnesøk,» [Internett]. Available: kulturminnesok.no. [Funnet 22 01 2024].
- [31] Statistisk sentralbyrå (SSB), «Kart fra Statistisk sentralbyrå,» [Internett]. Available: <https://kart.ssb.no/>. [Funnet 23 01 2024].

- [32] «Artsdatabanken,» [Internett]. Available: <https://okologiskegrunnkart.artsdatabanken.no/>. [Funnet 26 01 2024].
- [33] Miljødirektoratet, «Forvaltning av truede arter og naturtyper,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/arter-naturtyper/truede-arter-og-naturtyper/forvaltning-av-den-mest-trua-naturen/>. [Funnet 26 01 2024].
- [34] NGU, «Geologisk Arv,» [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/geologiskarv\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/geologiskarv_mobil/). [Funnet 26 01 2024].
- [35] NGU, «GNIST - Geosteder i Norge og Sverige,» [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/gnist\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/gnist_mobil/). [Funnet 07 02 2024].
- [36] Miljødirektoratet, «Konsekvensutredninger for klima og miljø, Veileder M-1941,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/konsekvensutredninger>. [Funnet 30 08 2023].
- [37] NGU, «Kart over mineralressurser,» [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/mineralressurser\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/mineralressurser_mobil/). [Funnet 23 01 2024].
- [38] M. Komperød, A. Rudjord, L. Skuterud og J. Dyve, «Stråledoser fra miljøet. Beregninger av befolkningens eksponering for stråling fra omgivelsene i Norge. StrålevernRapport 2015:11,» DSA, Østerås, 2015.
- [39] S. a. M. Sunda, «Cooling Tower Noise, Plume and Drift Abatement Costs,» Environmental Protection Agency, 2010.
- [40] Miljødirektoratet, «Veileder om behandling av støy i arealplanlegging,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/stoy/for-myndigheter/veileder-om-behandling-av-stoy-i-arealplanlegging/virkeomrade-og-kvalitetskriterier/kvalitetskriterier-krav-til-stoyniva/>. [Funnet 26 01 2024].
- [41] NGU, «GRANADA – Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/granada\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/). [Funnet 23 01 2024].
- [42] DSA, Veileder til de generelle konsesjonsvilkårene. DSA-hefte nr. 5, 2022.
- [43] Norsk Kjernekraft AS, «Fra ord til handling – en innledende mulighetsstudie om kjernekraft i Norge,» 2023.
- [44] Federal Office for Civil Protection (FOCP), «Nuclear Power Plants: Zones,» [Internett]. Available: [https://map.geo.admin.ch/?selectedNode=ch.ensi.zonenplan-notfallschutz-kernanlagen1&Y=660000.00&X=190000.00&zoom=1&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers\\_opacity=0.6&lang=de&topic=ech&layers=ch.ensi.zonenplan-notfallschutz-kernanlagen](https://map.geo.admin.ch/?selectedNode=ch.ensi.zonenplan-notfallschutz-kernanlagen1&Y=660000.00&X=190000.00&zoom=1&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers_opacity=0.6&lang=de&topic=ech&layers=ch.ensi.zonenplan-notfallschutz-kernanlagen). [Funnet 07 02 2024].

- [45] IAEA, «Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor,» 2013.
- [46] SMR Regulators' Forum, «Pilot Project Report: Considering the Application of a Graded Approach, Defence-in-Depth and Emergency Planning Zone Size for Small Modular Reactors,» IAEA, 2018.
- [47] R. Kelk, A. Murad, R. de Oliveira og M. Jeltsov, «Emergency planning zones for small modular reactors,» National Institute of Chemical Physics and Biophysics Nuclear Science and Engineering, 2020, 2020.
- [48] World Nuclear News, «US regulator approves methodology for SMR emergency planning,» 28 10 2022. [Internett]. Available: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/US-regulator-approves-methodology-for-SMR-emergenc>. [Funnet 2024 02 06].
- [49] STUK, «According to STUK's new regulation, nuclear power plant's precautionary action zone and emergency planning zone are defined on a case-by-case basis,» 26 01 2024. [Internett]. Available: <https://stuk.fi/en/-/according-to-stuk-s-new-regulation-nuclear-power-plant-s-precautionary-action-zone-and-emergency-planning-zone-are-defined-on-a-case-by-case-basis>. [Funnet 02 06 2024].
- [50] SSM, «Utveckling av regelverk och andra åtgärder för befintlig och framtida kärnkraft (delredovisning),» 2023.
- [51] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, «Dette har du rett til å vite om industrinaboen,» [Internett]. Available: <https://www.sikkerhverdag.no/din-beredskap/varsling-og-informasjon/dette-har-du-rett-til-a-vite-om-industrinaboen/>. [Funnet 06 02 2024].
- [52] Norconsult, «Dambølgeberegning Dam Brekke,» Østfold Energi, 2023.
- [53] Statnett, «Omårdeplan Oslo, Akershus og Østfold,» 2022.