

**RAPPORT 1309. Korrigert versjon**

Knut Peder Heen, Helge Bremnes og Arild Hervik

**UTREDNING AV DEN NÆRINGS- OG  
FORSKNINGSMESSIGE BETYDNINGEN  
AV IFES NUKLEÆRE VIRKSOMHET  
RELATERT TIL HALDENREAKTOREN**

Helge Bremnes, Knut Peder Heen og Arild Hervik

Utredning av den nærings- og forskningsmessige betydningen av IFEs  
nukleære virksomhet relatert til Haldenreaktoren

Rapport 1309 Korrigert versjon

ISSN: 0806-0789

ISBN: 978-82-7830-189-0

Møreforsking Molde AS

November 2013

---

Tittel	Utredning av den nærings- og forskningsmessige betydningen av IFEs nukleære virksomhet relatert til Haldenreaktoren
Forfatter(e)	Knut Peder Heen
Rapport nr	1309. Korrigert versjon
Prosjektnr.	2471
Prosjektnavn:	Utredning av den nærings- og forskningsmessige betydningen av Haldenreaktoren
Prosjektleder	Helge Bremnes
Finansieringskilde	Norges forskningsråd
Rapporten kan bestilles fra:	Høgskolen i Molde, biblioteket, Boks 2110, 6402 MOLDE: Tlf.: 71 21 41 61, Faks: 71 21 41 60, epost: <a href="mailto:biblioteket@himolde.no">biblioteket@himolde.no</a> – <a href="http://www.himolde.no">www.himolde.no</a>
Sider:	58
Pris:	Kr 100,-
ISSN	0806-0789
ISBN	978-82-7830-189-0

#### Sammendrag

Formålet med denne utredningen er å kaste lys over den nærings- og forskningsmessige betydningen av Institutt for energiteknikk (IFEs) nukleære virksomhet relatert til Haldenreaktoren. Utredningen dekker også virksomhetens betydning fra et atomsikkerhetsperspektiv og et utdanningsperspektiv.

Hovedfunnene er at den nukleære virksomheten historisk sett har hatt en stor forskningsmessig betydning på grunn av Haldenprosjektet. Denne betydningen vil imidlertid bli svekket når Jules Horowitz-reaktoren i Frankrike står ferdig i løpet av den neste tiårsårsperioden. Den nukleære virksomheten har også betydning fra et atomsikkerhetsperspektiv. Denne betydningen vil imidlertid også svekkes når Horowitz-reaktoren settes i drift. Fra et næringsmessigperspektiv og et utdanningsperspektiv har den nukleære virksomheten hatt mindre betydning. Det er i første rekke annen virksomhet ved IFE Halden som bidrar på disse områdene.

Den økonomiske situasjonen ved IFE Halden er for øyeblikket vanskelig. Dette skyldes i hovedsak at lønnskostnadene følger norsk utvikling, mens inntektene i stor grad følger internasjonale forhold. Dette betyr at de faste kostnadene de siste årene har vokst raskere enn de faste inntektene fra Haldenprosjektet. Resultatet er at virksomheten har blitt mer risikabel. I tillegg har Fukushima-ulykken ført til lavere etterspørsel fra Japan som de siste årene har vært en viktig oppdragsgiver for IFE Halden.

---

## FORORD

Denne utredningen er skrevet på oppdrag for Norges forskningsråd etter mandat gitt av Nærings- og handelsdepartementet. Utredningen skal inngå som en del av beslutningsgrunnlaget ved regjeringens behandling av Institutt for energiteknikk (IFE) søknad om fornyet konsesjon for Haldenreaktoren fra og med 1. januar 2015. Formålet med utredningen er å avklare den nærings- og forskningsmessige betydningen av IFEs nukleære virksomhet relatert til Haldenreaktoren. Utredning beskriver IFEs nukleære forskning ved Haldenreaktoren, og vurderer reaktorens betydning fra et nasjonalt og internasjonalt forskningsperspektiv, næringsperspektiv, atomsikkerhetsperspektiv, og et utdanningsperspektiv.

I en tvilling utredning har Møreforskning Molde også utredet Haldenreaktorens betydning for Halden regionen. Denne utredningen foreligger i rapporten «Utredning av omstilling i Halden med og uten videreføring av IFEs øvrige forskningsaktiviteter etter dekommisjonering av Haldenreaktoren».

Utredningsarbeidet har bestått av to deler, informasjonsinnhenting og analyse. Informasjonen ble innhentet fra IFE Halden, brukerne av IFE Halden, samt andre berørte parter som for eksempel Halden kommune, Inkubator Halden AS og Høgskolen i Østfold – Halden. Vi ønsker å benytte muligheten til å takke alle som har stilt sin tid til disposisjon. Dette gjelder også Norges forskningsråd som har kommet med viktige innspill underveis.

Dette er en korrigert versjon der det er gjort noen nyanseringer enkelte steder i teksten. Dette er den gjeldende versjonen av rapporten.

Molde, 21. november 2013

Knut P. Heen, PhD  
Prosjektmedarbeider

Helge Bremnes, Cand. polit  
Analyseansvarlig

Arild Hervik, Cand. oecon  
Faglig ansvarlig



# INNHold

Forord .....	5
Innhold.....	7
1 Oppsummering og konklusjoner .....	9
2 Introduksjon .....	13
3 Beskrivelse av IFEs virksomhet i Halden.....	15
3.1 IFEs anleggsmidler i Halden .....	18
3.2 Organisasjonen IFE Halden .....	19
4 Jules Horowitz reaktoren: Et potensielt substitutt for Haldenreaktoren?.....	21
5 Den bedriftsøkonomiske analysen .....	23
5.1 Driftsregnskap 2007-2012 .....	24
5.2 Balanse 2007-2012 .....	26
5.3 Kontantstrømanalyse 2008-2012 .....	28
5.4 Resultat per 30.9.2013 .....	30
5.5 Nærmere om situasjonen i 2013 .....	32
5.6 Framtidsutsikter ved videre drift av reaktoren .....	36
5.7 Kontantstrømmer ved nedleggelse av reaktoren .....	37
6 Den samfunnsøkonomiske analysen .....	39
6.1 Tilnæringsmetode .....	39
6.2 Forskningsperspektivet .....	40
6.2.1 Fellesprogrammet .....	41
6.2.2 Det bilaterale programmet.....	42
6.2.3 IFE Haldens egne vurderinger.....	44
6.2.4 Forskningsresultater .....	45
6.2.5 IFE Haldens betydning for IFE Kjeller.....	47
6.3 Atomsikkerhetsperspektivet .....	48
6.3.1 Forsknings direkte betydning for atomsikkerheten .....	49
6.3.2 Forskningskompetansens indirekte betydning for atomsikkerheten .....	50
6.4 Utdanningsperspektivet .....	51
6.5 Næringsperspektivet .....	53
6.5.1 Samarbeidsprosjekter og kunnskapsoverføringer til bedrifter .....	54
6.5.2 Næringsmessige resultater fra samarbeidsprosjekter med universitets- og høyskolemiljøer .....	55
6.5.3 Patentering- og lisensieringsvirksomhet .....	55
6.5.4 Opprettelse av bedrifter og omsetning i bedriftene .....	56
7 Konklusjon .....	59
Referanser .....	61
Vedlegg 1: Mandat for utredningen .....	63



# 1 OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER

Institutt for energiteknikk (IFEs) virksomhet i Halden består i dag av to sektorer. Sektor for Nukleær Sikkerhet- og Pålitelighet, NUSP, studerer hvordan bygningsmaterialer som for eksempel stål og betong påvirkes av radioaktiv stråling, og hvordan radioaktivt brensel oppfører seg under ulike trykk- og temperaturforhold. Sektor for Menneske, Teknologi, og Organisasjon, MTO, studerer hvordan interaksjonen mellom menneske og teknologi fungerer i kritiske situasjoner. Forskningen i NUSP-sektoren er avhengig av Haldenreaktoren, mens forskningen i MTO-sektoren i utgangspunktet ikke er avhengig av Haldenreaktoren. Ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren kan MTO-sektoren videreføres i sin helhet hvis dette er ønskelig og de nødvendige midlene stilles til disposisjon. MTO-sektoren har en kostnadsstruktur som er skalerbar og kan derfor tilpasses den fremtidige etterspørselen.

Haldenreaktoren har historisk sett vært av stor betydning fra et internasjonalt atom-forskningsperspektiv siden Haldenprosjektet har vært lokalisert ved Haldenreaktoren fra reaktoren kom i drift på slutten av 1950-tallet til nå. Haldenprosjektet er et internasjonalt forskningsprosjekt i OECD-regi som i dag har 20 medlemsland. Haldenreaktorens betydningen har økt med tiden ettersom flere og flere forskningsreaktorer har blitt lagt ned samtidig som få nye reaktorer har kommet til. Denne utviklingen er i ferd med å endre seg ettersom det bygges en ny forskningsreaktor i Frankrike, Jules Horowitz-reaktoren, som i løpet av en 5-10 års periode kan erstatte noe av forskningen som i dag gjøres ved Haldenreaktoren. Når Horowitz-reaktoren kommer i drift vil det oppstå et spørsmål om det er et behov for begge reaktorene.

For å gjøre en nedleggelsesbeslutning må man sette kostnadene ved videre drift av reaktoren opp mot nytten man får igjen i form av forskning, næringsvirksomhet, atom-sikkerhet, og utdanning. For å få en forståelse av kostnadene forbundet med å drive reaktoren har vi gjort en kvantitativ bedriftsøkonomisk analyse. For å få en forståelse av den nytten reaktoren genererer har vi gjort en kvalitativ samfunnsøkonomisk analyse. Dette betyr at det vil være beslutningstakerens oppgave å vurdere om nytte elementene forsvarer kostnadene ved videre drift.

IFE Halden mottar i dag ca. 45 millioner kroner av staten til å dekke medlemskontingenten til fellesprogrammet (Haldenprosjektet), hvorav 37,5 millioner kroner kommer fra Nærings- og handelsdepartementet og 7,5 millioner kommer fra Norges forskningsråds grunnbevilgning. I tillegg til dette bærer det norske samfunnet i realiteten risikoen ved eventuelle tap på driften av IFE Halden.<sup>1</sup> Dette betyr at den reelle kostnaden for det norske samfunnet ved å drive reaktoren kan variere fra år til år, avhengig av IFEs inntekter fra den bilaterale oppdragsvirksomheten.<sup>2</sup>

I den bedriftsøkonomiske analysen finner vi at Haldenreaktoren ikke er langt unna å være selvfinansierende i de periodene man klarer å utnytte kapasiteten i reaktoren fullt ut. På

---

<sup>1</sup> Tapet må enten dekkes ved at IFE tærer på egne midler eller ved at staten skyter inn ekstra midler. Hvis IFE tærer på egne midler vil de stå dårligere rustet til å dekke den fremtidige dekommisjoneringskostnaden. Slik det ser ut nå er ikke IFE i stand til å bære dekommisjoneringskostnaden uten hjelp fra staten. Dette betyr i realiteten at en svekkelse av IFEs balanse vil øke det fremtidige dekommisjoneringsbidraget for staten krone for krone.

<sup>2</sup> For verdenssamfunnet er kostnaden ved å drive reaktoren nærmest konstant fra år til år. De internasjonale inntektene til å dekke kostnadene varierer imidlertid fra år til år slik at det norske samfunnet er ansvarlig for eventuelle overskudd/underskudd.



grunn av store faste kostnader forvandles dette imidlertid raskt til et underskudd når utnyttelsen reduseres. På det nåværende tidspunkt er utnyttelsen så lav at en nedleggelse vil være bedriftsøkonomisk lønnsomt hvis man ikke forventer at situasjonen endrer seg raskt. På grunn av en relativt stor dekommisjoneringskostnad kan man tillate seg å drive reaktoren med et underskudd på rundt 10 millioner kroner i året før nedleggelse blir bedriftsøkonomisk lønnsomt. I inneværende år styrer man imidlertid mot et underskudd på en plass mellom 30 og 40 millioner kroner. I år vil de totale kostnadene for å holde IFE Halden i drift bli på rundt 80 millioner kroner for det norske samfunnet, hvorav 45 millioner er i form statlig bidrag til kontingent for fellesprogrammet og 30-40 millioner i tap hos IFE Halden.

De siste 3-4 årene har imidlertid vært gode år. I disse årene har IFE Halden gått med overskudd. Dette har delvis skjult en uheldig utvikling over flere år. De faste lønnskostnadene har vokst raskere enn de faste inntektene fra fellesprogrammet. Dette betyr at IFE Halden har blitt mer og mer avhengig av de variable bilaterale inntektene for å dekke de faste lønnskostnadene. Når man da opplever et fall i de variable inntektene, som i år, kommer et betydelig driftsunderskudd til syne.

Nøkkelen til å få ned underskuddet er å øke utnyttelsen av kapasiteten i reaktoren. Hvis man ikke klarer dette gjennom bilaterale oppdrag må man vurdere å øke NUSP-innslaget i fellesprogrammet. Grunnen er ganske enkelt at det er lettere å skalere ned MTO-virkomheten enn NUSP-virkomheten. Dette forutsetter selvfølgelig at en slik manøver ikke leder til bortfall av inntekter i fellesprogrammet. IFE Halden forsøker nå å redusere kostnadene i NUSP-virkomheten. Det er imidlertid vanskelig å gjøre store kutt i NUSP-virkomheten siden reaktordriften krever en bemanning av en viss størrelse.

På litt lengre sikt vil Haldenreaktoren også møte tøff konkurranse fra Horowitz-reaktoren som er under bygging i Frankrike. Hvis utnyttelsen av Haldenreaktoren på dette tidspunktet ikke er opp mot kapasiteten vil det være svært vanskelig å forsvare en videreføring av Haldenreaktoren fra et økonomisk perspektiv.

I den samfunnsøkonomiske analysen finner vi at det i dag er vanskelig å utføre NUSP-forskningen som skjer ved Haldenreaktoren ved andre reaktorer. Dette vil endre seg når Horowitz-reaktoren i Frankrike settes i drift i løpet av neste tiårsperiode. Det synes også klart at Haldenreaktoren ikke har noe særlig betydning for MTO-forskningen. MTO-forskningen kan i prinsippet videreføres uten reaktor. En videreføring av MTO-forskningen er i realiteten et politisk spørsmål som kan separeres fra reaktornedleggelsesbeslutningen enten gjennom en etablering av et nytt fellesprogram i regi av OECD eller gjennom at den norske statsstøtten til fellesprogrammet videreføres som støtte direkte til MTO-forskningen ved IFE Halden. Konklusjonen er derfor at den planlagte NUSP-forskningen for de neste årene vil måtte utsettes til Horowitz-reaktoren kommer i drift hvis Haldenreaktoren legges ned. Vi har ikke forsøkt å sette noen verdi på denne, men brukerundersøkelsen viser at brukerne ikke er indifferent til en eventuell nedleggelse.

I atomsikkerhetsperspektivet spiller Haldenreaktoren en sentral rolle i fellesprogram-forskningen. I den neste ti års perioden vil fellesprogrammet gjøre viktig forskning på hva som gikk galt under Fukushima-ulykken. En nedleggelse av Haldenreaktoren i dag vil sette dette arbeidet en del tilbake ettersom en del av det planlagte arbeidet ikke kan gjøres i

andre reaktorer. I følge IFE Halden kan heller ikke dette arbeidet gjenopptas umiddelbart når Jules Horowitz reaktoren står ferdig, siden Jules Horowitz reaktoren krever en innkjøringsperiode på noen år. Det kan imidlertid være fornuftig fra et atomsikkerhetsperspektiv å utsette en nedleggelse av Haldenreaktoren til Horowitz-reaktoren står klar. IFE Halden gjør for øvrig mye viktig atomsikkerhetsarbeid på vegne av UD, men dette arbeidet kan videreføres uten Haldenreaktoren siden kompetansen fremdeles vil være tilgjengelig. En del av dagens ansatte vil være involvert i dekommisjoneringsarbeidet, noe som kan være med å utvikle kompetansen videre. På lengere sikt vil det naturligvis være vanskelig å gjenskape kompetanse på dette området.

IFE Halden gjør mye viktig arbeid fra et utdanningsperspektiv, men nesten alt dette arbeidet kan videreføres uten Haldenreaktoren. Utdanningsperspektivet er derfor ikke en viktig faktor å ta hensyn til ved nedlegelsesbeslutningen. Unntaket er doktorgradsarbeid innen NUSP-området som er avhengig av reaktoren. Dette arbeidet er i dag av begrenset omfang, og kan kanskje med fordel flyttes til Horowitz-reaktoren når denne kommer i drift. Det er viktig at doktorgradsstudenter omgås andre med samme interesse regelmessig, og det nukleære forskningsmiljøet i Cadarache, Frankrike er allerede i dag betydelig større enn miljøet i Halden.

IFE Halden har opprettet flere viktige samarbeidsprosjekter med bedrifter i næringslivet samt andre forskningsmiljøer i Norge. IFE Halden har også oppnådd viktige næringsmessige resultater gjennom patenter- og lisensieringsvirksomhet, og flere bedrifter har blitt etablert som et resultat av denne virksomheten. Det foreligger imidlertid ikke gode grunner til å tro at denne aktiviteten vil avta ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren siden all denne aktiviteten har kommet ut av MTO-virksomheten. Det sterkeste argumentet for å videreføre Haldenreaktoren fra et norsk næringsperspektiv er at Thor Energy AS har spennende ideer på gang som er delvis avhengig av at Haldenreaktoren fortsatt er i drift. En flytting av denne aktiviteten til Horowitz-reaktoren vil bety høyere kostnader for Thor Energy. I tillegg finnes det planer om å opprette et forskningssenter for miljøvennlig energi for thorium hvor IFE Halden er tiltenkt en sentral rolle.

Vi har nå oppsummert hva det koster den norske stat å drive Haldenreaktoren videre, og hvilke nytte elementer vi forventer vil gå tapt hvis Haldenreaktoren legges ned. Det er viktig å påpeke at hvis man ønsker å videreføre MTO-virksomheten på dagens nivå vil man måtte videreføre statsstøtten til IFE Halden omtrent på dagens nivå. Dette betyr i så fall at den eneste besparelsen man oppnår er at man eliminerer risikoen for eventuelle tap på driften av Haldenreaktoren. Hvis man derimot også reduserer MTO-virksomheten til det halve vil man oppnå en besparelse som tilsvarer statsstøtten. En slik løsning vil imidlertid true flere av de samfunnsøkonomiske gevinstene ved MTO-virksomheten. Bedriftsetableringene som har kommet fra IFE Halden i de senere årene har alle kommet fra MTO-aktivitetene i fellesprogrammet.



## 2 INTRODUKSJON

Formålet med utredningen er å avklare den nærings- og forskningsmessige betydningen av IFEs nukleære virksomhet relatert til Haldenreaktoren. Utredning beskriver IFEs nukleære forskning ved Haldenreaktoren, og vurderer reaktorens betydning fra et nasjonalt og internasjonalt forskningsperspektiv, næringsperspektiv, atomsikkerhetsperspektiv, og et utdanningsperspektiv.

Det er også noen momenter vi ikke har vurdert. Vi har ingen forutsetninger til å vurdere sikkerheten ved Haldenreaktoren. Vår analyse forutsetter derfor at sikkerheten ved reaktoren er tilfredsstillende. Vi har heller ikke vurdert problemstillingen rundt lagring av atomavfallet. Vår forståelse av lagringsproblemet er at det ekstraavfallet som produseres ved 10 nye år ikke påvirker lagringskostnaden nevneverdig. UDs politianmeldelse av IFE Halden er irrelevant for nedleggelsesbeslutningen. Det som allerede har skjedd er «sunk costs». Vi har derfor ikke viet dette noen spesiell oppmerksomhet.

IFEs forskning i Halden består av to enheter, Nukleære Sikkerhet- og Pålitelighet (NUSP) og Menneske, teknologi, og organisasjon (MTO). NUSP-sektoren konsentrerer sin forskning om materialteknologi og kjernebrensel, mens MTO-sektoren konsentrerer sin forskning om interaksjonen mellom sikkerhet, menneske, maskin, og organisasjon. NUSP-sektoren er helt avhengig av Haldenreaktoren. MTO-sektoren drar nytte av reaktoren i noe av sitt arbeid men er i utgangspunktet ikke avhengig av reaktoren i sitt arbeid. IFE Haldens forskning finansieres gjennom to uavhengige programmer. Fellesprogrammet (Haldenprosjektet) er et OECD-organisert program hvor 20 medlemsland deler på kostnadene ved et felles forskningsprogram som omfavner både NUSP-sektoren og MTO-sektoren. I tillegg finnes det et bilateralt oppdragsprogram hvor forskningen er styrt av hver bruker.

Utredningsarbeidet har bestått av to deler, informasjonsinnhenting og analyse. Informasjonen ble innhentet fra IFE Halden, brukerne av IFE Halden, samt andre berørte parter som for eksempel Halden kommune, Inkubator Halden AS og Høgskolen i Østfold – Halden. I tillegg har vi benyttet offentlig tilgjengelig informasjon. Analysen har bestått i å sette kostnadene ved videre drift av Haldenreaktoren opp mot nytte gevinstene reaktoren genererer.

Utredningen starter med en beskrivelse av IFE Haldens virksomhet, anleggsmidler, og organisasjon i kapitel 3. I kapitel 4 fortsetter vi med en beskrivelse av Jules Horowitz-reaktoren som er under bygging i Frankrike. Dette er en reaktor som på sikt kan true Haldenreaktorens spesielle posisjon.

For å forstå hva det koster å drive Haldenreaktoren videre har vi gjort en bedriftsøkonomisk analyse. IFE Halden består av to virksomheter som både har felleskostnader og fellesinntekter. Hovedutfordring er derfor å isolere hvilke kostnader og hvilke inntekter som kan tilordnes selve reaktordriften, og som dermed vil falle bort ved en eventuell nedleggelse. Dette er informasjon som er nødvendig for å kunne gjøre en informert nedleggelsesbeslutning. Denne analysen finnes i kapitel 5.

Den samfunnsøkonomiske analysen vi gjør i kapitel 6 er motstykket til den bedriftsøkonomiske analysen i kapitel 5. Her er formålet å isolere nytte gevinstene Haldenreaktoren genererer. Siden nytte elementene ikke omsettes i noe marked kan vi ikke sette noen kroneverdi på disse elementene. Det blir derfor beslutningstakerens oppgave å vurdere om nytte elementene har stor nok verdi til å forsvare kostnadene ved å drive reaktoren videre. Kapittel 7 konkluderer.

### 3 BESKRIVELSE AV IFES VIRKSOMHET I HALDEN

Institutt for energiteknikk, IFE, ble etablert i 1948 under navnet Institutt for Atomenergi. IFEs virksomhet fordeler seg i dag mellom IFE Kjeller og IFE Halden. IFEs opprinnelige navn viser at et ønske om å forbedre forståelsen av hvordan man utnytter atomenergi var et viktig formål for å opprette organisasjonen. Atomreaktorene ved Kjeller og i Halden har derfor vært av stor betydning for IFEs virksomhet opp gjennom årene. Over tid har imidlertid også annen virksomhet kommet til.

I dag består IFEs virksomheten i Halden av to sektorer. Sektor for Nukleær Sikkerhet- og Pålitelighet, NUSP, studerer hvordan bygningsmaterialer som for eksempel stål og betong påvirkes av radioaktiv stråling, og hvordan radioaktivt brensel oppfører seg under ulike trykk- og temperaturforhold. Sektor for Menneske, Teknologi, og Organisasjon, MTO, studerer hvordan interaksjonen mellom menneske og teknologi fungerer i kritiske situasjoner. Forskningen i NUSP-sektoren er i utgangspunktet avhengig av reaktortilgang, mens forskningen i MTO-sektoren i utgangspunktet ikke behøver reaktor.

Forskningen ved IFE Halden finansieres gjennom to kanaler, fellesprogrammet og den bilaterale oppdragsforskningen. Fellesprogrammet (Haldenprosjektet) er et internasjonalt forskningsprosjekt under OECD-organisasjonen Nuclear Energy Agency (NEA) hvor statlige sikkerhetsorganisasjoner, nasjonale forskningsstiftelser og industribedrifter i 20 medlemsland samarbeider om forskning av felles interesse. Den bilaterale oppdragsforskningen finansieres av oppdragsgiveren.

Fellesprogrammet ble etablert allerede ved ferdigstillingen av Haldenreaktoren i 1958, og har derfor vært en viktig finansieringskilde i mer enn 50 år. Finansieringen av fellesprogrammet følger treårsplaner. I treårsplanen blir representantene enig om forskningsinnhold og budsjett for kommende periode. Fellesprogrammet har i de senere år inneholdt en 60/40-blanding av NUSP-forskning og MTO-forskning. Siden fellesprogrammet finansieres gjennom treårige budsjetter kan fellesprograminntektene regnes som relativt faste inntekter for IFE Halden. Regningen fordeles stort sett mellom medlemmene ut fra rettferdighetshensyn (størrelse, BNP). Unntaket er vertsnasjonen, Norge, som betaler omtrent en tredjedel av budsjettet. Norges årlige bidrag til fellesprogrammet er i dag på 48 millioner kroner.<sup>3</sup> Til sammenligning ligger de årlige bidragene fra Danmark, Finland, og Sverige på 2,5-7 millioner kroner. Det er vanlig at vertsnasjonen betaler en høyere andel av regningen for OECD prosjekter siden prosjektene gir vertsnasjonen tilførsel av arbeidsplasser, skatteinntekter, høyt kvalifisert utenlandsk personell, og muligheten til å påvirke aktiviteten i programmet både ved at programmet administreres fra vertsnasjonen og er underlagt vertsnasjonens lover og reguleringer (OECD, 2010). I følge OECD-perspektivet er den årlige norske «ekstra» betalingen på 40-45 millioner kroner en form for kompensasjon vertslandet tilbyr de andre medlemslandene for å unngå konflikter i lokaliseringsspørsmålet.

Det bilaterale oppdragsprogrammet kan deles inn i bilaterale NUSP-oppdrag og bilaterale MTO-oppdrag. Den bilaterale virksomheten skiller seg vesentlig fra fellesprogrammet. Her er

---

<sup>3</sup> De 48 millionene fordeler seg slik: 37,5 millioner i statstilskudd, 7,5 millioner i grunnbevilgning fra Norges forskningsråd, og 3 millioner fra overskuddet på IFE Haldens bilaterale virksomhet.

det ingen treårsplaner og treårsbudsjetter. Oppdragene kommer i stand etter avtale med oppdragsgiver. Dette betyr at oppdragsmengden varierer fra år til år etter behovene hos oppdragsgiverne. Det er også betydelig forskjeller mellom den bilaterale NUSP-virksomheten og den bilaterale MTO-virksomheten. I perioden 2007-2012 har NUSP-virksomheten hatt inntekter på 535 millioner kroner hvorav bare 13 prosent kommer fra norske oppdrag. Den klart største delen av oppdragene kommer fra Japan med 44 prosent. I samme periode har MTO-virksomheten hatt inntekter på 299 millioner kroner hvorav hele 76 prosent kommer fra norske oppdrag. I tillegg kommer 14 prosent av oppdragene fra Sverige. Størstedelen av den bilaterale MTO-virksomheten er med andre ord relativt lokalt forankret, mens den bilaterale NUSP-virksomheten er internasjonal. I gjennomsnitt har NUSP-virksomheten hatt inntekter på 89 millioner kroner i året, mens MTO-virksomheten har hatt inntekter på 50 millioner kroner i året. De tilhørende standardavvikene er henholdsvis 17,8 millioner og 9,2 millioner. Inntektsvolatiliteten (standardavvik/gjennomsnitt) er imidlertid nesten identisk for de to virksomhetene, 20 prosent og 19 prosent. Dette betyr at svingningene i NUSP-inntektene har vært større enn svingningene i MTO-inntekter, men at dette først og fremst skyldes at aktiviteten i NUSP-virksomheten er nesten dobbelt så stor som i MTO-virksomheten. Hvis man beregner inntektsvolatiliteten for perioden 2000-2012 finner vi at volatiliteten i NUSP-inntekter var 17 prosent mens volatiliteten i MTO-inntekter var 28 prosent. Historisk sett har det derfor ikke vært grunnlag for å si at NUSP-inntektene er mer risikable enn MTO-inntektene utover det man kan forvente på grunn av størrelsesforskjellen. Vi skriver dette fordi NUSP-sektoren i inneværende år kommer til å gå på et stort inntektstap i tredje og fjerde kvartal.<sup>4</sup> Noe av inntektstapet forklares naturligvis av at den største oppdragsgiveren, Japan, har stengt ned alle sine reaktorer som følge av Fukushima-ulykken. Det er for øvrig ingenting som tyder på nedstengningen i Japan blir permanent. Vi kommer tilbake til dette i den bedriftsøkonomiske analysen. Tabell 3.1 viser hvordan de bilaterale oppdragene har fordelt seg mellom ulike land i perioden 2007-2012 for de to sektorene.

---

<sup>4</sup> Per 30.9.2013 er NUSP-inntektene 10 millioner kroner lavere enn ved samme tid i fjor.

<b>NUSP</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Totalt</b>	<b>Prosent</b>
Argentina	0	0	290	1 931	1 450	790	4 461	0,8 %
Belgia	661	0	0	0	855	0	1 516	0,3 %
Brasil	0	0	0	0	586	19 161	19 747	3,7 %
Canada	6 459	6 972	6 861	8 765	8 900	9 636	47 593	8,9 %
Danmark	0	0	0	0	0	250	250	0,0 %
England	2 375	0	0	0	0	0	2 375	0,4 %
Finland	46	0	325	0	0	5 800	6 172	1,2 %
Frankrike	5 403	2 717	3 451	650	3 495	10 655	26 371	4,9 %
Japan	36 887	26 279	42 145	48 646	50 368	30 021	234 346	43,8 %
Nederland	0	0	0	0	0	528	528	0,1 %
Russland	430	0	540	7 727	14 605	5 239	28 541	5,3 %
Sveits	0	350	95	0	500	1 071	2 016	0,4 %
Sverige	6 201	7 745	11 515	16 358	10 090	1 199	53 108	9,9 %
Sør-Korea	2 977	3 691	3 688	2 600	1 808	0	14 764	2,8 %
Tyskland	0	0	0	0	500	1 371	1 871	0,3 %
USA	2 827	3 925	4 129	3 463	4 317	4 425	23 086	4,3 %
<b>Sum utland</b>	<b>64 266</b>	<b>51 679</b>	<b>73 038</b>	<b>90 140</b>	<b>97 474</b>	<b>90 146</b>	<b>466 743</b>	<b>87,3 %</b>
Norge	13 410	10 266	10 738	11 037	11 727	10 860	68 038	12,7 %
<b>Sum totalt</b>	<b>77 675</b>	<b>61 945</b>	<b>83 776</b>	<b>101 177</b>	<b>109 201</b>	<b>101 006</b>	<b>534 780</b>	<b>100,0 %</b>

<b>MTO</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Totalt</b>	<b>Prosent</b>
Argentina	0	0	0	87	96	0	184	0,1 %
Danmark	275	795	853	402	450	384	3 160	1,1 %
Finland	1 145	635	922	1 078	1 091	1 093	5 965	2,0 %
Frankrike	1 095	1 074	1 654	3 908	1 250	1 210	10 190	3,4 %
Japan	30	232	79	101	0	0	443	0,1 %
Russland	0	0	0	310	1 019	0	1 329	0,4 %
Slovakia	163	0	0	0	0	376	539	0,2 %
Sveits	286	0	0	0	0	0	286	0,1 %
Sverige	10 959	9 540	6 844	4 731	7 617	2 420	42 111	14,1 %
Sør-Korea	0	317	0	0	0	0	317	0,1 %
Tsjekia	46	1 773	496	49	964	47	3 374	1,1 %
Tyskland	64	237	463	615	293	126	1 797	0,6 %
USA	218	0	161	174	717	650	1 919	0,6 %
<b>Sum utland</b>	<b>14 280</b>	<b>14 603</b>	<b>11 473</b>	<b>11 455</b>	<b>13 496</b>	<b>6 306</b>	<b>71 614</b>	<b>24,0 %</b>
Norge	30 901	33 674	34 711	30 822	35 199	61 772	227 079	76,0 %
<b>Sum totalt</b>	<b>45 181</b>	<b>48 277</b>	<b>46 184</b>	<b>42 278</b>	<b>48 695</b>	<b>68 078</b>	<b>298 693</b>	<b>100,0 %</b>

Tabell 3.1 Oversikt over bilaterale inntekter fordelt på land og virksomhet.

Innen NUSP-sektoren kommer mesteparten av de bilaterale oppdragene fra atomkraft-industrien. De norske oppdragene kommer stort sett fra norske myndigheter, og har derfor ligget stabilt på litt i overkant av 10 millioner kroner de siste årene. I inneværende år har det norske foretaket Thor Energy startet brenselstester i Haldenreaktoren, og man kan derfor forvente at de norske oppdragene øker noe de nærmeste årene. Innen MTO-sektoren kommer 75 prosent av oppdragene fra to industrier, atomkraftindustrien med 30 prosent og den norske petroleumsindustrien med 45 prosent.



### 3.1 IFEs anleggsmidler i Halden

Det eldste og historisk sett viktigste anlegget IFE driver i Halden er Haldenreaktoren som ble satt i drift 26.juni 1959. Reaktoren er en kokende tungtvannsreaktor som er bygd 100 meter inn i Månefjellet, og som er i drift om lag 50 prosent av året. Reaktoren er svært spesiell siden den er bygd med flatt topplokk. Det flate topplokket gjør at det er god plass i kjernen av reaktoren samtidig som det gir stor fleksibilitet i forhold til brensel bytte og omplasseringer. Den spesielle konstruksjonen gir også muligheten til å gjøre flere målinger enn vanlig simultant. Dette gjør at Haldenreaktoren har et komparativt fortrinn sammenlignet med mange andre forskningsreaktorer. Tungtvannet koker ved en temperatur på 240 °C. Dette gir et driftstrykk på ca. 33 bar. Et kjernekraftverk opererer med betydelig høyere trykk og temperatur, 330 °C og 150 bar. Kjølingen av reaktoren skjer ved naturlig sirkulasjon. Det oppvarmede vannet stiger, mens det kalde vannet synker ned og kjøler reaktoren. Konstruksjonen benytter seg av Le Charterliers prinsipp på en slik måte at enhver endring i uheldig retning reduserer effekten i reaktoren. Når reaktoren er i drift overvåkes den alltid av et mannskap på fire personer i kontrollrommet. Selve reaktoren brukes av NUSP-virksomheten, mens det som skjer i kontrollrommet er av interesse for MTO-virksomheten. Vi har forstått det slik at dette er den eneste direkte koblingen mellom MTO-virksomheten og reaktoren.

I 1983 ble Halden Menneske-Maskin Laboratorium, Hammlab, etablert. Dette er et simulatorsenter som studerer design av kontrollrom og samspillet mellom menneske og maskin. Senteret ble i følge IFE finansiert av Haldenprosjektet og IFEs overskudd fra den bilaterale oppdragsvirksomheten. Hammlab har i dag to ulike reaktorsimulatorer (PWR og BWR). Labben er konstruert slik at forskerne kan observere operatørene fra et galleri uten at forskerne påvirker operatørene. Fra galleriet kan forskerne observere operatørenes adferd ned til minste detalj. Dette inkluderer til og med operatørens øyebevegelser. Formålet med disse studiene er å forstå menneskelige prestasjonsevner i ulike scenarier som kan oppstå, og hvordan kontrollrommets design påvirker prestasjonsevnen. Hammlab benyttes av MTO-virksomheten, og driften av senteret er ikke direkte avhengig av at Haldenreaktoren er i drift.

I 1996 ble Halden Virtual Reality Centre, HVRC, etablert. Dette er et visualiseringssenter hvor man kan studere hvordan ulik adferd påvirker sikkerheten utenfor kontrollrommet. Blant annet har man utviklet en programvare som regner ut hvor mye stråling en person utsettes for ved, for eksempel, dekommisjoneringsarbeid. Brukeren kan velge ulike arbeidsmønstre og deretter se hvor mye stråling han ble utsatt for i hvert enkelt tilfelle. Dette betyr at arbeidsmønsteret kan optimaliseres slik at man får gjort mest mulig arbeid innenfor en gitt strålingsgrense. Visualiseringssenteret ble i følge IFE også finansiert av IFEs overskudd fra den bilaterale oppdragsvirksomheten. Senteret komplimenterer på mange måter Hammlab ettersom man her tar for seg adferd utenfor kontrollrommet. Visualiseringssenteret benyttes av MTO-virksomheten, og driften av dette senteret er heller ikke direkte avhengig av at Haldenreaktoren er i drift.

Den siste tilveksten er FutureLab som kom i drift i 2012. Dette er en lab som skal være med å utvikle fremtidens kontrollrom. Foruten de nevnte labbene har man også bygd opp en Experimenters lab, en IO-collaboration lab, og en Human factors analysis lab. Alt dette er

MTO-labber som kan drives videre uten at reaktoren er i drift. I tillegg til MTO-labbene i Os allé, har IFE Halden kjøpt det 6500 kvm store nabobygget og pusset dette opp for 23 millioner kroner. Bygget ble kjøpt i 1997, men sto først klart til innflytting i 2007.<sup>5</sup> I følge IFE er alt dette finansiert gjennom overskuddet fra den bilaterale oppdragsvirksomheten.

### 3.2 Organisasjonen IFE Halden

IFE Halden er naturligvis organisert i henhold til de to virksomhetsområdene NUSP og MTO. Det er imidlertid store forskjeller i antall ansatte i de to områdene. I tillegg er yrkessammensetningen svært forskjellig i de to områdene. NUSP-organisasjonen er omtrent dobbelt så stor som MTO-organisasjonen. NUSP-organisasjonen har også et langt høyere innslag av ingeniører, teknikere, og fagarbeidere enn MTO-organisasjonen hvor 3 av 4 ansatte er forskere. Tabell 3.2 gir en oversikt over hvordan IFEs ansatte fordeler seg på de to virksomhetsområdene per juli 2013.

<b>NUSP</b>	<b>Forskere</b>	<b>Andre</b>	<b>Totalt</b>
Nuclear Safety and Reliability	4	1	5
Test Rig Design and Production Department	3	31	34
Experiment Engineering Department	4	12	16
Experiment Planning and Reporting Department	9	8	17
Nuclear Materials Technology Department	6	7	13
Reactor Operations and Engineering Department	3	61	64
Radiation Protection Department	4	6	10
<b>NUSP totalt</b>	<b>33</b>	<b>126</b>	<b>159</b>
<b>MTO</b>			
Safety Man-Technology-Organisation	2	1	3
Software Engineering Department	17	9	26
Systems and Interface Design Department	19	5	24
Industrial Psychology Department	19	7	26
<b>MTO totalt</b>	<b>57</b>	<b>22</b>	<b>79</b>
<b>Administrative and Technical Functions Department</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>33</b>
<b>IFE Halden totalt</b>	<b>90</b>	<b>181</b>	<b>271</b>

Tabell 3.2 Oversikt over IFE Haldens ansatte fordelt på stilling og aktivitet.

Vi kan se av tabellen at administrasjon og stabsfunksjoner som vedlikehold, rengjøring og IKT utgjør omtrent en niendedel av arbeidsstyrken.

NUSP-sektoren ledes av Nuclear Safety and Reliability-enheten som består av fire forskere og en sekretær. Under ledergruppen er det seks underavdelinger. De to største avdelingene

<sup>5</sup> Se ha-halden.no, 28.9.2007, «IFE i nye lokaler».

er reaktoroperatørene og riggmakerne. Disse avdelingene består for det meste av teknikere og fagarbeidere. Vi kan se at forskerne er spredd litt utover hver avdeling, med en viss konsentrasjon i eksperimentplanleggingsavdelingen. Totalt består NUSP-sektoren av 159 ansatte. Omtrent en femtedel er forskere. Ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren vil noen av disse avdelingene kunne videreføres. Nuclear Materials som faktisk er lokalisert ved IFE Kjeller vil ikke være uberørt, men er heller ikke fullstendig avhengig av Haldenreaktoren. Riggmakerne har et godt internasjonalt rykte, og kan tilby sine tjenester til andre reaktormiljø eller til annen industri nasjonalt. Dette er et høykompetent instrumentverksted som med noen tilpasninger kan stå på egne ben. Strålevernavdelingen vil være involvert i dekommisjoneringsarbeidet ved en eventuell nedleggelse og vil kanskje øke i omfang. Reaktoroperatørene, de to eksperimentavdelingene, og ledelsesgruppen vil det imidlertid ikke være like stort behov for ved en nedleggelse av reaktoren.

MTO-sektoren ledes av Safety Man-Technology-Organisation-enheten som består av to forskere og en sekretær. Under ledergruppen er det tre underavdelinger. Vi kan se at både antall forskere og antall ansatte fordeler seg relativt jevnt mellom de tre avdelingene. Programvareavdelingen og systemutviklingsavdelingen er klassiske IT-avdelinger, mens industripsykologene driver det empiriske arbeidet i Hammlab. Ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren vil fellesprogrammet forsvinne. Det vil sannsynligvis ramme industripsykologene hardest siden en vesentlig del av forskningen gjøres i fellesprogrammet. Styret i fellesprogrammet har for øvrig besluttet å skalere opp psykologi innholdet i fellesprogrammet fremover på bekostning av IT-innholdet. Den internasjonale konkurransen på programvare- og systemutviklingsområdet er langt tøffere enn på menneskelige faktorer.

## 4 JULES HOROWITZ REAKTOREN: ET POTENSIELT SUBSTITUTT FOR HALDENREAKTOREN?

Per dags dato finnes det ikke mange klare alternativ til Haldenreaktoren når det gjelder forskningen på brensel- og materialteknologi. I brukerundersøkelsen vi presenterer senere i rapporten sier brukerne at det er teknologisk vanskelig å gjennomføre denne forskningen ved andre reaktorer. Det er viktig å påpeke at forskningsreaktorer ikke er hyllevare. Det finnes mange forskningsreaktorer i verden, men de er konstruert for ulike formål. Det store flertallet er nøytron fabrikker slik JEEP II-reaktoren ved IFE Kjeller delvis er. Siden 1980-tallet har det også vært slik at frafallet av forskningsreaktorer har vært betydelig høyere enn oppstarten av nye reaktorer (Hervik *et al.* (2008)). Dette er en konsekvens av atomulykkene ved Three Mile Island i 1979 og Tsjernobyl i 1986. Resultatet er at man i dag har en relativt liten reaktorportefølje i Europa som stort sett stammer fra 1950- og 1960-tallet. Haldenreaktorens fleksibilitet har sammen med Haldenprosjektet gjort at denne reaktoren har hatt en særstilling i denne porteføljen. I utgangspunktet hadde disse reaktorene en forventet levetid på rundt 40 år. Oppgraderinger og bedre forståelse av aldringsegenskapene til konstruksjonsmaterialet har ledet til en forlengning av levetiden til rundt 60 år. Dette betyr at man står foran et skred av reaktoredleggelse den neste 10 års perioden.

En konsekvens av denne utviklingen er at et konsortium av forskningsinstitutt fra Frankrike (CEA), Tsjekia (NRI), Spania (CIEMAT), Finland (VTT), Belgia (SCK), Israel (IAEC), India (DAE), Japan (JAEA), Storbritannia (NNL), og Europakommisjonen sammen med energiselskapene Electricité de France, Vattenfall, og Areva har satt i gang bygging av en ny forskningsreaktor, Jules Horowitz reaktoren, ved Cadarache i sør-Frankrike. Horowitz-reaktoren er en del av The European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). Oppføringen av reaktoren er estimert til å koste 500 millioner Euro, eller omtrent 4 milliarder kroner. Konstruksjonen ble satt i gang i 2007 og reaktoren skulle egentlig stå klar til bruk i 2014. Flere utsettelse har gjort at man i dag regner med å ha reaktoren i drift ved slutten av 2016. I tillegg kommer 1-2 års innkjøringstid. IFE Halden mener at 2018 er et mer realistisk anslag for ferdigstilling. Det er verdt å merke seg at man i Cadarache også er i gang med bygging av verdens største fusjonsreaktor (både Haldenreaktoren og Horowitz-reaktoren er fusjonsreaktorer). Med 21 nukleære installasjoner, 4500 ansatte, og 350 studenter er Cadarache allerede i dag en tungvekt innen nukleær forskning.

Det som er spesielt med Horowitz-reaktoren sett fra et økonomisk perspektiv er at den ser ut som en blåkopi av Haldenreaktoren. Hovedformålet med reaktoren er brensel- og materialforskning på samme måte som ved Haldenreaktoren. Det skal etableres et fellesprogram, Jules Horowitz International Program, som er en blåkopi av Haldenprosjektet, også med støtte fra OECD/NEA (se Bignan *et al.* (2011a)). Dette programmet skal følge 4-års planer, og første periode er planlagt til 2017-2020 (se Bignan *et al.* (2011b)). Den eneste forskjellen synes å være at Horowitz-programmet ikke kommer til å inneholde noe MTO-forskning. Organisasjonene som støtter Horowitz-reaktoren har også rett til å gjennomføre bilaterale oppdrag i Horowitz-reaktoren. Flere av landene og organisasjonene som i dag finansierer Haldenprosjektet er allerede tungt inne i Horowitz-reaktoren. Dette betyr at det er vanskelig å se for seg at støtten til fellesprogrammet i Halden vil øke betydelig fremover.

Horowitz-reaktoren vil sannsynligvis også spise av Haldenreaktorens bilaterale oppdragsvirksomhet når den kommer i drift. I tillegg til disse utfordringene vil Horowitz-alternativet redusere norske myndigheters evne til å påvirke internasjonal nukleær forskning. I dag har myndighetene innflytelse på forskningen gjennom f.eks. UDs reservasjonsrett (Brasil-saken). I fremtiden kan man bare gå til Frankrike hvis Norge sier nei.

IFE Halden sier at Horowitz-reaktoren ikke er en blåkopi av Haldenreaktoren fra et teknisk perspektiv. De mener at Horowitz-reaktoren har lavere kapasitet enn Haldenreaktoren. I følge IFE Halden kan Haldenreaktoren gjennomføre 20-30 eksperimenter samtidig, mens Horowitz-reaktoren bare kan kjøre 5 eksperimenter samtidig. Noe av denne forskjellen oppveies imidlertid av at Horowitz-reaktoren skal være operativ 75 prosent av året mens Haldenreaktoren er operativ rundt 50 prosent av året. IFE Halden sier også at Haldenreaktoren har flere eksperimentalposisjoner i selve kjernen enn Horowitz-reaktoren. Dette betyr i så fall at Horowitz-reaktoren ikke er et perfekt substitutt for Haldenreaktoren, men et imperfekt substitutt.

Fra et økonomisk perspektiv kan imidlertid et imperfekt substitutt være en nesten like stor utfordring som et perfekt substitutt. Ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren kan man fremdeles opprettholde den viktigste forskningen ved å benytte kapasiteten i Horowitz-reaktoren. Forskningen som er av mindre betydning vil imidlertid måtte settes på vent eller droppes. Hvis Horowitz-reaktoren ikke hadde vært påtenkt ville også den viktigste forskningen måtte droppes ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren. Ved en eventuell videreføring vil det være en risiko for at 20-30 prosent av forskningen som i dag ville blitt gjort ved Haldenreaktoren kan havne ved Horowitz-reaktoren. I tillegg kan tøffere priskonkurranse redusere inntektene fra den resterende forskningen. Begge disse momentene kan ha negative konsekvenser for IFE Haldens fremtidige inntekter. Det kan imidlertid også tenkes at kapasiteten i Horowitz-reaktoren fylles opp av prosjekter som ikke kan gjennomføres ved dagens forskningsreaktorer. I så fall vil Horowitz-reaktoren ha mindre betydning for aktiviteten ved Haldenreaktoren.

## 5 DEN BEDRIFTSØKONOMISKE ANALYSEN

Formålet med den bedriftsøkonomiske analysen av IFE Halden er å avdekke hvilken besparelse det norske samfunnet kan oppnå ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren. Det er denne besparelsen man må sette opp mot eventuelle samfunnsøkonomiske nyttegevinster ved videre drift. En enkel tilnærming til dette spørsmålet er å benytte den årlige kontingenten til fellesprogrammet som et anslag på hva det koster det norske samfunnet å drive IFE Halden. Hervik *et al.* (2008) brukte denne tilnærmingen i en tidligere vurdering. En svakhet med en slik enkel tilnærming er at man implisitt antar at statsstøtten brukes opp når den potensielt kan ende opp som en bygning eller som kontanter på IFEs bankbok. Det motsatte kan også skje. Bygninger og kontanter som har blitt bygget opp i tidligere år kan nyttiggjøres på et senere tidspunkt, slik at den reelle kostnaden med videre drift er høyere enn den årlige statsstøtten. En annen svakhet med den enkle tilnærmingen er at den ikke isolerer reaktorøkonomien fra IFE Haldens øvrige virksomheten. Det kan, for eksempel, tenkes at MTO-virksomheten går med store overskudd som benyttes til å redusere underskuddet i NUSP-virksomheten. Hvis dette er tilfellet vil besparelsen ved å legge ned reaktoren være betydelig høyere enn statsstøtten. Det kan også være motsatt. I det tilfellet vil besparelsen ved nedleggelse være betydelig mindre enn statsstøtten. Hovedhensikten med den bedriftsøkonomiske analysen er derfor å kaste lys over disse problemstillingene.

I kapitlet som beskriver IFEs virksomhet i Halden, så vi at IFE begynte med reaktoren og ingenting annet. I dag eier IFE reaktoren, Hammlab, Halden Virtual Reality Centre, en rekke mindre labber, bygningen disse labbene er lokalisert, og det 6500 kvm store kontorbygget ved siden av. Reaktoren har også gjennomgått flere oppgraderinger opp gjennom årene. En bedriftsøkonom vil naturligvis spørre seg hvordan IFE har finansiert dette. Et svar kan for eksempel være at man har fått investeringstilskudd fra staten. Et annet svar kan være at man har tatt opp gjeld. I følge IFE Halden er begge disse svarene feil. De sier at alle disse investeringene har blitt finansiert gjennom overskudd fra drift og salg av virksomhet. Hammlab ble finansiert av fellesprogrammet. Anskaffelsen av bygningene faller sammen med det som regnes som NUSP-sektorens gullalder på 1990-tallet. Halden Virtual Reality Centre ble finansiert av midler fra kommersialiseringen av Hand-El i 1996. I tillegg finansierte NUSP-sektoren MTO-lab bygget som ble oppført i 2003. Fra et bedriftsøkonomisk perspektiv kan man derfor ikke si at den årlige norske kontingenten til fellesprogrammet har vært en ren kostnad. Noe av kontingenten har samlet seg opp som eiendeler hos IFE Halden. Det er nettoen som har vært den reelle kostnaden for det norske samfunnet ved å drive Haldenreaktoren til nå, og det er den forventede utviklingen i denne kostnaden som må danne grunnlaget for en eventuell nedleggelse av reaktoren.

Ved en normal nedleggelsesvurdering veier man verdien av fremtidige overskudd ved videre drift opp mot gevinsten man kan oppnå ved å legge ned og selge anleggsmidlene umiddelbart. I tilfellet Haldenreaktoren er dette satt på hodet. Grunnen er at nedleggelse medfører en enorm dekommisjoneringskostnad som vi kommer tilbake til under. Man oppnår altså ingen umiddelbar gevinst ved en nedleggelse. I stedet pådrar man seg en stor kostnad. Dette betyr at det er bedriftsøkonomisk rasjonelt å drive videre med tap av en viss

størrelse for å utsette dekommisjoneringskostnaden. Det man må vurdere her er altså et usikkert tap ved videre drift mot et sikkert tap ved en nedleggelse.

Vi så i kapitelet som beskriver IFEs virksomhet i Halden at inntektene fra den bilaterale oppdragsvirksomheten har vært stigende, men at de varierer noe fra år til år. Inntektene fra fellesprogrammet har vært stabil med en relativt svak stigning. Dette betyr at det er en viss risiko forbundet med inntektene fra den bilaterale oppdragsvirksomheten. I inneværende regnskapsår vil IFE Halden gå på et større underskudd enn i kriseåret 2008. Noe av dette skyldes inntektssvikt i tredje og fjerde kvartal inneværende år. Dette er imidlertid ikke hele forklaringen. Inntektene til IFE Halden var ved slutten av tredje kvartal i år faktisk på samme nivå som i fjor. Problemet er at kostnadene ved slutten av tredje kvartal i år er 20 millioner høyere enn i fjor. Vi kommer tilbake til dette i detalj under. Vi begynner den bedriftsøkonomiske analysen med å se på IFEs regnskapstall for perioden 2007-2012. Hervik *et al.* (2008) har vurdert perioden 2000-2006.

## 5.1 Driftsregnskap 2007-2012

Vi vil her presentere IFE Haldens driftsregnskap for perioden 2007-2012. Det er disse tallene som legger grunnlaget for våre forventninger til kostnadene ved videre drift av IFE Halden med og uten reaktor.

DRIFTSRESULTAT	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Inntekter</b>						
<i>Bilaterale inntekter</i>	122 855 958	110 221 985	129 959 783	143 367 176	157 896 464	169 084 000
MTO	45 180 678	48 276 985	46 183 683	42 277 717	48 695 464	68 078 000
NuSP	77 675 280	61 945 000	83 776 100	101 176 800	109 201 000	101 006 000
<i>Fellesprogram inntekter</i>	113 130 933	113 572 366	120 485 365	125 604 441	127 723 720	134 460 333
Utenlandske bidrag	72 080 933	72 522 366	76 585 365	81 504 441	83 623 720	86 460 333
Statstilskudd + HRP bidrag	41 050 000	41 050 000	43 900 000	44 100 000	44 100 000	48 000 000
<b>Sum inntekter</b>	<b>235 986 891</b>	<b>223 794 351</b>	<b>250 445 148</b>	<b>268 971 617</b>	<b>285 620 184</b>	<b>303 544 333</b>
<b>Kostnader</b>						
Lønn og sosiale kostnader	163 300 146	169 037 002	175 333 838	185 691 830	192 901 384	207 579 476
Direkte prosjektkostnader	51 235 983	38 800 609	45 934 064	49 944 489	52 337 257	59 855 940
Andre driftskostnader	24 184 634	24 747 524	24 458 375	25 718 442	26 019 617	27 259 467
Avskrivninger på driftsmidler	4 099 944	4 378 212	4 387 968	3 428 474	4 122 747	4 572 568
<b>Sum kostnader</b>	<b>242 820 707</b>	<b>236 963 347</b>	<b>250 114 245</b>	<b>264 783 235</b>	<b>275 381 005</b>	<b>299 267 451</b>
<b>Driftsresultat</b>	<b>-6 833 816</b>	<b>-13 168 996</b>	<b>330 903</b>	<b>4 188 382</b>	<b>10 239 179</b>	<b>4 276 882</b>

Tabell 5.1 IFE Haldens driftsresultat for perioden 2007-2012.

På inntektssiden kan vi legge merke til at de bilaterale inntektene varierer noe med konjunktorene i verdensøkonomien. Dette viser seg spesielt i de bilaterale NUSP-inntektene, siden dette nærmest utelukkende er inntekter fra utenlandske kunder. Man må faktisk tilbake til før år 2000 for å finne NUSP-inntekter lavere enn 65 millioner i året. De bilaterale MTO-inntektene er mer stabile, med et oppsving i 2012 på grunn av økt salg til

oljeindustrien. Det er foreløpig uklart om dette er et vedvarende inntektshopp eller ikke. Inntektene fra fellesprogrammet er rimelig stabile, siden disse kommer fra forhåndsbestemte treårsplaner. Posten statstilskudd + HRP bidrag bestod i 2012 av 37,5 millioner i statstilskudd, 7,6 millioner i grunnbevilgning fra Norges forskningsråd, og 3 millioner av IFEs egne midler. IFEs egne midler kommer fra de bilaterale inntektene.

På kostnadssiden har lønn og sosiale kostnader økt med 27 prosent fra 2007 til 2012. Dette tilsvarer et geometrisk gjennomsnitt på 4,9 prosent per år. Noe av denne økningen skyldes sannsynligvis aldring av arbeidsstokken. Antall ansatte har vært rimelig konstant i perioden, mens andelen ansatte som er 45 år eller eldre har økt fra 40 prosent i 2007 til 60 prosent i 2012. De direkte prosjektkostnadene følger aktivitetsnivået, og dermed delvis konjunktorene.

Driftsresultatet var som vi ser negativt gjennom kriseårene, men har tatt seg opp spesielt de siste tre årene. Grunnen til dette er ganske enkelt at en stor del, 5/6-deler, av IFE Haldens kostnader er faste kostnader (på kort sikt), mens de bilaterale inntektene varierer med konjunktorene. Det gjennomsnittlige driftsresultat for hele periode 2007-2012 er på minus 160 000 kroner per år.

I hele perioden 2007-2012 økte IFEs inntekter med 28,6 prosent. I samme periode økte kostnadene med 23,2 prosent. I denne sammenheng er det viktig å påpeke at 2007 ikke var et spesielt dårlig år for IFE inntektsmessig. Inntektene var 7 millioner høyere i 2007 enn i 2006. Man kan derfor si at den overordnede utviklingen har vært bra de siste årene (dette gjelder faktisk helt til og med andre kvartal 2013). Det ligger imidlertid noen skjær i sjøen her. De «faste» fellesprogram inntektene har bare økt med 18,9 prosent, mens de variable bilaterale inntektene har økt med hele 37,6 prosent i perioden. På kostnadssiden har imidlertid de faste lønnskostnadene økt med 27,1 prosent, mens de variable prosjektkostnadene har økt med 16,8 prosent. Dette betyr at de faste kostnadene har vokst raskere enn de faste inntektene, mens de variable inntektene har vokst betydelig raskere enn de variable kostnadene. Dette betyr at det man kaller den operasjonelle risikoen har økt betydelig. Gode år gir bedre driftsresultat enn tidligere, mens dårlige år gir dårligere driftsresultat enn tidligere.

Det reiser seg her også et spørsmål rundt finansieringen av fellesprogrammet. Hvis lønnskostnadene øker raskere enn budsjettet for fellesprogrammet, må man enten kutte i aktiviteten i fellesprogrammet eller subsidiere fellesprogrammet fra de bilaterale inntektene. IFE har ikke gitt oss noen informasjon som peker i retning av at aktiviteten i fellesprogrammet har blitt kuttet eller at lønningen for de som jobber i fellesprogrammet følger en annen bane enn resten av arbeidsstokken. Det er med andre ord mye som tyder på at den bilaterale virksomheten bærer en del av kostnadene til fellesprogrammet, og at denne delen har vært økende de siste årene. En økende underfinansiering av fellesprogrammet kan forklare økningen i den operasjonelle risikoen.



## 5.2 Balanse 2007-2012

Vi vil her presentere IFE Haldens balanse for perioden 2007–2012. Det er disse tallene som ligger til grunn for vår påstand om at det bygges opp noe kapital over tid som kan hentes ut ved en fremtidig nedleggelse. Vi begynner med det store bildet.

BALANSE	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Eiendeler</b>	<b>171 870 952</b>	<b>137 969 278</b>	<b>157 696 718</b>	<b>174 636 742</b>	<b>186 342 701</b>	<b>195 553 913</b>
Gjeld	49 751 379	32 180 038	50 884 242	56 188 209	58 980 544	64 372 557
Egenkapital	122 119 573	105 789 240	106 812 476	118 448 533	127 362 157	131 181 356
<b>Sum Gjeld og Egenkapital</b>	<b>171 870 952</b>	<b>137 969 278</b>	<b>157 696 718</b>	<b>174 636 742</b>	<b>186 342 701</b>	<b>195 553 913</b>

Tabell 5.2 IFE Haldens balanse for perioden 2007-2012.

Vi kan se at IFE Haldens eiendeler har økt med rundt 24 millioner kroner fra 2007 til 2012, mens gjelden har økt med rundt 14 millioner kroner. Dette betyr at egenkapitalen har økt med rundt 10 millioner kroner i perioden. Ved en fremtidig nedleggelse av IFEs virksomhet, er det Norges forskningsråd som disponerer egenkapitalen (§12, IFEs vedtekter). Ved en avvikling kan sannsynligvis en stor andel av egenkapitalen realiseres til bokført verdi (vi kommer tilbake til dette under). Dette betyr i så fall at staten får igjen rundt 10 millioner kroner av tilskuddene i perioden. Det er verdt å merke seg at verdien av IFE Haldens eiendeler også varierer en del med konjunktorene. Vi skal nå se nærmere på hvorfor. Tabell 5.3 gir en mer detaljert beskrivelse av IFE Haldens eiendeler.

Eiendeler	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<i>Anleggsmidler</i>						
Instrumenter, inventar, biler	5 520 283	4 380 516	3 522 505	4 997 508	6 155 464	10 276 882
Bygninger	63 704 141	62 197 939	60 691 737	65 918 135	64 073 894	62 342 198
Anlegg under utførelse	0	0	1 439 745	0	0	242 733
Uran og tungtvann	4 672 349	5 227 973	9 342 522	11 428 050	24 924 884	21 981 488
Finansielle anleggsmidler	856 715	856 715	856 715	6 856 715	6 856 715	5 061 315
<i>Sum Anleggsmidler</i>	<i>74 753 488</i>	<i>72 663 143</i>	<i>75 853 224</i>	<i>89 200 408</i>	<i>102 010 957</i>	<i>99 904 616</i>
<i>Omløpsmidler</i>						
Varelager	12 012 895	10 659 667	11 880 354	12 851 724	12 712 541	13 700 200
Kundefordringer	47 765 086	36 414 428	41 901 932	34 832 127	41 577 089	49 114 653
Mellomregning Kjeller	5 310 554	10 618	0	0	1 295 094	783 006
Prosjekter i arbeid	23 844 040	9 896 267	20 485 000	10 250 000	19 420 603	21 177 544
Andre fordringer	5 386 930	1 874 273	3 324 098	3 009 908	2 086 511	3 222 883
<i>Sum Omløpsmidler</i>	<i>94 319 505</i>	<i>58 855 253</i>	<i>77 591 384</i>	<i>60 943 759</i>	<i>77 091 838</i>	<i>87 998 286</i>
<i>Kontanter</i>	<i>2 797 959</i>	<i>6 450 882</i>	<i>4 252 110</i>	<i>24 492 575</i>	<i>7 239 906</i>	<i>7 651 011</i>
<b>Sum Eiendeler</b>	<b>171 870 952</b>	<b>137 969 278</b>	<b>157 696 718</b>	<b>174 636 742</b>	<b>186 342 701</b>	<b>195 553 913</b>

Tabell 5.3 IFE Haldens eiendeler i perioden 2007-2012.

Hvis vi først studerer hovedpostene anleggsmidler og omløpsmidler, kan vi se at disse har hatt en noe ulik utvikling over perioden. Posten anleggsmidler har økt med rundt 25 millioner kroner fra 2007 til 2012. Dette skyldes hovedsakelig en investering i finansielle anleggsmidler i 2010, en investering i uran og tungtvann i 2011, og investeringer i instrumenter og inventar i 2011 og 2012. Posten omløpsmidler har imidlertid blitt redusert med 6 millioner i løpet av perioden. I hovedsak skyldes denne reduksjonen interne transaksjoner mellom IFE Halden og IFE Kjeller. Kontantbeholdningen har for øvrig økt med nesten 5 millioner kroner.

Vi kan nå se at grunnen til at verdien av eiendelene varierer en del med konjunktorene, er at posten omløpsmidler faller kraftig når det oppstår etterspørselssvikt (2007 vs. 2008). Dette skyldes at man ikke binder opp like mye midler i «kundeordringer» og «prosjekter i arbeid» når tilfanget av nye prosjekter reduseres. Vi ser at disse postene igjen øker når prosjekttilfanget bedrer seg, og at vi er tilbake på 2007-nivå ved utgangen av 2012. Ved en eventuell nedleggelse av IFE Halden, vil omløpsmidlene realisere seg selv etter hvert som tilfanget av nye prosjekter faller bort. Man trenger med andre ord ikke å gjøre noen antakelser om annenhåndsmarked for omløpsmidlene for å gi et anslag på verdien av disse. Omløpsmidlene realiseres ved at man bruker opp varelagrene samtidig som man ikke initierer nye «prosjekter i arbeid» eller «kundeordringer».

Bygninger er den absolutt største verdien blant anleggsmidlene. Ved en eventuell nedleggelse kan man sannsynligvis realisere hele den bokførte verdien. IFE Halden antydte til oss at markedsverdien på bygningene lå rundt den bokførte verdien. Vi snakker her om byggene i Os allé, ikke reaktor-anlegget. De to andre postene av betydning er «tungtvann og uran» og «instrumenter, inventar, biler». IFE Halden antydte videre at annenhåndsverdien av disse postene var omtrent null. Det legale annenhåndsmarkedet for uran og tungtvann er sannsynligvis rimelig begrenset, så en lav verdsettelse av denne posten er korrekt hvis man gjør en brå avvikling. Hvis man derimot gjennomfører en kontrollert avvikling, vil «uran og tungtvann»-posten realiseres gjennom at man bruker opp denne innsatsfaktoren i bytte mot driftsinntekter. Det samme argumentet gjelder også for posten «instrumenter, inventar, biler». Ved en kontrollert avvikling vil med andre ord disse postene realiseres gjennom at man avstår fra nye innkjøp. Bokført verdi vil da være et godt anslag på realisasjonsverdien.

Vi kan nå gjøre et konservativt anslag på hva man kunne realisert ved en brå avvikling av IFE Halden ved slutten av 2012. Bygningene, fordringene, prosjekter i arbeid og kontantene ville alene utgjort rundt 140 millioner kroner. Dette er verdier man kan si med stor grad av sikkerhet ville blitt realisert. Det samme regnestykket ved slutten av 2008 ville imidlertid bare gitt 110 millioner kroner. Hovedgrunnen til denne variasjonen er, som vi har nevnt tidligere, at kapital bundet opp i omløpsmidler varierer betydelig over tid. Disse verdiene må igjen settes opp mot gjelden som må betales tilbake. Tabell 5.4 gir en oversikt over gjelden til IFE Halden.

Gjeld	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<i>Kortsiktig gjeld</i>						
Skattetrekk, folketrygd	18 457 123	21 717 741	21 189 697	22 391 305	22 797 166	25 810 669
Leverandørgjeld	14 312 978	6 328 302	5 824 978	6 986 499	9 691 914	10 798 065
Forskudd kunder	10 639 749	1 831 288	6 467 905	16 742 745	3 769 760	10 159 023
Mellomregning Kjeller	0	0	13 175 354	1 360 610	0	0
Annen KG	6 341 529	2 302 707	4 226 308	8 707 050	9 262 613	6 540 473
<i>Sum Kortsiktig gjeld</i>	<i>49 751 379</i>	<i>32 180 038</i>	<i>50 884 242</i>	<i>56 188 209</i>	<i>45 521 453</i>	<i>53 308 230</i>
<i>Langsiktig gjeld</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>13 459 091</i>	<i>11 064 327</i>
<b>Sum Gjeld</b>	<b>49 751 379</b>	<b>32 180 038</b>	<b>50 884 242</b>	<b>56 188 209</b>	<b>58 980 544</b>	<b>64 372 557</b>

**Tabell 5.4 IFE Haldens gjeld i perioden 2007-2012.**

Vi kan her se at IFE Haldens gjeld stort sett består av kortsiktig gjeld til staten, leverandører og kunder. I tillegg ble det tatt opp ny langsiktig gjeld på 13,5 millioner kroner i 2011 i forbindelse med investeringen i uran og tungtvann. Vi kan også legge merke til at skattegjelden til staten stort sett følger lønnsutviklingen, mens leverandørgjelden og kundeforskuddet følger aktivitetsnivået på samme måte som omløpsmidlene på eiendel siden. Totalt var gjelden på 64 millioner kroner i 2012. Setter vi denne gjelden opp mot det konservative anslaget på realisasjonsverdien, får vi et beløp på 76 millioner kroner (140 – 64). Gjør vi tilsvarende anslag ved slutten 2008, får vi faktisk nærmest samme beløp, 110 – 32 = 78 millioner.

Fra kriseåret 2008 til slutten av 2012 har IFE Haldens eiendeler altså økt med rundt 58 millioner kroner. Halvparten av denne verdiøkningen motsvares av at gjelden også har økt med 32 millioner. Egenkapitalen har derfor styrket seg med rundt 26 millioner kroner. Mesteparten av dette har imidlertid blitt investert i lite omsettbare eiendeler som «uran og tungtvann» og «instrumenter, inventar, biler». Man kan derfor ikke regne med å realisere større verdier i dag enn det man hadde gjort hvis man hadde lagt ned i 2008. Hele egenkapitaløkningen har blitt investert i anleggsmidler som bare har verdi ved videre drift. Et resultat av dette er at videre drift alternativet har styrket seg relativt til nedleggelsesalternativet, siden man allerede har gjort store investeringer i nødvendige anleggsmidler for videre drift. Det hadde selvfølgelig vært mer attraktivt å legge ned virksomheten hvis man hadde over 20 millioner kroner stående på bok som i 2010, enn hva det er nå når kontantene har blitt konvertert til anleggsmidler med lav annenhåndsverdi. I fremtiden bør eierne sørge for at store investeringer gjøres etter konsesjonsbehandlingen.

### 5.3 Kontantstrømanalyse 2008-2012

For å få en bedre oversikt over den økonomiske situasjonen i IFE Halden gjør vi en kontantstrømanalyse. Hovedpoenget med denne analysen er å avdekke når inntektene fra drift realiseres og hvordan disse inntektene disponeres over tid. Et driftsresultat gir ofte ikke et godt bilde av de økonomiske realitetene, fordi investeringskostnadene skrives av lenge etter at de faktisk har påløpt, og fordi inntektene inntektsføres før regningen betales av kundene. Bedriftsøkonomer er mer opptatt av når kontantstrømmene kommer. Det er dette

som er avgjørende for viktige finansielle spørsmål som kapasitet til å bære gjeld og dividende utbetalinger. Kontantstrømanalysen viser hvor mye kontanter bedriften har til overs etter at de nødvendige investeringene har blitt gjort. Vi begynner med å regne ut investeringene i anleggsmidler og investeringene i arbeidskapital.

Investeringer	2008	2009	2010	2011	2012
Investeringer i anleggsmidler	2 287 867	7 578 049	16 775 658	16 933 296	2 466 227
Investeringer i arbeidskapital	-17 892 911	31 927	-21 951 592	26 814 835	3 119 671
<b>Sum investeringer</b>	<b>-15 605 044</b>	<b>7 609 976</b>	<b>-5 175 934</b>	<b>43 748 131</b>	<b>5 585 898</b>

**Tabell 5.5 IFE Haldens investeringer i perioden 2008-2012.**

Grunnen til at 2007 er utelatt her er at disse tallene er basert på differansen fra foregående år. Investeringene i anleggsmidler i 2008 har vi funnet ved å ta differansen mellom anleggsmidler i 2008 og anleggsmidler i 2007 for deretter å legge til avskrivningene i 2008. Man finner da summen som ble lagt ut på nye anleggsmidler i 2008. Vi ser her at det ble gjort relativt tunge investeringer i anleggsmidler i 2010 og 2011. Arbeidskapitalen er differansen mellom omløpsmidler og kortsiktig gjeld. Dette er stort sett varelageret pluss differansen mellom kreditt man har gitt egne kunder og kreditten man selv har fått fra sine leverandører. Arbeidskapitalen varierer derfor naturlig nok med den økonomiske aktiviteten. I 2008 ble arbeidskapitalen redusert kraftig som et resultat av dårlig tilfang av nye prosjekter. Det samme skjedde i 2010, mens det motsatte skjedde i 2009 og 2011. I 2009 ble dette dekket av kortsiktig gjeld fra IFE Kjeller, og derfor slår ikke det ut i IFE Haldens investeringer i arbeidskapital. Det man må legge merke til her er at investeringene varierer kraftig fra år til år. I 2011 ble det gjennomført investeringer på nesten 44 millioner kroner, mens det ble tilført 15 millioner kroner i 2008. I gjennomsnitt var investeringene på litt i overkant av 7 millioner kroner hvert år. Disse investeringene må finansieres gjennom kontantstrømmen fra driften av IFE Halden. Denne finner vi ved å legge avskrivningene til driftsresultatet i følgende tabell.

KONTANTSTRØM FRA DRIFT	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Driftsresultat	-6 833 816	-13 168 996	330 903	4 188 382	10 239 179	4 276 882
Avskrivninger på driftsmidler	4 099 944	4 378 212	4 387 968	3 428 474	4 122 747	4 572 568
<b>Kontantstrøm fra drift</b>	<b>-2 733 872</b>	<b>-8 790 784</b>	<b>4 718 871</b>	<b>7 616 856</b>	<b>14 361 926</b>	<b>8 849 450</b>

**Tabell 5.6 IFE Haldens kontantstrømmer fra drift i perioden 2007-2012.**

Vi kan her se at kontantstrømmene fra drift i enkelte år er store nok til å dekke investeringene, mens de i andre år ikke er det. Dette betyr at IFE Halden enten må spare opp midler for å investere eller låne disse midlene, for så å betale tilbake fra fremtidige kontantstrømmer. Tabell 5.7 viser kontantstrøm etter investeringer.

KONTANTSTRØM	2008	2009	2010	2011	2012
Kontantstrøm fra drift	-8 790 784	4 718 871	7 616 856	14 361 926	8 849 450
Investeringer	-15 605 044	7 609 976	-5 175 934	43 748 131	5 585 898
<b>Kontantstrøm</b>	<b>6 814 260</b>	<b>-2 891 105</b>	<b>12 792 790</b>	<b>-29 386 205</b>	<b>3 263 552</b>

Tabell 5.7 IFE Haldens kontantstrømmer i perioden 2008-2012.

Vi ser her at til tross for et stort tap på driften i 2008 så økte kontantbeholdning fordi man fikk fristilt mye arbeidskapital. I 2011 var det motsatt. IFE Halden hadde da en stor gevinst på driften, men de store investeringene gjorde at kontantene strømmet ut raskere enn de strømmet inn. Resultatet var at kontantbeholdningen på 24 millioner kroner i 2010 ble redusert til 7 millioner kroner i 2011, samtidig som den langsiktige gjelden gikk opp med 13,5 millioner kroner. I de fem siste årene har det i gjennomsnitt gått ut 1,9 millioner kroner mer enn det har kommet inn. Til sammenligning viser driftsresultatet et gjennomsnittlig overskudd på 1,1 millioner kroner i denne perioden. Forskjellen skyldes i hovedsak at de årlige investeringene i å fornye anleggsmidlene har vært større enn avskrivningen på anleggsmidlene. På kort sikt forventer vi at investeringene vil avta siden IFE allerede har gjort store investeringer i blant annet uran og tungtvann. Gjelden som ble tatt opp i 2011 vil også tvinge IFE til å redusere fremtidige investeringer for å møte gjeldsforpliktelsene.

I en profittjagene bedrift er det slik at man gjør investeringer for å skape fremtidig kontantstrømmer. Kausaliteten går altså fra investering til kontantstrøm. Hvis man stopper å investere vil etter hvert også kontantstrømmene stoppe. IFE Halden er ikke en profittjagene bedrift. Historien tyder på at kausaliteten går motsatt vei hos IFE Halden. Det er kontantstrømmene som bestemmer investeringene. De store investeringene i anleggsmidler i 2010 og 2011 kan altså være et resultat av at man hadde midler til «overs». I så fall er det kontantstrømmene fra drift som gir det beste bilde av den økonomiske situasjonen i IFE Halden. I lys av dette kan man kanskje også si at det kunne vært fornuftig å legge av en kontantbuffer de siste årene for å stå sterkere når man møter tøffere tider som inneværende regnskapsår. Spesielt når man ser på hvordan forholdet mellom fastekostnader og fasteinntekter har utviklet seg de siste årene. Vi vil nå se nærmere på situasjonen i inneværende år.

#### 5.4 Resultat per 30.9.2013

Vi presenterer her resultat for årets tre første kvartal sammen med tilsvarende periode i fjor, og IFE Haldens budsjett for inneværende år. Posten andre driftskostnader er her inkludert i posten personal kostnader.

<b>Driftsresultat</b>	<b>30.09.2013</b>	<b>30.09.2012</b>	<b>Budsjett</b>
<b>Inntekter</b>			
<i>Bilaterale inntekter</i>	106 427	112 225	143 513
MTO	45 023	40 438	48 075
NUSP	61 404	71 787	95 438
<i>Fellesprogram inntekter</i>	101 963	98 525	101 963
<b>Sum inntekter</b>	<b>208 390</b>	<b>210 750</b>	<b>245 475</b>
<b>Kostnader</b>			
Personal kostnader	169 267	160 584	178 050
Direkte prosjektkostnader	56 764	45 817	61 350
Avskrivninger	2 485	1 723	2 485
<b>Sum kostnader</b>	<b>228 516</b>	<b>208 124</b>	<b>241 885</b>
<b>Driftsresultat</b>	<b>-20 127</b>	<b>2 626</b>	<b>3 590</b>

Tabell 5.8 IFE Haldens driftsresultat per 3. kvartal 2013.

Vi ser at IFE Halden så langt i år har et driftstap på 20 millioner kroner. Situasjonen for fjerde kvartal ser heller ikke lys ut og IFE regner med et driftstap på rundt 35 millioner kroner i år. Hvis vi sammenligner tredje kvartal i år med tredje kvartal i fjor ser vi at inntektene er omtrent like, mens kostnadene har økt med 20 millioner kroner. Kostnadsøkningen fordeler seg likt mellom personal kostnader og direkte prosjektkostnader. Hvis vi sammenligner med budsjettet er imidlertid både kostnadene og inntektene lavere enn forventet. Inntektene er 37 millioner under budsjettet, mens kostnadene er 13 millioner under budsjettet. På inntektssiden skyldes dette i hovedsak at de bilaterale NUSP-inntektene er 34 millioner lavere enn budsjettet. Budsjettet synes imidlertid å være vel optimistisk. Man har altså budsjettet med en inntektsvekst på hele 32 prosent fra 2012 til 2013 i NUSP-sektoren. Inntektene har i stedet falt med 15 prosent. I følge IFE skyldes dette at flere av oppdragene man regnet som sannsynlige (75%) og mulige (50%) i budsjettet, likevel ikke fikk tilslag. De bilaterale inntektene i NUSP-sektoren begrenser seg nærmest til de inntektene man regnet som 100%-sikre for et år siden (58 millioner). IFE sier at de regner dette som et temporært sjokk. For 2014 har de allerede sikret inntekter på 57 millioner kroner. I tillegg regnes 24 millioner kroner som 75 prosent sannsynlig, og 46 millioner kroner som 50 prosent sannsynlig. Hvis disse sannsynlighetene er riktig forventer man altså inntekter på 98 millioner kroner neste år. Man vil i så fall være tilbake på 2012 nivå når det gjelder inntekter. Problemet er at lønnskostnadene øker med mer enn 10 millioner kroner i året. Inntekter som ville gitt et bra resultat i 2012 vil derfor gi et tap i 2014, hvis man ikke får kontroll på kostnadsveksten.

## 5.5 Nærmere om situasjonen i 2013

For å gå nærmere inn på den økonomiske situasjonen for 2013 vi IFE om et mer detaljert regnskap. De gav oss følgende regnskap for NUSP-virksomheten. Regnskapet er delt inn i reaktordrift, fellesprogram, og bilaterale oppdrag. Avskrivninger er ikke budsjettert.

NUSP	Reaktordrift			Fellesprogram			Bilateralt		
	30.09.2013	30.09.2012	Budsjett	30.09.2013	30.09.2012	Budsjett	30.09.2013	30.09.2012	Budsjett
<b>Inntekter</b>									
Fellesprogram	25 560	25 419	25 560	35 603	35 406	35 603	0	0	0
Bilateralt	0	0	0	0	0	0	61 404	71 787	95 438
<b>Sum inntekter</b>	<b>25 560</b>	<b>25 419</b>	<b>25 560</b>	<b>35 603</b>	<b>35 406</b>	<b>35 603</b>	<b>61 404</b>	<b>71 787</b>	<b>95 438</b>
<b>Kostnader</b>									
Persnoal kostnader	22 614	22 721	19 800	21 463	19 963	23 475	60 198	57 065	66 825
Direkte kostnader	4 507	4 260	4 425	11 669	11 239	12 113	20 953	15 518	28 613
Avskrivninger	0	0	14	66	105		2 419	1 604	
<b>Sum kostnader</b>	<b>27 121</b>	<b>26 981</b>	<b>24 239</b>	<b>33 198</b>	<b>31 307</b>	<b>35 588</b>	<b>83 570</b>	<b>74 187</b>	<b>95 438</b>
<b>Overskudd</b>	<b>-1 561</b>	<b>-1 562</b>	<b>1 321</b>	<b>2 405</b>	<b>4 099</b>	<b>15</b>	<b>-22 166</b>	<b>-2 400</b>	<b>0</b>

Tabell 5.9 IFE Haldens driftsregnskap for NUSP-virksomheten per 3.kvartal 2013.

Vi kan se fra regnskapet at reaktordriften og fellesprogrammet går omtrent i null. I den forbindelse er det viktig å poengtere at fellesprogrammet skal gå i null på årsbasis. Regnskapet viser at det er et stort underskudd i de bilaterale NUSP-oppdragene. De tilsvarende tallene for MTO-virksomheten følger.

MTO	Fellesprogram			Bilateralt		
	30.09.2013	30.09.2012	Budsjett	30.09.2013	30.09.2012	Budsjett
<b>Inntekter</b>						
Fellesprogram	40 800	37 700	40 800	0	0	0
Bilateralt	0	0	0	45 023	40 438	48 075
<b>Sum inntekter</b>	<b>40 800</b>	<b>37 700</b>	<b>40 800</b>	<b>45 023</b>	<b>40 438</b>	<b>48 075</b>
<b>Kostnader</b>						
Persnoal kostnader	34 639	29 677	33 150	30 353	31 158	34 800
Direkte kostnader	7 696	6 380	6 750	11 939	8 420	9 450
Avskrivninger	0	0	0	0	0	0
<b>Sum kostnader</b>	<b>42 335</b>	<b>36 057</b>	<b>39 900</b>	<b>42 292</b>	<b>39 578</b>	<b>44 250</b>
<b>Overskudd</b>	<b>-1 535</b>	<b>1 643</b>	<b>900</b>	<b>2 731</b>	<b>860</b>	<b>3 825</b>

Tabell 5.10 IFE Haldens driftsregnskap for MTO-virksomheten per 3.kvartal 2013.

MTO-regnskapet viser et lite overskudd bilateralt og et lite underskudd i fellesprogrammet. Spørsmålet vi nå må stille oss er om underskuddet forsvinner dersom den bilaterale oppdragsvirksomheten til NUSP-sektoren legges ned? Svaret på dette er nei, fordi regnskapstallene ikke gir et godt bilde av den økonomiske realiteten. Grunnen er at felleskostnader og fellesinntekter fordeles sjablongmessig mellom aktivitetene. For eksempel kan vi se at alle avskrivningene settes på NUSP-virksomheten til tross for at MTO-virksomheten disponerer et helt bygg alene.

Hvis man ønsker å sette opp et regnskap man kan bruke som grunnlag for økonomiske beslutninger må man holde felleskostnader og fellesinntekter utenfor. En måte å gjøre dette på, er å si at primær aktiviteten til IFE Halden er fellesprogrammet, og at den bilaterale virksomheten er en form for tilleggsnæring. IFE sier selv at nesten all aktivitet vil opphøre ved et bortfall av fellesprogrammet. Vi kan da si at fellesprogrammet forårsaker alle felleskostnadene og fellesprograminntektene. IFE har fortalt oss at hvis man legger ned den bilaterale virksomheten kan man kutte 20 prosent av lønnskostnadene i NUSP og 50 prosent av lønnskostnadene i MTO. Vi setter derfor opp et regnskap hvor 20 prosent av lønnskostnadene i NUSP tilordnes de bilaterale oppdragene, og hvor lønnskostnaden i MTO fordeles likt mellom fellesprogrammet og de bilaterale oppdragene. Logikken her er at reaktoren må være i drift for at fellesprogrammet skal kunne drives. Når reaktoren først er i drift, koster det relativt lite å gjøre noen ekstra eksperimenter bilateralt. Det begrenser seg til 20 prosent av lønnskostnadene og de direkte prosjektkostnadene. Fra et økonomisk perspektiv er det derfor bare de ekstra lønnskostnadene og de direkte kostnadene som skal tilordnes den bilaterale aktiviteten. Avskrivningene legger vi også på fellesprogrammet. De direkte prosjektkostnadene tilordner vi på samme måte som IFE. Vi får da følgende regnskap for fellesprogrammet.

<b>Fellesprogram</b>	<b>30.09.2013</b>	<b>30.09.2012</b>
<b>Inntekter</b>	101 963	98 525
<b>Kostnader</b>		
Lønn NUSP	83 420	79 799
Lønn MTO	32 496	30 418
Direkte NUSP	16 176	15 499
Direkte MTO	7 696	6 380
Avskrivninger	2 485	1 723
<b>Sum kostnader</b>	<b>142 273</b>	<b>133 819</b>
<b>Overskudd</b>	<b>-40 311</b>	<b>-35 294</b>

**Tabell 5.11 Fellesprogram regnskapet per 3.kvartal 2013.**

Dette regnskapet viser hvordan situasjonen ved IFE Halden hadde sett ut etter tredje kvartal hvis man hadde drevet fellesprogrammet alene. Vi kan nå se hvor stor inntjeningen den bilaterale virksomheten må bidra med for å oppnå et nullresultat. Man må generere et bilateralt overskudd på 40 millioner over de tre første kvartalene. Vi kan også se at dette har økt med 5 millioner fra i fjor på grunn av økte lønnskostnader. Tilsvarende oppstilling for den bilaterale NUSP-virksomheten følger.



Bilateral NUSP	30.09.2013	30.09.2012
<b>Inntekter</b>	61 404	71 787
<b>Kostnader</b>		
Lønn	20 855	19 950
Direkte	20 953	15 518
<b>Sum kostnader</b>	<b>41 808</b>	<b>35 468</b>
<b>Overskudd</b>	<b>19 596</b>	<b>36 319</b>

Tabell 5.12 Bilateralt NUSP-regnskap per 3.kvartal 2013.

Vi kan se at overskuddet fra den bilaterale NUSP-virksomheten i fjor dekket inn alle felleskostnadene fellesprogrammet selv ikke dekket. I år har imidlertid inntektene falt slik at overskuddet fra den bilaterale NUSP-virksomheten ikke er stort nok til å dekke alle de resterende felleskostnadene. Den tilsvarende oppstillingen for den bilaterale MTO-virksomheten er som følger:

Bilateral MTO	30.09.2013	30.09.2012
<b>Inntekter</b>	<b>45 023</b>	<b>40 438</b>
<b>Kostnader</b>		
Lønn	32 496	30 418
Direkte	11 939	8 420
<b>Sum kostnader</b>	<b>44 435</b>	<b>38 838</b>
<b>Overskudd</b>	<b>588</b>	<b>1 601</b>

Tabell 5.13 Bilateralt MTO-regnskap per 3.kvartal 2013.

Vi kan se at den bilaterale MTO-virksomheten bidrar lite til å dekke felleskostnadene. Det bør her legges til at MTO hadde et svært godt fjerdekvartal i fjor. Vi kan nå se klarere hvor den økonomiske utfordringen ligger. Fellesprogrammets budsjett er ikke stort nok til å dekke alle kostnadene som følger med fellesprogrammet. IFE må generere et stort overskudd på den bilaterale NUSP-virksomheten for å dekke disse kostnadene. De årene dette mislykkes blir virksomheten sittende igjen med et stort underskudd. Utviklingen med stadig økende lønnskostnader uten tilsvarende økninger i fellesprogrammets budsjett forverrer situasjonen. Den bilaterale NUSP-virksomheten presses til å levere stadig større overskudd for å dekke det økende gapet mellom hva fellesprogrammet bringer inn og hva det koster å holde programmet i gang.

Hvordan vil en eventuell nedleggelse av reaktoren påvirke situasjonen? En nedleggelse av reaktoren vil sannsynligvis fjerne hele fellesprogrammet og mye av den bilaterale NUSP-aktiviteten. På kort sikt kan den bilaterale MTO-virksomheten kanskje greie seg. Problemet

er at denne virksomheten kan ha vanskelig for å bære administrasjonskostnader, investeringer i nytt inventar, og lignende. Mye tyder også på at det er MTO-aktiviteten i fellesprogrammet som legger grunnlaget for de bilaterale MTO-inntektene. I den samfunnsøkonomiske analysen under kommer vi inn på bedriftsetableringer som har kommet ut av IFE Halden, og alle etableringene de senere årene kommer fra MTO-aktiviteten i fellesprogrammet. Dette tyder på at fellesprogrammet er stedet hvor ideene kles ut, mens den bilaterale virksomheten og bedriftsetableringene står for kommersialiseringen.

Det er også interessant å spørre hvordan en eventuell nedleggelse av MTO-virksomheten med en videreføring av NUSP-virksomheten vil påvirke situasjonen. Dette er et mer utfordrende spørsmål fordi fellesprogrammet da kan drives videre. Utfordringen er her hva som vil skje med finansieringen av fellesprogrammet når MTO-delen forsvinner. Vi er nå inne på fellesinntektsproblemet. Vi kan ikke vite eksakt hvor mye av fellesprogrammets inntekter som vil falle bort ved en eventuell nedleggelse av MTO-virksomheten. Det vi imidlertid vet er at fellesprogrammets MTO-kostnader vil falle bort. Hvis man i stedet tilbyr en tilsvarende mengde NUSP-innhold i fellesprogrammet vil man kunne oppnå en kostnadsbesparelse gjennom at marginal kostnaden ved å produsere NUSP-forskning er lavere enn marginalkostnaden ved å produsere MTO-forskning. Dette følger igjen fra det faktum at hvis man har reaktoren stående der kan man like gjerne utnytte den fullt ut. Vi forutsetter her at det ikke finnes andre flaskehalsen i NUSP-organisasjonen. Den direkte prosjektkostnaden er en del høyere i NUSP enn i MTO. Man kan derfor forvente at de direkte MTO-kostnadene i fellesprogramregnskapet på over på 7,5 millioner erstattes av direkte NUSP-kostnader på 11-12 millioner. Det vil imidlertid ikke være behov for å øke bemanningen i NUSP-sektoren tilsvarende de 40 årsverkene man kan kvitte seg med i MTO-virksomheten. I dag trenger man sannsynligvis ikke ansette noen. Man kan kanskje oppnå en kostnadsbesparelse i størrelsesorden 20-25 millioner (3. kvartal) ved å erstatte MTO-forskningen i fellesprogrammet med tilsvarende mengde NUSP-forskning. Det avgjørende spørsmålet er hva som vil skje med fellesprogrammets inntekter ved en slik manøver.

I beskrivelsen av aktiviteten i Halden så vi at hovedtyngden av de bilaterale NUSP-inntektene kom fra utlandet, mens hovedtyngden av de bilaterale MTO-inntektene kom fra Norge. I beskrivelsen av Horowitz-reaktoren og det planlagte Horowitz-fellesprogrammet så vi at man hadde kopiert mye fra Halden. Unntaket var MTO-forskningen. Vi kan ikke si dette med sikkerhet, men disse observasjonene tyder på at det internasjonale miljøet vil motta en NUSP-fokusering i fellesprogrammet med åpne armer. I forbindelse med den samfunnsøkonomiske analysen under gjorde vi også en brukerundersøkelse hvor to av spørsmålene rettet seg mot fellesprogrammets deltakere, deres syn på en nedleggelse av reaktoren og deres syn på en nedleggelse av MTO-virksomheten. Svarene var konsistent med observasjonene over. Fire av ni representanter sa at landene deres ville trekke seg ut av programmet hvis reaktoren forsvant, mens bare en av ni sa at landet ville trekke seg ut hvis MTO-forskningen forsvant. Dette landets bidrag til fellesprogrammet er i tillegg så lite at bidraget bare dekker noen få årsverk. Fra et bedriftsøkonomisk perspektiv synes det derfor som om IFE Halden kan bedre økonomien betraktelig ved å fokusere på å få utnyttet reaktoren bedre. Hvis IFE Halden ikke klarer dette gjennom bilaterale oppdrag, må det gjøres gjennom fellesprogrammet. Både ut fra et bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk perspektiv tilsier de faste kostnadene ved reaktordriften at kapasiteten må utnyttes fullt ut.

Det er viktig å poengtere at vi ikke sier at MTO-forskningen i fellesprogrammet er unyttig. Det vi i realiteten sier er at MTO-forskningen konkurrerer med NUSP-forskningen om fellesprogrammets midler. MTO-virksomheten burde kanskje heller forsøke å etablere et fellesprogram i oljeindustrien. Da ville ikke MTO-virksomheten konkurrere med NUSP-virksomheten om de samme midlene, og man kunne generert høyere inntekter til samme kostnad.

## 5.6 Framtidsutsikter ved videre drift av reaktoren

IFE Halden har søkt om konsesjon for 10 nye år. Vi begrenser våre vurderinger til denne perioden. Det er viktig å påpeke at alt vi sier om fremtiden er forventninger det hefter betydelig usikkerhet ved. Det vi imidlertid vet med sikkerhet er at fellesprogrammet skal videreføres gjennom perioden. Vi regner derfor disse inntektene som rimelig sikre. Styret til fellesprogrammet har skrevet en rapport «Views on the long-term direction of the OECD Halden reactor project 2015-2024» som beskriver hvilke aktiviteter man vil fokusere på. IFES konsesjonssøknad beskriver også deres syn på fremtiden.

Den største usikkerheten knyttes derfor til utviklingen i de bilaterale inntektene og kostnadsutviklingen. I tillegg kan det oppstå uforutsette investeringsbehov. På kostnads-siden er lønnskostnaden absolutt viktigst. Vi forventer at denne utvikler seg i samsvar med norske lønninger. Dette er allerede i ferd med å skape alvorlige problemer siden fellesprogrammets budsjett ikke har fulgt samme utvikling, noe IFE Halden må løse snarest.

Uforutsette investeringsbehov er det naturligvis vanskelig å predikere. «Normalen» de siste årene har vært investeringer på om lag 9 millioner kroner per år i anleggsmidler. Hvis det skulle oppstå store investeringsbehov i løpet av konsesjonsperioden kan man selvfølgelig revurdere nedleggelsesbeslutningen på dette tidspunktet.

På den bilaterale inntektssiden er det store spørsmålet nå hvor raskt de bilaterale NUSP-inntektene tar seg opp igjen. Dette avhenger noe av utviklingen i Japan. Alle reaktorene i Japan er i dag stengt. Det er meningen at man skal sette reaktorene i drift igjen i løpet av første halvår 2014. Dette kan bety at oppdrag som har ligget på hylla kommer tilbake med full tyngde ganske raskt. Det som kanskje vekker mer bekymring er langtidseffektene av Fukushima-ulykken. Før ulykken opplevde atomkraftindustrien en form for renessanse siden atomkraft regnes som langt bedre enn f.eks. kullkraft fra et klimaperspektiv. Fukushima-ulykken kan imidlertid ha satt en stopper for denne optimismen, og fallet i etterspørselen IFE opplever nå kan være relatert til dette. Mot slutten av konsesjonsperioden vil Jules Horowitz-reaktoren i Frankrike stå klar. Denne reaktoren vil sannsynligvis være en tøff konkurrent ikke bare når det gjelder bilaterale inntekter. Horowitz-reaktorens fellesprogram vil også være en konkurrent til Haldenprogrammet. IFE håper selv at det finnes en nisje for Haldenreaktoren når Horowitz-reaktoren står klar. Dette avhenger helt av hvor flink IFE er til å utnytte kapasiteten i Haldenreaktoren fremover. Fra et økonomisk perspektiv er det svært vanskelig å forsvare kostnadene ved å drive en Haldenreaktor med halvt belegg hvis det finnes et fullgodt alternativ i Frankrike. Kostnadsbesparelsen ved en nedleggelse vil da være bortimot en ren gevinst siden den samme forskningen kan gjøres i Frankrike. Fra et

økonomisk perspektiv bør man faktisk gjøre en revurdering av konsesjonen noen år etter at Horowitz-reaktoren er i drift.

Innen MTO-sektoren så vi en inntektsøkning på 20 millioner kroner fra 2011 til 2012. De bilaterale MTO-inntektene har ligget relativt konstant i årene før dette. Inntektshoppet skyldes utelukkende ekstra salg til oljeindustrien. Det er foreløpig uklart om dette er noe som vil vedvare eller ikke.

Vi har foreløpig ikke sagt mye om forretningsrisikoen til IFE Halden. I den innledende beskrivelsen av virksomheten i Halden så vi at inntektsvolatiliteten er mer eller mindre lik innen NUSP-virksomheten og MTO-virksomheten når man tar hensyn til at størrelsen er ulik. Det er imidlertid slik at kostnadene i NUSP-virksomheten ikke er like skalerbar som kostnadene i MTO-virksomheten. Dette skyldes i hovedsak at reaktoren krever et gitt antall mennesker på jobb så lenge reaktoren er i drift. Det er dette som gjør at reaktoren ikke er langt unna å være selvfinansierende når kapasiteten utnyttes fullt ut, samtidig forvandles dette fort til et stort underskudd når aktiviteten avtar. MTO-virksomheten kan imidlertid skaleres opp og ned etter behov. Dette betyr at hverken store overskudd eller underskudd er mulig her. Hvis etterspørselen er stor må man ansette flere for å få gjort jobben, og omvendt.

Innen bedriftsøkonomi skiller det mellom systematisk og usystematisk risiko. Usystematisk risiko er risiko som kan diversifiseres vekk. Denne bør ikke en rasjonell aktør bry seg om. Systematisk risiko kan man ikke diversifisere vekk. Denne risikoen blir man ikke kvitt samme hvor stor portefølje man setter sammen. Det er da fornuftig å verdsette fremtidige kontantstrømmer lavere enn forventningsverdien. En bedriftsøkonom vil derfor være mer bekymret for hvordan det går med bedriften i perioder som 2001-2003 og 2007-2009 enn hvordan det går nå som aksjemarkedet er på topp. Det som har skjedd hos IFE i år er med andre ord diversifiserbar risiko. Hvis dette viser seg å være et temporært underskudd er det ikke noe særlig å bry seg om. Hvis underskuddet blir permanent er det en annen sak. Da kan det heller ikke defineres som risiko, men må føre til nedjustering av forventningene.

## 5.7 Kontantstrømmer ved nedleggelse av reaktoren

Ved en nedleggelse av reaktoren er det i hovedtrekk to ting som skjer. Det fristilles en del ressurser i form av IFE Haldens eiendeler. Det vil imidlertid også bindes opp en del ressurser i dekommisjoneringsarbeidet. I følge Nærings- og Handelsdepartementets finansieringsplan for dekommisjonering av de nukleære anleggene finnes det tre alternativer for dekommisjonering. Dette er «green field», «brown field», og forsegling. Forsegling er stort sett regnet som en utilfredsstillende løsning, så de to reelle alternativene er «green field» og «brown field». Det som skiller alternativene er at bruksverdien av området etter dekommisjonering er høyere ved «green field» enn ved «brown field». Samtidig er kostnadene ved å oppnå «green field» høyere enn ved å oppnå «brown field».

Kostnaden ved å oppnå «green field» for alle IFEs anlegg er estimert til 1,4 milliarder kroner. For Haldenreaktoren er estimatet på 1 milliard kroner. Kostnaden ved å oppnå «brown field» for alle IFEs anlegg er estimert til mellom 581 og 783 millioner kroner. Hvis 70 prosent av

«brown field» kostnadene også påløper ved Haldenreaktoren, ligger den forventede «brown field» kostnaden for Haldenreaktoren like under 500 millioner kroner. «Green field» er derfor bare lønnsomt hvis man verdsetter eiendommen 500 millioner kroner høyere etter «green field» dekommisjonering enn etter «brown field» dekommisjonering. Hvis vi antar at en «brown field» eiendom ikke har noen verdi, betyr dette at man må kunne selge eiendommen reaktoren står på for 500 millioner kroner for at «green field» dekommisjonering skal være et rasjonelt valg. I begge tilfeller vil nettokostnaden ved dekommisjonering være like under 500 millioner kroner. Den eneste måten nettokostnaden kan være betydelig lavere enn 500 millioner kroner er hvis man kan selge eiendommen reaktoren står på for mer enn 500 millioner kroner etter en «green field» dekommisjonering. Dette synes å være utrolig optimistisk.

I gjennomgangen av IFE Haldens balanse så vi at man med stor grad av sikkerhet kunne realisere verdier på rundt 80 millioner kroner ved salg av bygninger og realisasjon av omløpsmidlene. Hvis man er heldig kan man sannsynligvis oppnå 10-20 millioner mer ved salg av andre eiendeler. Dette betyr at man realiserer verdier for knapt 100 millioner kroner samtidig som man pådrar seg dekommisjoneringskostnader på knapt 500 millioner kroner. Dette er en nettokostnad på 400 millioner kroner. Det er imidlertid ikke dette beløpet som er beslutningsrelevant. En gang i fremtiden må man uansett dekommisjonere reaktoren. Hvis man utsetter nedleggelsen i ti år, har man fremdeles kostnaden på 500 millioner kroner hengende over hodet. Ved en 10 års utsettelse av dekommisjoneringen vil sannsynligvis IFE Haldens eiendeler øke noe i verdi mens dekommisjoneringskostnaden reduseres noe som følge av teknologi- og kunnskapsutvikling. Hvis vi er konservativ og sier at nettokostnaden 10 år frem i tid også er 400 millioner kroner, vil kostnaden ved nedleggelse og dekommisjonering i dag være gitt ved følgende differanse,  $400 - \frac{400}{1,025^{10}} = 88$ , altså 88 millioner kroner.<sup>6</sup> Det er denne summen som må settes opp mot verdien av videre drift. Dette er et konservativt anslag fordi vi ikke har tatt hensyn til at videre drift i dag også tillater muligheten for å utsette dekommisjoneringen i ytterligere 10 års perioder. Hvis man for eksempel sier at det er en 50/50 mulighet for at man dekommisjonerer etter 10 år eller 20 år blir regnestykket som følger,  $400 - \left( \frac{0,5 \cdot 400}{1,025^{10}} + \frac{0,5 \cdot 400}{1,025^{20}} \right) = 122$ , altså 122 millioner kroner.

Det er viktig å poengtere at argumentet vårt ikke fører til en uendelig lang rekke av utsettelses beslutninger. En gang i fremtiden vil det enten oppstå et behov for så store investeringer i reaktoren at nedleggelse og dekommisjonering blir attraktivt, eller så vil kostnaden ved videre drift bli så stor at nedleggelse og dekommisjonering blir attraktivt. Et forventet årlig tap på litt over 10 millioner kroner i NUSP-virksomheten over en 10-års periode ville i dag vært stort nok for at nedleggelse og dekommisjonering ville være bedriftsøkonomisk lønnsomt. En ti år lang annuitet på 10 millioner kroner har en verdi på 87,5 millioner kroner i dag,  $\frac{10}{0,025} - \frac{10}{0,025 \cdot 1,025^{10}} = 87,5$ .

<sup>6</sup> Vi benytter her en real rente på 2,5 prosent som foreslått av Hagen-utvalget, NOU 2012:16.

## 6 DEN SAMFUNNSØKONOMISKE ANALYSEN

Formålet med den samfunnsøkonomiske analysen av IFE Halden er å avdekke alle nytte og kostnads elementer som kommer i tillegg til de rent bedriftsøkonomiske kontantstrømmene. Vi vil her i særlig grad ta opp de elementene som er nevnt i mandatet for denne utredningen. I mandatet vektlegges spesielt forskningsperspektivet, næringsperspektivet, atomsikkerhetsperspektivet, og utdanningsperspektivet. Det samfunnsøkonomiske spørsmålet er om nytteverdien av disse elementene er stor nok til å forsvare kostnaden ved å drive reaktoren videre. I den bedriftsøkonomiske analysen fant vi at det i år koster 80 millioner kroner å holde reaktoren i drift. Dette varierer imidlertid kraftig fra år til år avhengig av hvor store de bilaterale inntektene er. Hvis man bare går 2 år tilbake var situasjonen betydelig bedre. Da kostet det rundt 30 millioner kroner. Vi fant også at det vil være vanskelig å videreføre MTO-forskningen uten statsstøtte hvis reaktoren legges ned. Den bilaterale MTO-virksomheten kan kanskje drives videre på kort sikt. Men denne aktiviteten vil kunne ha problemer med å generere nok inntekter til å dekke oppgraderinger av MTO-labbene osv. Det synes også som om MTO-aktiviteten i fellesprogrammet er en svært viktig leverandør av ideer som kommersialiseres gjennom den bilaterale virksomheten eller gjennom bedriftsetableringer. Vi vil se under at de fleste bedriftsetableringene som har kommet fra IFE Halden de senere årene kommer fra MTO-virksomheten i fellesprogrammet. Hvis denne virksomheten forsvinner sammen med reaktoren vil den gjenværende MTO-virksomheten møte tøffere tider på litt lengere sikt.

Dette har to implikasjoner. Punkt en, alle eksterne nytteeffekter som er avhengig av reaktoren, NUSP-forskningen, må veie opp for de bedriftsøkonomiske utfordringene ved videre drift. Punkt to, alle eksterne nytteeffekter som kommer fra MTO-forskningen kan i prinsippet videreføres ved en eventuell nedleggelse av reaktoren, spesielt hvis statsstøtten opprettholdes. Dette betyr at disse nytteeffektene er irrelevant for nedleggelsesbeslutningen siden de kan videreføres uten reaktor. De eksterne nytteeffektene fra MTO-forskningen vil imidlertid være relevant hvis man legger ned reaktoren, og vurderer om man skal videreføre statsstøtten til MTO-forskningen eller ikke.

### 6.1 Tilnæringsmetode

Før vi begynner den samfunnsøkonomiske analysen av hvert enkelt punkt er det viktig å beskrive den overordnede tilnærmingen. Når man snakker om den samfunnsøkonomiske betydningen av et tiltak er det lett å overestimere betydningen av tiltaket. Hvis et gitt tiltak A produserer effektene  $a_1$  og  $a_2$ , er ikke den samfunnsøkonomiske betydningen av tiltaket den fulle verdien av  $a_1$  og  $a_2$ . Grunnen er at en alternativ utnyttelse av ressursene, tiltak B, ville produsert effektene  $b_1$  og  $b_2$ . Når man på grunn av begrensede ressurser må velge bort tiltak B for å gjennomføre tiltak A er de positive effektene fra tiltak B kostnaden ved å gjennomføre tiltak A. Den samfunnsøkonomiske betydningen av tiltak A,  $V(A)$ , vil derfor bare være differansen mellom verdien av tiltak A og verdien av alternativ tiltaket B,  $V(A) = v(a_1, a_2) - v(b_1, b_2)$ .

I den bedriftsøkonomiske analysen så vi at IFE Halden mottok omtrent 45 millioner kroner i året i støtte fra staten gjennom statstilskuddet til fellesprogrammet og forskningsmidler fra Norges forskningsråd. Vi så også at varierende resultater i den bilaterale virksomheten fra år til år kan føre til store avvik fra dette tallet. Spørsmålet vi derfor bør stille i de påfølgende punktene, er hva IFE Halden bidrar med utover det staten ellers kunne fått for en tilsvarende pengebruk. Man kunne for eksempel gitt 45 millioner kroner mer til NTNU i året. Disse midlene ville også produsert forskning, næringsaktivitet og realfagskompetanse, men kanskje ikke like mye atomsikkerhet. Det er med andre ord de uerstattelige bidragene til IFE Halden vi ønsker å få en forståelse av. Med uerstattelige bidrag mener vi her bidragene som ingen andre aktører kan gjenskape i dag (uten betydelig ekstra kostnad eller betydelig tap av kvalitet). Det er her viktig å presisere at et uerstattelig bidrag kan være av høy eller lav verdi. Ordet uerstattelig refererer her til selve produksjonen av bidraget, ikke til verdien av bidraget. De bidragene IFE Halden i dag gjør som enkelt kan erstattes av andre aktører, er ikke relevant for nedleggelsesbeslutningen. Dette gjelder for eksempel bidragene som IFEs ansatte har gjort som sensorer hos flere utdanningsinstitusjoner i Norge, noe som fagfolk ved andre institusjoner også kan gjøre. IFE Haldens eksistens har med andre ord ingen avgjørende betydning for om disse eksamensoppgavene blir sensurert eller ikke.

Den samfunnsøkonomiske analysen er mer utfordrende enn den bedriftsøkonomiske analysen siden flere av nytteelementene ikke er omsatt i noe som ligner på et perfekt marked med tilhørende markedspris. Vi har derfor valgt å gjennomføre en brukerundersøkelse for å belyse nytteverdiene kvalitativt. I brukerundersøkelsen rapporterer brukerne hva de mener om betydningen av Haldenreaktoren. Det er viktig å påpeke at det kan være en hvis avstand mellom hva de rapporterer og hva de faktisk mener. De har sannsynligvis et ønske om fortsatt drift, og da kan det være fristende å ta godt i når man rapporterer om betydningen av Haldenreaktoren. Vi kommer tilbake til dette under.

## 6.2 Forskningsperspektivet

I mandatet for utredningen ble vi spurt om å utrede betydningen av IFE Haldens nukleære forskning både i et nasjonalt og i et internasjonalt forskningsperspektiv. Formålet med dette kapitlet er å identifisere de uerstattelige bidragene IFE Halden gjør fra et forskningsperspektiv, nasjonalt og internasjonalt. Dette begrenser seg til den forskningen som vil falle helt eller delvis bort ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren. Den forskningen som kan videreføres ved andre forskningsreaktorer i utlandet er erstattelig fra et internasjonalt perspektiv, men kan være uerstattelig fra et nasjonalt perspektiv hvis den norske kjennskapet til denne forskningen svekkes som følge av flyttingen.

I brukerundersøkelsen spurte vi en rekke spørsmål både angående de organisasjonene som benyttet seg av IFE Halden, hva de syntes om IFE Halden og om hva som ville skje med forskningen hvis reaktoren ble lagt ned. I den forbindelse var det noen aktører som misforsto og trodde at reaktoren faktisk skulle legges ned. Flere av dem kontaktet IFE Halden i ren frustrasjon. Dette var ikke vår intensjon, men informasjonen dette gav oss er viktig, fordi det indikerer at svarene som ble gitt i spørreundersøkelsen representerer naive svar og ikke strategiske svar. Vi vil nå gå nærmere inn på de viktigste spørsmålene vi gav brukerne. Vi gjorde to separate undersøkelser. Den ene ble sendt til fellesprogrammets deltakere,

mens den andre ble sendt til de organisasjonene som har benyttet seg av det bilaterale programmet. Vi vil først diskutere undersøkelsen av fellesprogrammet.

### 6.2.1 Fellesprogrammet

Ved utsendelse av spørreskjema var det 19 deltakerland i fellesprogrammet, og ni av disse landene besvarte spørsmålene. Svarene kommer fra de personene myndighetene i hvert enkelt land har oppnevnt som ansvarlig for deres deltakelse i fellesprogrammet. De landene som lot være å svare var land fra den tidligere østblokken. Svarseleksjonen ser derfor ut til å være geografisk eller kulturelt betinget. Vi skal ikke gjennomgå alle spørsmålene her, bare diskutere hovedtrekkene og fokusere på de verbale svarene som ble gitt som tilleggsinformasjon. Den lave svarprosenten tillater heller ingen statistisk analyse

På spørsmålet om det var *teknologisk* mulig å fortsette fellesprogrammet ved en annen reaktor hvis Haldenreaktoren legges ned, svarte tre at det var umulig eller nærmest umulig, mens seks mente det var mulig med noen tilpasninger. Det var ingen som mente at det var problemfritt. I kommentarene som ble gitt ble Jules Horowitz reaktoren som er under bygging i Frankrike nevnt som et mulig alternativ. En av de som mente det var teknologisk umulig hevdet at reaktoren var selve essensen i fellesprogrammet, og at det ikke finnes lignende fasiliteter andre steder. Grunnen til at man hevder dette er sannsynligvis at man kan gjøre langt flere målinger simultant i Haldenreaktoren enn i andre forskningsreaktorer som er i drift i dag.

På spørsmålet om det var *økonomisk* mulig å fortsette fellesprogrammet ved en annen reaktor hvis Haldenreaktoren legges ned, svarte syv at det var mulig, men mer kostbart. De andre to mente det var for kostbart. Dette var for øvrig to av de tre som mente det var teknologisk umulig. Kommentaren som ble gitt var at man måtte bygge en helt ny reaktor.

På spørsmålet om det var umulig å fortsette fellesprogrammet ved en annen reaktor av andre årsaker, svarte seks at det var umulig. Kommentarene som ble gitt her var at kunnskapen til de ansatte ved IFE Halden sannsynligvis ikke ville bli overført til den nye reaktoren, og at dette er en kritisk faktor som kan gå tapt. På et oppfølgingsspørsmål om hvilke nytteelementer som ville gå tapt ved en flytting av fellesprogrammet til en annen reaktor, var det igjen ekspertisen og erfaringen til de IFE ansatte som ble trukket frem. Hele seks av ni nevnte dette. Et annet punkt som gikk igjen tre ganger var tap av fleksibilitet i strålingstestene samt data fra disse testene.

På spørsmålet om muligheten for at MTO-delen av fellesprogrammet kunne videreføres ved IFE Halden uten reaktor, svarte alle at det var en 50/50 sannsynlighet for dette. I kommentarene ble det poengtert at MTO-delen av fellesprogrammet hadde blitt introdusert etter at fellesprogrammet hadde blitt etablert og at det derfor var uklart om alle ville bli med videre. Det ble også poengtert at tilgangen til en ekte reaktor gjorde MTO-delen av fellesprogrammet mer attraktiv.

På direkte spørsmålet om landet de representerte ville delta i fellesprogrammet hvis reaktorforskningen ble droppet, svarte fire av de ni at de ikke regnet dette som sannsynlig.



På tilsvarende spørsmål for MTO-forskningen, var det bare en av ni som svarte at de ikke regnet videre deltakelse som sannsynlig hvis MTO-forskningen ble droppet. Dette var for øvrig det eneste landet uten atomkraftverk som svarte på undersøkelsen.

Vår fortolkning av disse svarene er at Haldenreaktoren foreløpig er en uerstattelig del av fellesprogrammet sammen med staben ved IFE Halden. I den grad Haldenreaktoren kan erstattes av andre reaktorer, vil det påløpe ekstra tilpasningskostnader samtidig som verdifull kunnskap kan gå tapt ved flyttingen. MTO-forskningen er ikke avhengig av reaktoren, men nesten halvparten av landene antyder at de vil trekke seg ut av fellesprogrammet hvis MTO-forskningen blir stående igjen alene.

### 6.2.2 Det bilaterale programmet

Vi sendte ut undersøkelsen til 73 organisasjoner som har benyttet IFE Halden til bilaterale oppdrag over de tre siste årene. Av disse 73 responderte 40 på undersøkelsen. Blant NUSP-oppdragene var det 18 av 29 som responderte. Blant MTO-oppdragene var det 22 av 45 som responderte. For å få en oversikt over hvilken type organisasjoner som benytter seg av IFE Halden stilte vi først noen spørsmål rettet mot brukernes organisasjoner. Tabell 6.1 oppsummerer informasjonen de gav oss.

<b>Ansatte</b>	<b>NUSP</b>	<b>MTO</b>	<b>Totalt</b>
0-250	3	2	5
251-1000	2	3	5
1001-10000	9	11	20
10000+	4	6	10
<b>Industri</b>	<b>NUSP</b>	<b>MTO</b>	<b>Totalt</b>
Atomkraft	14	10	24
Petroleum	0	5	5
Andre	4	7	11
<b>Formål</b>	<b>NUSP</b>	<b>MTO</b>	<b>Totalt</b>
Profit	11	16	27
Non-profit	7	6	13
<b>Nasjonalitet</b>	<b>NUSP</b>	<b>MTO</b>	<b>Totalt</b>
Norsk	1	9	10
Utenlandsk	17	13	30

**Tabell 6.1** Beskrivende statistikk for brukerne av det bilaterale programmet.

Vi kan se at de fleste brukerne av det bilaterale programmet som responderte er relativt store utenlandske profittsøkende bedrifter. De fleste driver innen atomkraft. Dette er relativt likt fordelt mellom brukerne av NUSP-sektoren og brukerne av MTO-sektoren. Den eneste store forskjellen vi kan se mellom sektorene er at det er en betydelig høyere andel norske brukere i MTO-sektoren. Dette er ikke overraskende siden Norge ikke har noen stor atomkraft industri. Det er heller ikke overraskende at MTO-sektoren er mer relevant for petroleumsindustrien.

For å få en oversikt over formålet med forskningen som gjøres i det bilaterale programmet stilte vi noen spørsmål angående formålet med oppdragene i Halden. Tabell 6.2 oppsummerer denne informasjonen.

<b>Forskningsformål</b>	<b>NUSP</b>	<b>MTO</b>	<b>Totalt</b>
Kostnadsbesparelser	4,0	4,6	4,3
Kvalitetsforbedringer	5,7	5,5	5,6
Sikkerhetsforbedringer	6,4	5,2	5,7
Publiseringer	3,4	3,0	3,2

**Tabell 6.2 Formålet for den bilaterale forskningen ved IFE Halden.**

Svaralternativene gikk her fra 1 til 7, hvor 1 betydde «ikke viktig» og 7 betydde «viktig». Dette betyr at det er kvalitets- og sikkerhetsforbedringer som er hovedformålet med de bilaterale oppdragene. Kostnadsbesparelser og vitenskapelige publiseringer er ikke spesielt viktig. Det er ikke store forskjeller mellom NUSP-sektoren og MTO-sektoren.

For å forstå betydningen av reaktoren for de to sektorene stilte vi noen spørsmål angående en eventuell nedleggelse av reaktoren. Vi vil gjengi disse i sin helhet.

*Spørsmål 22a: Anta at Haldenreaktoren legges ned. Hvordan vil dette påvirke ditt syn på IFE Halden som forskningsinstitutt innen MTO-sektoren?*

Her svarte 12 av 18 NuSP-opppdragsgivere at reaktoren ikke hadde noen relevans for deres syn på MTO-sektoren. 18 av 22 MTO-opppdragsgivere svarte også at reaktoren ikke hadde noen relevans for deres syn på MTO-sektoren. De resterende oppdragsgiverne mente at dette ville være negativt også for MTO-sektoren.

*Spørsmål 22b: Anta at Haldenreaktoren legges ned. Hvordan vil dette påvirke ditt syn på IFE Halden som forskningsinstitutt innen NUSP-sektoren?*

Her svarte igjen 18 av MTO-opppdragsgiverne at reaktoren ikke hadde noen relevans for deres syn på NUSP-sektoren. Dette skyldes sannsynligvis at NUSP-sektoren ikke har noen betydning for MTO-opppdragenes deres. NUSP-opppdragsgiverne svarte at en nedleggelse av reaktoren ville gjøre NUSP-sektoren ved IFE Halden mye mindre attraktiv (score= 5,8; skala: 1-ingen betydning, 4-midre attraktiv, 7-mye mindre attraktiv).

*Spørsmål 23: Anta at Haldenreaktoren legges ned. Tror du at det ville vært teknologisk mulig å gjennomføre ditt siste prosjekt ved en annen institusjon?*

Skalaen var her 1-umulig, 4-mulig med justeringer, 7-ingen problem. NUSP-opppdragsgiverne gav her en score på 2,6. MTO-opppdragsgiverne gav en score på 5,4. Disse svarene tyder på at det i dag ikke finnes mange klare alternativer til Haldenreaktoren for NUSP-opppdragsgiverne.

*Spørsmål 24: Anta at Haldenreaktoren legges ned. Tror du at det ville vært økonomisk mulig å gjennomføre ditt siste prosjekt ved en annen institusjon?*

Skalaen var her 1-for kostbart, 4-mer kostbart, men mulig, 7-billigere. NUSP-oppdragsgiverne gav her en score på 2,8. MTO-oppdragsgiverne gav en score på 4,5. Disse svarene tyder også på at alternativene til Haldenreaktoren er dårligere for NUSP-oppdragsgiverne.

*Spørsmål 25: Anta at Haldenreaktoren legges ned. Hvor stort tror du tapet blir for din organisasjon?*

Skalaen var her 1-intet tap, 4-som å tape en annen leverandør/kunde, 7-stort tap. NUSP-oppdragsgiverne gav en score på 4,9. MTO-oppdragsgiverne gav en score på 2,5. Disse svarene bekrefter det vi har funnet over. Reaktoren har liten betydning for MOT-oppdragsgiverne. Det er imidlertid litt overraskende at NUSP-oppdragsgiverne bare verdsetter IFE Halden litt over andre leverandører/kunder til tross for svarene over. Det er to potensielle forklaringer på dette. Enten overdriver de betydningen av reaktoren i spørsmålene over, eller så underdriver de verdien av IFE Halden av frykt for høyere priser i fremtiden.

Vi kan nå gjøre en oppsummering av funnene fra det bilaterale programmet. Brukerne av dette programmet er stort sett store utenlandske atomkraftverk som søker å forbedre kvaliteten og sikkerheten ved sine atomkraftverk. Svarene vi fikk på nedleggelses-spørsmålene tyder på at det er vanskelig å utføre forskningen som i dag gjøres ved Haldenreaktoren ved andre reaktorer på det nåværende tidspunkt. Dette er konsistent med svarene vi fikk fra fellesprogrammet på de tilsvarende spørsmålene. Svarene vi fikk tyder også på at de bilaterale MTO-oppdragene stort sett er uavhengig av Haldenreaktoren. Dette er også konsistent med svarene vi fikk fra fellesprogrammet.

### 6.2.3 IFE Haldens egne vurderinger

Vi spurte også IFE Halden om deres egne vurderinger av hvilke alternativer som finnes for brukerne ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren. De svarene IFE Halden gir synes å være på linje med det vi har funnet ut i brukerundersøkelsen. Vi siterer her direkte fra egevalueringen:

#### ***Hva kan være brukernes alternativ dersom reaktoren legges ned?***

*Hvis Haldenreaktoren legges ned er Brukernes alternativ til å fremskaffe de beskrevne måledata som IFEH typisk framskaffer gjennom forsøk i Haldenreaktoren å gjennomføre tilsvarende forsøk i andre testreaktorer. Problemet for brukerne er at det er ingen testreaktor i drift i dag som kan gjøre slike forsøk like raskt, med så mange instrumenter og med så høy kvalitet på måledata som en får fra Haldenreaktoren.*

*Resultatet kan bli at det må bygges nye forsøksreaktorer som kan gjøre de samme eksperimentene med samme kvalitet som en i dag gjør i Haldenreaktoren. En slik reaktor, som har fått navnet Jules Horowitz reaktoren (JHR), er dedikert til brensel- og materialtesting samt isotopproduksjon. JHR er under bygging hos CEA<sup>7</sup> i Cadarache, Frankrike. Reaktoren forventes p.t. å driftsettes i 2016-17. Byggingen av JHR er i dag kostnadsberegnet til rundt 5 milliarder kroner (!). IFEH er for øvrig engasjert i å designe, produsere og levere en test-loop til JHR.*

<sup>7</sup> CEA: The French Alternative Energies and Atomic Energy Commission

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDIQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.cea.fr%2F&ei=EC4bUoT-C8XDswbyh4CICg&usq=AFQjCNEfHEQc3mRjhQbiyeRmWg8wpGOwtA>

*Hvis Haldenreaktoren legges ned og en antar at MTO miljøet dermed også blir borte, er Brukernes alternativ til å fremskaffe tilsvarende data, kunnskap og systemer gjennom kontrakter*

- i. med tilsvarende uavhengige MTO-type laboratorier,*
- ii. eller at de henvender seg direkte til konsulenter og systemleverandører.*

*Det er sannsynligvis en enklere sak for MTO-brukerne å finne en erstatning til MTO-lab enn for Brensel/Material- brukere å finne en erstatning for Haldenreaktoren fordi det allerede fins private selskaper og leverandører, Institutter og Universiteter som har stab, laboratorier og kunnskap som kan ta over MTO oppdragene. Problemet for Brukerne er at disse miljøene er mye mindre enn MTO ved IFEH, de mangler den lange erfaringene man har ved IFEH og laboratoriene deres har ikke det innhold som man har i Halden.*

- i. I USA er det 2 slike laboratorier, ett hos Idaho National lab (INL). De har med sterk støtte fra IFEH siden 2011 bygd opp en stor MTO-type lab. De har etablert en brukergruppe med ca. 10 kraftselskaper og har fått flere forsøksprogrammer etablert gjennom Departement of Energy (DOE). Men de har fram til nå hatt vanskeligheter med å få tatt labben i bruk til de typer aktiviteter vi gjør i Halden, og IFEH blir stadig bedt om å være underleverandør/partner og promotere løsninger for kraftselskapene.*
- ii. Det andre laboratoriet kalles CAER<sup>8</sup> og det er helt nytt initiativ i Virginia. De har fått en EPR<sup>9</sup>-simulator fra leverandøren AREVA og bygger opp noe som likner bemerkelsesverdig på HAMMLAB. De ønsker definitivt å opprette samarbeid med Haldenprosjektet. Vår vurdering er at simulatoren deres så langt er et skall. Fasilitetene likner HAMMLAB på overflaten, men IT-kompetanse, teknisk simulatorkunnskap og prosessekspertise mangler slik at ingenting ser ut til å fungere i dybden. Det er penger til drift fra tobakksfondet ut året 2013, men deretter er alt uklart.*

#### **6.2.4 Forskningsresultater**

Vi deler IFE Haldens forskningsresultatene inn i tre kategorier som vi vil oppsummere her. De tre kategoriene er akademiske resultater, resultatene fra fellesprogrammet, og resultatene fra det bilaterale oppdragsprogrammet.

De akademiske resultatene består av publikasjoner i vitenskapelige tidsskrifter, konferansebidrag, doktorgradsavhandlinger og lignende. I perioden 2008-2012 har IFE Haldens ansatte publisert 17 artikler i vitenskapelige tidsskrifter med referee. 16 av artiklene kom fra personer ansatt i MTO-sektoren, mens bare en artikkel kom fra NUSP-sektoren. I samme periode har IFE Haldens ansatte produsert 139 konferansebidrag. 92 av bidragene kom fra MTO-sektoren, mens 47 bidrag kom fra NUSP-sektoren. I samme periode har man også produsert 285 artikler i IFE Haldens egne skriftserier. Fordelingen her er 159 MTO og 126 NUSP. I perioden har det også blitt ferdigstilt 5 doktorgrader. Ytterligere 7 doktorgrader ferdigstilles i løpet 2013-2015.

Forskningsresultatene fra fellesprogrammet er vanligvis hemmeligstemplet i fem år, og publiseres vanligvis ikke. Formålet synes å være å bygge opp en kunnskapsdatabase som

---

<sup>8</sup> CAER is a non-profit organization within Virginia's Region 2000 Partnership that creates working relationships between high-tech industries, major research and development centers and university researchers, and offers professional development opportunities for scientists and engineers. The 30,000-square-foot facility was made possible through a \$7.6 million grant from the Virginia Tobacco Indemnification and Community Revitalization Commission and will serve as the region's source for industry innovation in nuclear and wireless technologies.

<sup>9</sup> EPR – European Pressurised water Reactor utviklet av AREVA i Frankrike

fellesprogrammets deltakere har tilgang til. I følge IFE Halden er de viktigste nytte elementene av fellesprogramforskningen som følger:

*Innenfor Brensels/Material området er det minst 3 typer nytteverdi:*

1. Tilsynsmyndighetene får måledata fra forsøksserier i Haldenreaktoren som bidrar som teknisk bakgrunnsmateriale når de skal fastsette grenser i regelverket i forbindelse med sikker drift av kjernekraftverk
  - i. f.eks.: hva skal sikkerhetsmarginene være i ulike driftssituasjoner?
  - ii. f.eks.: hva slags øvre grense skal man sette for utbrenning av forskjellig type brensel?
2. Kraftselskapene, leverandørene og myndighetene får data og inngående kunnskap om oppførsel av mange type brensel i forskjellige driftsmodus og over lang tids bestråling. Dette er meget viktig informasjon for
  - i. kraftselskapene i forbindelse med innkjøp
  - ii. leverandørene i forbindelse med produksjon/salg av brensel og kapslingsmateriale.
3. Forskningsinstitutter, myndigheter og leverandører av brensel og kapslingsmateriale har som regel beregningskodemiljøer. Disse får måledata som brukes til å videreutvikle og verifisere egne koder

*Innenfor MTO området er det minst 4 typer nytteverdi:*

1. Resultater fra Human factors type eksperimenter i Hammlab som kan brukes som teknisk underlag for regelverk som lages av nasjonale tilsynsmyndigheter i forbindelse med sikker drift av kjernekraftverk.
  - i. eksempelvis innhold, form og retningslinjer for bruk av HRA metoder
2. Resultater fra utviklingsarbeid i HAMMLAB, VR-sentret og FutureLab innen områdene innovative brukergrensesnitt design og interaksjonsteknikk som gir mange selskaper og leverandører ideer og muligheter til å lage nye og bedre brukergrensesnitt til sine kontrollromsoperatører.
3. Anbefalinger og retningslinjer for hvordan krav til Programvarepålitelighet skal møtes gjennom opprettelse av Safety cases.
4. Prototyper av driftsstøttesystemer for mer effektiv og sikker drift, samt overvåking og oppfølging av tilstanden på kraftverkene
  - i. kan tilpasses gjennom oppdragsprosjekter
5. Programvaresystemer utviklet ved HRP som kan gjenbrukes i medlemsorganisasjonene
  - i. f.eks. system for utvikling av grafisk brukergrensesnitt, alarm systemer og datamaskinbaserte prosedyre
  - ii. f.eks. planleggingssystemer, inkludert strålingsvisualisering, for arbeid i strålingsutsatte områder

Vi kan se at formålet med fellesprogramforskningen innen NUSP-området er å oppnå detaljerte og anvendbare svar på svært konkrete spørsmål, og at denne forskningen derfor har høy verdi for et relativt smalt publikum (myndigheter og industri). Dette er sannsynligvis også grunnen til at man har klart å få i stand programmet uten store gratispassasjer problemer. En naturlig konsekvens av dette er at resultatene ikke er av generell akademisk interesse, og derfor ikke publiseres i akademiske journaler i stor grad.

Forskningsresultatene fra det bilaterale programmet er konfidensielle gjennom kommersielle avtaler med oppdragsgiverne. Dette betyr at resultatene fra denne forskningen stort sett er et privat gode som tilfaller oppdragsgiver. I brukerundersøkelsen tok vi med et spørsmål om eventuelle spillover-effekter mellom oppdragsgiverne. Her var svaret «noe spillover». Det er sannsynligvis to grunner til at denne effekten er liten. Kontrakten med oppdragsgiverne legger klare begrensninger på hva som kan lekkes til andre samtidig som fellesprogrammet er utviklet for nettopp å ta seg av spørsmålene som er av

felles interesse. Det bilaterale programmet dekker derfor forskning av særinteresse for oppdragsgiver. Det er derfor liten grunn til å tro at de bilaterale oppdragene skaper store nytteverdier utover den nytten oppdragsgiver selv oppnår. Nyttens for oppdragsgiver kan imidlertid være betydelig høyere enn den summen oppdragsgiver betaler for oppdraget. Brukerundersøkelsen viste at oppdragsgiverne til NUSP-sektoren ville oppleve et økonomisk tap hvis reaktoren ble lagt ned.

### 6.2.5 IFE Haldens betydning for IFE Kjeller

I mandatet ble vi spesielt spurt om å vurdere sammenhengen mellom IFE Haldens NUSP-forskning og IFEs øvrige forskningsvirksomhet, inkludert IFE Kjeller. Vi har allerede sett at MTO-forskningen i Halden kan videreføres uten Haldenreaktoren. Spørsmålet vi stiller her er om IFE Kjellers forskning er avhengig av at Haldenreaktoren er i drift. Vi stilte derfor følgende spørsmål direkte til IFE Halden: Gi en vurdering av konsekvenser for Kjellermiljøets virksomhet dersom reaktoren i Halden legges ned.

Vi siterer her svaret fra IFE Halden:

#### **Tap av kompetanse**

*Den nukleære aktiviteten ved IFE er bygd opp rundt forskningsreaktorene på Kjeller (JEEP II) og i Halden (HWBR). Dette utgjør totalt sett et bredt og sterkt kompetansemiljø innen nukleær sikkerhet og nukleærteknologi. Gjennom denne brede kompetansen bidrar miljøet utad i mange nasjonale spørsmål og ekspertgrupper knyttet til nukleær sikkerhet, senest så vi dette etter atomulykken i Japan i 2011 (Fukushima). Dersom deler av dette miljøet faller bort, som ved en nedleggelse av Haldenreaktoren, vil etter hvert IFEs kompetanse og rolle her reduseres betydelig, noe som vil være uheldig både for IFE selv, men også på nasjonalt plan.*

*Det vil dessuten kunne påvirke måten IFE håndterer sikkerhetsarbeidet på internt. IFEs Sikkerhetskomite, som håndterer alle sikkerhetsrelaterte saker ved IFE, består i dag av representanter fra hele bredden av IFE, både nukleært og ikke nukleært. Innen det nukleære har komiteen i dag representanter fra alle IFEs nukleære anlegg, både innen drift og strålevern. Dette bidrar til en større grad av uavhengighet ved vurdering av konkrete saker fra de enkelte anleggene. Legger man ned Halden reaktoren, vil man miste mye av den nukleære kompetansen som kan gjøre mer uavhengige sikkerhetsvurderinger knyttet til de nukleære anleggene på Kjeller, slik som JEEP II.*

*Driftsorganisasjonene ved JEEP II og Haldenreaktoren (som de eneste to forskningsreaktorene i Norge) samarbeider faglig på ulike nivå; alt fra opplæring, kalibreringer, tankinspeksjoner, analyse av vannprøver, kontrollroms-instrumentering og annen nyttig erfaringsutveksling. Det er til stor hjelp for miljøet på Kjeller å vite at man har personer/grupper med tilsvarende kompetanse og problemstillinger andre steder i organisasjonen, og i dette tilfellet i Halden.*

#### **Teknisk samarbeid**

*Nukleær aktivitet på Kjeller samarbeider med nukleær sektor i Halden om brenselshåndtering for JEEP II reaktoren, både brenselssfabrikasjon og – lagring. Bortfaller denne muligheten, må man bygge opp/flytte/tilpasse denne aktiviteten til nukleær aktivitet på Kjeller.*

*JEEP II og Haldenreaktoren er to teknisk sett ulike forskningsreaktorer, og i noen prosjekter er disse komplementære, dvs at i noen deler av prosjektet er JEEP II den mest egnede nøytronkilden, mens i andre deler av prosjektet er Haldenreaktoren den mest egnede i bruk. Det gjennomføres for tiden et prosjekt av denne typen, der JEEP II av tekniske årsaker anvendes til bestråling av testtrigger, mens rig-design og rig-produksjon utføres ved, og av personell knyttet til, Haldenreaktoren.*

*Man søker videre å utvikle dette samarbeidet med de komplementære delene av reaktorgruppene og – installasjonene, for å kunne tilby nye prosjekter til IFEs nåværende og nye kunder.*

Det synes for oss som om det finnes organisatoriske komplementariteter mellom IFE Halden og IFE Kjeller både på kompetanse og teknisk samarbeid. Det synes imidlertid ikke som om det er direkte forskningskomplementariteter mellom NUSP-forskningen i Halden og forskningen ved Kjeller.

### 6.3 Atomsikkerhetsperspektivet

I mandatet for utredningen ble vi spurt om å utrede betydningen av IFE Haldens nukleære forskning både i et nasjonalt og i et internasjonalt atomsikkerhetsperspektiv. Formålet med dette kapitlet er å identifisere de bidragene IFE Halden gjør fra et atomsikkerhetsperspektiv, nasjonalt og internasjonalt, som vanskelig kan erstattes av andre aktører. Dette begrenser seg til den atomsikkerheten som vil falle helt eller delvis bort ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren.

Atomsikkerhetsspørsmålet er betydelig mer komplekst enn det forgående forskningsspørsmålet fordi man både har direkte effekter gjennom IFEs forskningsaktiviteter og indirekte effekter gjennom kompetansen som bygges opp gjennom forskningen. I tillegg er det heller ikke åpenbart at sikkerhetsforskning leder til mer sikkerhet. Det høres kanskje rart ut, men poenget er at forskningen kan føre til at man holder sikkerheten på samme nivå som tidligere og i stedet tar ut gevinsten i form av å skvise sitronen litt mer. Om ikke det er nok, så fant økonomen Sam Peltzman utrolig nok ut at påbud om bilbelte ikke reduserte skader i trafikken i det hele tatt fordi bilførerne ble mer uforsiktig som et resultat av den ekstra sikkerheten, og dermed både kolliderte oftere og kjørte ned fotgjengere i større grad enn tidligere. Effektene kansellerte hverandre ut. Peltzman-effekten har etter hvert blitt oppdaget i langt flere tilfeller enn bilbelte-tilfellet.

I tillegg til de allerede nevnte problemene har man problemet med type-1 og type-2 feil. Type-1 feil er i sikkerhetstilfellet ikke så alvorlig. Man tror for eksempel at handling A er farlig, og dermed dropper man A selv om handlingen egentlig ikke er farlig. Denne feilen skaper ikke noen sikkerhetsrisiko. Den skaper et økonomisk tap. Forskning som luker ut denne typen feil reduserer derfor ikke risikoen, den forbedrer økonomien. Type-2 feil er imidlertid langt mer alvorlig. Man tror for eksempel at handling B er helt ufarlig, dermed gjør man handling B selv om denne egentlig er livsfarlig. Type-2 feilene er det imidlertid svært vanskelig å forske på siden man først oppdager dem når det sier pang. Den viktige sikkerhetsforskningen skjer derfor alltid etter ulykker. Dette synes å gjelde alle områder fra skipsforlis og flyulykker til finanskriser. Hverdagsforskningen vil på den andre siden ha liten betydning for sikkerheten siden man enten får bekreftet at det man trodde var farlig også var farlig, eller så finner man ut at det man trodde var farlig faktisk ikke er farlig. I det første

tilfellet endrer man ikke adferd, mens i det andre tilfellet endrer man adferd men ikke risikoen.

En dyptgående analyse på dette punktet er med andre ord svært krevende, og det er derfor verken tid eller ressurser nok til å gå dypt inn i dette temaet. Vi vil her nøye oss med å beskrive hvilke deler av IFEs Haldens nukleære forskning som er relevant for atomsikkerheten, og på hvilke områder IFEs Haldens kompetanse kommer til anvendelse i atomsikkerhetsspørsmål. Vi vil deretter vurdere hvilke av disse bidragene som kan erstattes av andre aktører. Vi begynner med forskningens direkte betydning for atomsikkerheten.

### 6.3.1 Forskningens direkte betydning for atomsikkerheten

Med bakgrunn i diskusjonen av type-1 feil og type-2 feil over er det grunn til å tro at den viktigste atomsikkerhetsforskningen i dag og i nærmeste fremtid vil omhandle Fukushima-ulykken, og hvordan man kan sikre at disse problemene ikke gjenoppstår. Fellesprogrammet har allerede planer på dette området (se kapittel 4 i «Views on the long-term direction of the OECD Halden reactor project 2015-2024»). En nedleggelse av Haldenreaktoren vil sannsynligvis forsinke viktig kunnskap på dette området.

IFE Halden skriver faktisk i et vedlegg til oss at Fukushima-ulykken viste «at et tap av kjølevann kan resultere i konsekvenser som er større enn tidligere antatt, og dette vil sannsynligvis kreve utvidende sikkerhetstiltak i fremtiden». Ordene *tidligere antatt* tyder her på en typisk type-2 feil. IFE Halden har for øvrig drevet med forskning på tap av kjølevann tidligere og som nå har blitt mer relevant etter Fukushima-ulykken. Dette er forskning som på kort sikt ikke kan overtas av andre ved en nedleggelse av Haldenreaktoren. Reaktoren er i følge IFE spesielt godt tilpasset denne typen forskning. Det bør imidlertid legges til at dette også vil få en sentral plass i forskningen ved Horowitz-reaktoren.

Noe av den andre forskningen som gjøres av NUSP-sektoren bærer imidlertid preg av å løse type-1 feil. Dette gjelder for eksempel sikkerhet ved høy utbrenning. Høy utbrenning reduserer mengden radioaktivt avfall fra brenselet, men det er usikkert om man kan gjøre dette innenfor sikkerhetskravene. Forskningsresultatene her vil sannsynligvis enten bekrefte mistanken om at høy utbrenning ikke er innenfor sikkerhetskravene, eller vise at disse mistankene var grunnløse. Gevinsten vil i så fall være av mer økonomisk art. En reduksjon av radioaktivt avfall kan også høres ut som en sikkerhetsgevinst, men avfallet behandles (forhåpentligvis) med så stor forsiktighet at mindre avfall sannsynligvis gir en større økonomisk gevinst enn sikkerhetsgevinst.

Tilsvarende argumenter kan settes frem når det gjelder forskningen på korrosjon og aldring. Her er mistanken at korrosjon og aldring er et sikkerhetsproblem. Forskningen vil enten bekrefte mistanken, eller gi en økonomisk gevinst i form av lengere levetid på reaktorer verden over. Det vil ofte være føre-var-prinsippet som setter sikkerhetsgrensene, mens ny kunnskap presser grensene.

MTO-sektoren driver også mye forskning som kan ha betydning for atomsikkerheten. Både kontrollrom forskningen og applikasjoner de har utviklet for å måle stråling på arbeidstakere



som må bevege seg i et radioaktivt miljø er åpenbart relatert til atomsikkerhetsspørsmålet. Vi har imidlertid sett at MTO-sektoren kan videreføres uten Haldenreaktoren, så disse momentene vil ikke gå tapt ved en eventuell nedleggelse av reaktoren. De vil imidlertid bli truet hvis man også legger ned store deler av MTO-miljøet.

### 6.3.2 Forskningskompetansens indirekte betydning for atomsikkerheten

Gjennom mange år med forskning ved Haldenreaktoren har det bygget seg opp en del kompetanse på atomsikkerhetsspørsmål som kan anvendes utover rene forskningsformål. Det er spesielt på tre områder IFE Halden har bidratt som konsulenter for Utenriksdepartementet. Dette er ikke-spredning og nedrustning, nasjonal atomulykke beredskap, og sikkerhet ved atominstallasjoner i Norges nærområder (Russland).

Ikke-spredning og nedrustning er et viktig tema som sikkert kommer til å bli enda viktigere over tid. En større atomkraftindustri på verdensbasis kan ha den effekten at atomvåpen blir lettere tilgjengelig for ustabile personer og ustabile land. Samtidig vil det hele tiden ligge et press på verdenssamfunnet om at også fattige land må få muligheten til å utvikle en atomkraft industri. Vi ser blant annet denne problemstillingen i både Nord-Korea og Iran. Nøkkelen til en løsning på slike dilemma er at man identifiserer klare grenser på hva som er kommersiell utnyttelse av atomkraft og hva som er produksjon av atomvåpen. Dette er sannsynligvis spesielt vanskelig på forskningsnivå. Forskningskompetansen ved IFE Halden kan dermed spille en viktig rolle overfor Utenriksdepartement på disse spørsmålene. IFE Halden har også deltatt i flere prosjekter på dette området.

Nasjonal atomulykkesberedskap er et annet tema hvor IFE Halden har vært brukt som en form for konsulent. Instituttet er faglig rådgiver for Kriseutvalget for atomberedskap, og ble flittig brukt under Fukushima-ulykken.

Sikkerhet ved atominstallasjoner i Norges nærområder er et tredje tema hvor IFE Haldens ansatte har vært flittig benyttet. IFE Haldens ansatte har vært sentral i UD's prosjekter under Atomhandlingsplanen. De har vært viktig i sikkerhetsrelaterte oppdrag ved kjernekraftverkene på Kolahalvøya og ved Leningradverket ved St. Petersburg. I det nåværende programmet er fokuset rettet mot Andrejeva bukta like ved norskegrensa. Her forsøker man å rydde opp forsøplingen etter kommunisttiden.

Alle disse punktene er viktig arbeid fra et atomsikkerhetsperspektiv, men det er også arbeid som enkelt kan erstattes ved en eventuell nedleggelse av reaktoren ved IFE Halden. På kort sikt er det Haldenreaktoren som vil forsvinne, ikke kompetansen. De samme folkene kan derfor gjøre stort sett de samme oppgavene som tidligere på oppdrag fra UD. På lang sikt vil selvfølgelig kompetansen på disse områdene svekkes ved en nedleggelse av reaktoren. På lang sikt må man sannsynligvis uansett stenge Haldenreaktoren. Dette betyr at man må starte å bygge opp alternativ kompetanse på dette området 10-20 år tidligere enn hvis man driver Haldenreaktoren i 10-20 år til. I det store bildet betyr dette at reaktorens betydning for kvaliteten på dette arbeidet nærmest er null. Dekommisjoneringsarbeidet vil sannsynligvis også kunne gi verdifull erfaring man ikke besitter i dag.

## 6.4 Utdanningsperspektivet

I mandatet for utredningen ble vi spurt om å utrede betydningen av IFE Haldens nukleære forskning for norske utdanningsmiljøer på høgskole- og universitetsnivå og da spesielt norsk realfagskompetanse. Formålet med dette kapitlet er å identifisere de bidragene IFE Halden gjør fra et norsk utdanningsperspektiv som det er vanskelig å erstatte ved en nedleggelse av reaktoren. Dette begrenser seg til den delen av norsk utdanningen som vil falle helt eller delvis bort ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren.

Dette blir et meget kort kapittel. Grunnen er den samme som i atomsikkerhetsperspektivet. Det er Haldenreaktoren som forsvinner ved en nedleggelse av reaktoren, ikke kompetansen til menneskene som jobber ved IFE Halden. Menneskene og dermed kompetansen blir på kort sikt til og med lettere tilgjengelig for norske utdanningsinstitusjoner hvis reaktoren forsvinner. Disse personene vil være på utkikk etter ny jobb. På lang sikt blir det imidlertid vanskelig å gjenskape kompetansen man i dag har i Halden. Dette er imidlertid et problem som uansett vil oppstå i den dagen Haldenreaktoren må legges ned 10-20 år frem i tid. Resultatet er derfor bare at man må komme i gang med denne omstillingen 10-20 år tidligere ved en nedleggelse av reaktoren i dag. På kort sikt er det bare den utdanningen som er avhengig av reaktoren som vil falle bort. Dette begrenser seg til de doktorgradene som utdannes innen NUSP-sektoren. Etter det vi forstår har de fleste norske doktorgradene i den senere tid kommet innen MTO-området. Det er for øvrig et generelt poeng at det er MTO-området som har hatt mest kontakt med de norske utdanningsmiljøene de siste årene.

Vi vil imidlertid likevel gå gjennom de bidragene IFE Halden har gjort på utdanningsfronten de siste årene. Vi spurte IFE Halden om omfanget av undervisning de bidro med på universitet- og høgskolenivå. De gav oss følgende liste:

*Redegjør for ressurser og omfang fra institusjonen med undervisning på ulike nivå:*

- grunnstudier i perioden 2008-12
  - Michael Louka, Morten Gustavsen, Silvia Henriksdottir IFEH m.fl. har undervist på Bachelorstudiet ved HiØ.
    - Teamene har i hovedsak vært 3D modellering, 3D programmering samt Evaluering og testing av programvare (Høst 2013)
  - Michael Louka, Morten Gustavsen IFEH mfl. har vært veiledere i prosjektarbeid på IFEH for bachelorstudenter fra HiØ
- mastergrad
  - Sikkerhetskritisk programvare ble et mastergradstema ved HiØ etter initiativ fra IFEH.
    - IFEH har sporadisk undervist i enkeltkurs.
    - IFEH har over de siste 10 årene ansatt 5 studenter med denne mastergraden.
  - Oppsummering av samarbeidet med Høgskolen i Østfold
    - Halvparten av Software Engineering (SE) avdelingens stab på 24 har tatt hele eller deler av utdanningen ved HiØ
    - I 2011-2012 skrev 6 mastergradsstudenter fra HiØ hovedoppgaver hos SE med veiledere fra avdelingen
    - 5 Bachelorstudenter skrev sine oppgaver hos SE i samme periode

- 10 Bachelor studenter har gjennomført sine prosjekter hos SE i 2012-2013
  - Vi vil spesielt nevne at 5 studenter fikk en utmerkelse av HiØ (Laurbærbladet) som resultat av prosjektarbeidet sitt hos IFE Halden
- To forskere fra SE har tidligere hatt 20 % stillinger på HiØ
  - De underviste i 3D-grafikk/VR, HCI, og Markupsspråk for Web
- SE ansatte leverer kurs til HiØ
- SE ansatte deltar i undervisning, workshops, veiledning, sensur, osv.
  - ITI43309 Computer Graphics(MSc, 2004-11, 15p)
  - ITM30507 3D-modellering & animasjon (BSc, 2010, 10p)
  - ITL24012 Evaluering og testing av programvare (Høst 2013)
  - IAD32005 Intelligente systemer (deltatt på DTU Robocup)

Vi ser at all denne undervisningen kommer fra MTO-sektoren. Denne undervisningen kan derfor videreføres så lenge MTO-forskningen ved IFE Halden videreføres. Sannsynligvis kan mye av det også erstattes ved en eventuell nedleggelse eller nedskalering av MTO-sektoren. Vi går her utfra at det er Høgskolen i Østfold som betaler for denne undervisningen.

På doktorgradsnivå har IFE Halden bidratt med utdanningen av følgende kandidater de siste årene:

Avhandlingene er fra perioden 2008-12 og de 12 kandidatene har forskjellig opprinnelse og fullføringsstatus:

**Fagområde Tilstandsovervåkning**

P. Baraldi, Student fra Politecno di Milano – oppgave gjennomført hos IFEH. Ferdig.

G. Gola, Student fra Politecno di Milano – oppgave gjennomført hos IFEH. Ferdig.

F. Manili, Student fra Politecno di Milano – oppgave gjennomført hos IFEH. Ferdig.

B. Nystad, IFEH ansatt – oppgave og avhandling på NTNU. Ferdig.

**Fagområde Menneskelig prestasjonsevne/Brukergrensesnitt.**

N. Lau, Student fra Univ. of Toronto. Canada – oppgave gjennomført hos IFEH. Ferdig.

Ø. Veland, IFE ansatt – oppgave og avhandling på NTNU. Disputering planlagt i 2013.

G. Andreasen, IFE ansatt – oppgave og avhandling på NTNU. Disputering planlagt i 2013.

A. O. Braseth, IFE ansatt – oppgave og avhandling på NTNU. Disputering planlagt i 2014.

**Fagområde Sikkerhetskritisk programvare**

A. Hauge, IFE ansatt – oppgave og avhandling på UiO. Disputering planlagt i 2013.

V. Katta, IFE ansatt – oppgave og avhandling på NTNU. Disputering planlagt i 2013-14.

C. Raspotnig, IFE ansatt – oppgave og avhandling på UiB. Disputering planlagt i 2013.

S. Sarshar, IFE ansatt – oppgave og avhandling på NTNU. Disputering planlagt i 2015.

De fire første doktorgradene er etter hva vi forstår innen NUSP-området. Fremtidige doktorgrader innen dette området vil sannsynligvis falle bort ved en nedleggelse av Haldenreaktoren. De åtte siste doktorgradene er innen MTO-området og kan derfor

videreføres ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren. Det kan selvfølgelig hende at kvaliteten av MTO-doktorgradene avhenger noe av reaktordriften, men dette bør være av marginal betydning for nedleggelsesbeslutningen.

I konsesjonssøknaden skriver IFE at de også har et formalisert samarbeid med Psykologisk institutt ved NTNU. Samarbeidet består her i at doktorgrads- og mastergradsstudenter veiledes delvis av ansatte ved IFE Halden. De Halden ansatte bidrar også ved å holde kurs ved NTNU. Utover dette har IFE Halden ansatte vært veileder og sensorer for studenter ved en rekke andre utdanningsinstitusjoner i Norge som UiO (informatikk), NTNU (Teknisk Kybernetikk og Fysikk), og Høgskolen i Telemark. Dette er selvfølgelig viktige oppgaver, men alt dette kan enten videreføres eller erstattes ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren.

## 6.5 Næringsperspektivet

I mandatet for utredningen ble vi spurt om å utrede betydningen av IFE Haldens nukleære forskning for næringslivet. Formålet med dette kapitlet er å identifisere de bidragene IFE Halden gjør fra et næringsmessigperspektiv som det er vanskelig å erstatte ved en nedleggelse. Dette begrenser seg til den delen av næringslivet som vil falle helt eller delvis bort ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren.

Vi kan si med en gang at det igjen er MTO-forskningen som er av størst betydning for norsk næringsliv. Flere oljeselskaper er oppdragsgivere til den bilaterale MTO-forskningen og drar nytte av IFE Halden gjennom denne kontakten. MTO-forskningen har også ledet til flere bedriftsetableringer opp gjennom årene. MTO-forskningen kan imidlertid videreføres uten Haldenreaktoren, og den næringsmessige betydningen av MTO-forskningen er derfor irrelevant for nedleggelsen av Haldenreaktoren.

Innen NUSP-området som er fullstendig avhengig av reaktoren har det opp gjennom årene ikke blitt skapt mye næringsvirksomhet i Norge siden det ikke finnes noen atomkraftindustri her i landet. I de senere år har dette endret seg noe ved at Thor Energy AS ble etablert i 2005. Dette er etter det vi har forstått den eneste norske bedriften som er avhengig av Haldenreaktoren. Thor Energy har patent på et thorium-plutonium brensel de forsøker å kommersialisere. De første testene ved IFE Halden begynte på forsommeren inneværende år. Resten av brukerne av NUSP-sektoren er som forklart over store internasjonale atomkraftprodusenter. Disse er avhengig av reaktoren for å teste kvaliteten og sikkerheten på nye konfigurasjoner. Det har heller ikke vært noen bedriftsetableringer som har vokst ut av NUSP-området. Ironisk nok kan den første skje ved en eventuell nedleggelse av reaktoren. NUSP-enheten Test Rig Design and Production Department besitter verdifull verkstedskompetanse som kan levere utstyr til andre reaktorer ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren. Hvis ikke IFE Halden selv viderefører denne enheten kan det være gode muligheter for at den klarer seg selv i markedet. Kompetansen til denne enheten er høyt verdsatt av IFE Haldens brukere. Enheten produserer spesialtilpasset utstyr til eksperimentene. Resten av diskusjonen i dette kapitlet følger punktene i mandatet.

### 6.5.1 Samarbeidsprosjekter og kunnskapsoverføringer til bedrifter

Vi spurte IFE Halden om de kunne liste opp de viktigste samarbeidsprosjektene og kunnskapsoverføringene til bedrifter. De gav oss følgende oversikt:

- a. *Lokalt, Halden kommune.*
  - i. *Etablering av egne nye bedrifter i Halden*
  - ii. *Deltagelse i prosjekter for en del bedrifter i Halden som Hand-El/OM/Navita, SAAB m.m.*
  - iii. *Samarbeid med HiØ*
  - iv. *Samarbeid med initiativtagerne til ARENA prosjektet (som senere ble til NCE Smart Energy)*
  - v. *Samarbeid med NCE Smart Energy i Halden*
- b. *Nasjonalt*
  - i. *MTO sektoren har med stort og smått ca. 100 prosjekter i Norge vært år.*
    1. *Kundene kan deles opp i 3 grupper*
      - a. *Petroleum*
        - i. *Oljeselskaper*
        - ii. *Petroleumstilsynet*
        - iii. *Leverandørindustrien*
      - b. *Andre næringslivs bransjer*
        - i. *Elkraft*
        - ii. *Prosessindustri*
        - iii. *Transport*
        - iv. *Forsvaret*
        - v. *Gruvedrift (i hovedsak for Sverige, LKAB)*
    - c. *Forvaltning og Forskning*
      - i. *Utenriksdepartementet og Strålevernet*
        1. *Atomhandlingsplanen i Nordområdene*
      - ii. *Forskningsrådet*
        1. *NFR SIP «IO-sentret» 2006-2015 - i samarbeid med Sintef og NTNU*
        2. *NFR Petromaks prosjekter, ofte i samarbeid med Sintef, NTNU og IRIS*
  2. *NUSP sektoren*
    - a. *Forskning*
      - i. *The thorium-based fuel study that IFE has started for Thor Energy (contract signed December 2011) has already contributed to the "thorium debate" in Norway which has relevance for the mining industry / resource management within Norway. However, significant spill-over effects are likely to be in the future (i.e. not yet realized).*
    - b. *Forvaltning*
      - i. *Utenriksdepartementet og Strålevernet*
        1. *Atomhandlingsplanen i Nordområdene*

Oversikten bekrefter at det meste av samarbeidsprosjekter skjer gjennom IFE Haldens MTO-virksomhet. Det som skjer lokalt i Halden kommune relaterer seg til MTO-virksomheten, og det meste av det som skjer nasjonalt relaterer seg også til MTO-virksomheten. Vi har allerede påpekt at Thor Energy er den eneste norske bedriftssamarbeidspartneren til NUSP-virksomheten. Thor Energy er dermed den eneste samarbeidspartneren som er direkte avhengig av Haldenreaktoren.

### 6.5.2 Næringsmessige resultater fra samarbeidsprosjekter med universitets- og høyskolemiljøer

Også på dette punktet ba vi IFE Halden om en redegjørelse. De gav oss følgende sammendrag:

*Gjennom Forskningsrådets SFI program er Integrerte operasjoner blitt et viktig satsingsområde for IFE Halden. Samarbeidet med de tre andre forskningspartnerne Sintef Petroleum, Marintek og NTNU har utviklet seg meget positivt i årene framover fra 2006 da sentret ble etablert med 10 oljeselskaper og leverandører samt Forskningsrådet som finansielle bidragsytere.*

*En måte å ta forskningsresultatene fra SFlen ut til næringslivet er gjennom såkalte randsoneprosjekter (prosjekter finansiert direkte av en industripartner, men med rot i kunnskap, metoder og verktøy utviklet i IO-senteret). Dette innebærer altså at industripartneren finansierer et nytt prosjekt hvor resultater fra SFlen tilpasses selskapets ønsker og behov.*

*Etablering av randsoneprosjekter er definert som et av de viktigste suksesskriteriene for IO-senteret, og IFE har siden 2009 hatt prosjekter for GDF SUEZ (innen samhandlingstrening for Gjøa plattformen før den ble operativ), Total (evaluering av forskjellige driftskonsepter for Martin Linge), GDF SUEZ (interaksjonsbasert planleggingsverktøy) og ENI (organisasjonsutvikling, samhandlingstrening for Goliat).*

*Det første randsoneprojekt besto av opplæring av driftsfolk på GdF Suez' Gjøa plattform og dets landbaserte driftssenter i samhandling ved hjelp av IO teknologi. Instituttet fikk særdeles gode tilbakemeldinger etter den vellykkede Gjøa oppstarten i 2010 fra adm. dir. i GdF Suez Norge.*

*Et tilsvarende opplærings-program er også gjennomført internasjonalt, for Petrobrás i Brasil for driftsfolk på det nye Tupi-feltet utenfor Brasil.*

*Det interaksjonsbaserte planleggingsverktøyet for Gjøa nevnt ovenfor er resultatet av arbeidet til 2 dr.grads studenter fra IFE Halden i regi av IO-senter SFlen.*

*Samarbeidet med Høgskolen i Østfold er beskrevet i kap. 3.2, men en kan kanskje gjenta at IFE Halden har tatt i mot en rekke studenter over mange år til prosjektarbeider, bachelor- og mastergradsoppgaver.*

*Disse studentene har ofte blitt ansatt på IFEH, men de har også gått til lokale bedrifter, noe som har hatt næringsmessig betydning. I 2012-2013 har 10 Bachelor studenter gjennomført sine prosjekter hos IFEH.*

Også denne oversikten bekrefter inntrykket av at det meste av samarbeidsprosjekter som finner sted mellom IFE Halden og andre organisasjoner, finner sted gjennom MTO-virksomheten. Alt dette samarbeidet kan videreføres uten Haldenreaktoren.

### 6.5.3 Patentering- og lisensieringsvirksomhet

IFE Halden har på grunn av fellesprogrammet ikke hatt noen tradisjon for å patentere sine innovasjoner. Dette endret seg i perioden 2003-2005 da man oppnådde patent på en metode for å identifisere og lokalisere feil på elektriske kabler. Bedriften Wirescan ble i 2005 etablert basert på dette patentet. Siden dette har også bedriften First Sensing blitt etablert basert på en IFE Halden patent.

Lisensiering av programvare har vært mer vanlig. Deltakerne i fellesprogrammet har gratis tilgang til denne programvaren, mens andre aktører i deltakerlandene må betale for å benytte lisensene. IFE beskriver lisensene på følgende måte:

#### **Lisensinntekter fra ProcSee**

*Den nye lisensavtalen gjaldt også Norge og i disse 20 årene har en rekke norske selskaper benyttet ProcSee (Picasso-3) brukergrensesnittsystemet som en modul i sine produkter.*

#### **Lisensinntekter fra Information Rich Design, IRD**

*Som et resultat av prosjekter med en gruppe oljeselskaper tok IFEH fram en ny design av storskjermbilder i kontrollrom på oljeplattformer kalt Information Rich Design (IRD). Denne designing tok IFEH patent på og har da over årene fra 2006 hatt lisensinntekter på bruken av IRD designen i tillegg til inntekter på selve arbeidet med å tilpasse den opprinnelige designen til de aktuelle plattformene. Dette har gitt gode ekstra inntekter hvert år. Til venstre er et bilde fra kontrollrommet for Snøhvit hvor den 16x1,5m store storskjermen med IRD design fra IFEH.*

#### **Lisensinntekter CREATE**

*CREATE er et verktøy for å designe, samt verifisere og validere designen i henhold til retningslinjer gitt for eksempel av USNRC (NUREG-0700). Dette verktøyet ble tatt fram av IFEH rundt år 2000 i et prosjekt finansiert av EdF i Frankrike. EdF ga alle rettighetene til IFEH mot at de fikk bruke det lisensfritt. Siden den gang har dette verktøyet blitt lisensiert ut rundt om i hele verden. Under er et eksempelbilde fra bruken av CREATE hvor designeren tester noen ergonomiske krav fra retningslinjene, i dette tilfellet siktlinjer og rekkevidde.*

Når det gjelder patenterings- og lisensieringsvirksomhet ser vi akkurat samme tendens som ved samarbeid med bedrifter og andre forskningsmiljøer. Det er MTO-virksomheten som står får denne aktiviteten, mens NUSP-sektoren er helt fraværende. Dette betyr at også patenterings- og lisensieringsvirksomheten i utgangspunktet er uavhengig av Haldenreaktoren. Flere av lisensene er også utviklet i det bilaterale MTO-programmet.

#### **6.5.4 Opprettelse av bedrifter og omsetning i bedriftene**

IFE Halden har gitt oss følgende oversikt over bedrifter som har blitt opprettet.

Spin-off bedrifter fra IFE Halden				
1972	Scandpower	Etablert på IFE Kjeller – i 1974 ble en avdeling opprettet i Halden rettet mot Telecom, senere et eget selskap og et nytt spin-off selskap MoreCom.	7 ansatte i 2012	-----
1996	Hand-El Skandinavia	1 avd. fra IFE MTO på nærmere 30 personer gikk ut. Virksomhetsområde: programvare for el-handel (NORPOOL, Aktørsystemer) Senere oppkjøpt av OMX Technology (California El-Børs), ble senere splittet opp og solgt til Tieto og Navita, sistnevnte er nå kjøpt av Brady, UK.	Tot. 67 ansatte i 2012	-----
2005	Wirescan	Bygd på resultater fra HRP MTO, starthjelp via Petromaks, nå etablert i Sarpsborg. Nå 10 personer, budsjett 15 mnok, Schlumberger og Siemens er største investorer i tillegg til IFE Venture.	9 ansatte i 2012	5 318 729 nok
2008	Augmenti (tidl. AR-lab Norway)	Bygd på resultater fra HRP MTO, starthjelp via FORNY, nå i gang med stort prosjekt for Forsvaret. 100% eid av IFE Venture.	3 ansatte i 2012	319 000 nok (ventet på OFU kontrakt med Forsvaret)
2009	First Sensing	Bygd på resultater fra HRP MTO, starthjelp via FORNY, nå eid av IFE Venture og gründere. Datterselskap First Sensing Energy. I 2012 kontrakter med 2 store oljeservice selskaper.	3 ansatte i 2012	4 486 101 nok
	Factback	Spin-inn selskap med IFE Venture som del-eier. Factback kartlegger situasjoner og prosesser basert på hver deltagers unike, individuelle opplevelser og meninger.	1 ansatt i 2012	-----

**Tabell 6.3 Bedriftsetableringer fra IFE Halden.**

Alle bedriftene som har blitt etablert etter 1996 kommer fra IFE Haldens MTO-virksomhet. Det er derfor heller ikke grunnlag for å si at fremtidige bedriftsetableringer vil falle bort ved en eventuell nedleggelse av Haldenreaktoren. Vi må igjen påpeke at bedriftene har kommet ut av MTO-virksomheten i fellesprogrammet, og at en nedleggelse av denne delen av MTO-virksomheten kan true fremtidige bedriftsetableringer.





## 7 KONKLUSJON

Vi har i løpet av denne rapporten kommet frem til følgende konklusjoner. Kostnadene ved å drive Haldenreaktoren er store og lite skalerbare. Dette betyr at man kan opprettholde en sunn økonomi hvis utnyttelsen av reaktoren er nær kapasitetsbegrensningen. Hvis utnyttelsen av reaktoren derimot faller kraftig vil det oppstå store underskudd siden kostnadene ikke kan justeres etter behov. Denne risikofaktoren har økt de siste årene siden faste kostnader som f.eks. lønnskostnaden har økt raskere enn de faste inntektene fra fellesprogram. For øyeblikket er aktivitetsnivået så lavt at IFE Halden vil gå på et underskudd på mellom 30 og 40 millioner kroner i inneværende år. Hvis man legger til statsstøtten til fellesprogrammet på ca. 45 millioner kroner, vil den totale kostnaden for den norske stat ligge på ca. 80 millioner kroner.

Det kan hende situasjonen bedrer seg raskt ved at etterspørselen for bilaterale oppdrag tiltar i 2014. Det er imidlertid to momenter som taler mot en vent og se holdning her. Det første momentet er at det for øyeblikket koster svært mye å vente. Hvis situasjonen raskt bedrer seg kan man kanskje tillate seg litt lengere tid. Det andre momentet er at Horowitz-reaktoren som bygges i Frankrike kan bli et substitutt til Haldenreaktoren som gjør at oppsiden man kan oppnå ved å vente på bedre tider sannsynligvis er begrenset. Man bør derfor ganske raskt gjøre en beslutning om man skal iverksette kostnadskutt i håp om å redde reaktordriften eller om man skal legge ned reaktoren. Det er vanskelig å gjøre kostnadskutt i NUSP-virksomheten. IFE Halden er allerede i gang med dette, men det er usikkert om dette vil være nok. Det er imidlertid mulig å kutte noen årsverk i MTO-virksomheten hvis man endrer sammensetningen av fellesprogrammet (mer NUSP-innhold og mindre MTO-innhold). Faren ved å kutte i MTO-virksomheten er at flere av de samfunnsøkonomiske gevinstene for Norge kommer fra MTO-virksomheten samtidig som reaktoren sannsynligvis må legges ned når Horowitz-reaktoren kommer i drift uansett.

Fra et forskningsperspektiv har Haldenreaktoren vært av stor betydning på grunn av den spesielle konstruksjonen og på grunn av Haldenprogrammet. Fremdeles gjøres det forskning som er helt avhengig av Haldenreaktoren. Horowitz-reaktoren kommer imidlertid nærmere dag for dag. Da vil Haldenreaktorens særstilling svekkes. Dette betyr at forskningen som er planlagt i Halden fremover i realiteten har et fullgodt alternativ hvis man bare venter noen år. Utfra dette perspektivet synes det som om Haldenreaktorens forskningsmessige betydning er fallende.

Fra et atomsikkerhetsperspektiv gjøres det viktig forskning ved Haldenreaktoren. Spesielt forskningen rundt tap av kjølevann kan øke forståelsen av hvordan man kan unngå et nytt Fukushima. IFE Haldens ansatte gjør også viktig atomsikkerhetsarbeid for UD, men dette arbeidet kan videreføres uten Haldenreaktoren. Kompetansen til IFEs ansatte vil ikke falle bort selv om reaktoren legges ned.

Fra et næringsperspektiv er Haldenreaktoren en viktig brikke i Thor Energys forsøk på å få i gang en kommersiell satsing på thoriumbasert atomkraft. Det har også vært snakk om å opprette et nytt forskningssenter for miljøvennlig energi for thorium i samarbeid med IFE Halden. Utover dette har ikke selve reaktoren noen direkte betydning for norsk næringsliv.

Betydningen er større for den internasjonale atomkraftindustrien. Reaktoren har også liten betydning fra et norsk utdanningsperspektiv.

MTO-virksomheten er mye viktigere enn Haldenreaktoren fra et norsk næringsperspektiv. Flere bedrifter har kommet ut av denne virksomheten. Reaktoren kan imidlertid ha en indirekte effekt på MTO-virksomheten gjennom reaktorens betydning for fellesprogrammet.

## REFERANSER

Bignan, Gilles *et al*, 2011a, «The Jules Horowitz reactor: A new European MTR (Material Testing Reactor) open to international collaboration: Update description and focus on the modern safety approach», IAEA Proceedings Series.

Bignan, Gilles *et al*, 2011b, «Primo Programma sperimentale internazionale proposto in sede OECD/NEA: The Jules Horowitz International Program (JHIP), [http://www.enea.it/it/enea\\_informa/events/juleshorowitzreactor-10nov11/bignangonnier](http://www.enea.it/it/enea_informa/events/juleshorowitzreactor-10nov11/bignangonnier).

Hagen, Kåre Petter, 2012, «Samfunnsøkonomiske analyser», NOU 2012:16.

Hervik, Arild *et al*., 2008, «Nukleære virksomheter ved Institutt for energiteknikk. En samfunnsøkonomisk kost/nytte-analyse», Forskningsrådet.

OECD, 2010, «Establishing Large International Research Infrastructures: Issues and Options», Global Science Forum.



# Vedlegg 1: Mandat for utredningen

## Utredning av den nærings- og forskningsmessige betydningen av IFEs nukleære virksomhet relatert til Halden-reaktoren

Det skal gjennomføres en utredning av den forsknings- og næringsmessige betydningen (nasjonalt og internasjonalt) av Institutt for energiteknikk (IFEs) nukleære forskningsaktivitet i Halden. Utredningen gjennomføres i forkant av behandlingen av en eventuell ny konsesjon til IFE for å drive og eie de nukleære anleggene i Halden, som innspill til arbeidet med denne.

IFE er en internasjonal forskningsstiftelse for energi- og nukleærteknologi. Stiftelsens hovedformål er på ideelt og samfunnsnyttig grunnlag å drive forskning og utvikling innenfor energi- og petroleumssektoren, og å ivareta nukleærteknologiske oppgaver for Norge. IFE ble ved Kgl. res. i november 2008 tildelt konsesjon for å drive Halden-reaktoren frem til 31.12.14, og til 31.12.18 for de øvrige anleggene i Halden. Konsesjon ble gitt for 10 år, frem til 31.12.18, for drift av reaktoren og de øvrige anleggene på Kjeller.

Fokus for utredningen er IFEs nukleære forskningsaktivitet relatert til Halden-reaktoren og skal også omhandle overføringsverdien denne forskningen har til andre bransjer og sektorer og til IFEs øvrige forskningsvirksomhet.

Utredningen om den nærings- og forskningsmessige betydningen av IFEs nukleære virksomhet skal bl.a. omfatte:

- Beskrivelse av IFEs nukleære forskning relatert til Halden-reaktoren.
- Betydningen av denne forskningen i et nasjonalt og internasjonalt forskningsperspektiv.
- Betydningen av denne forskningen i et nasjonalt og internasjonalt atomsikkerhetsperspektiv.
- Sammenhengen mellom denne forskningen og IFEs øvrige forskningsvirksomhet (så vel nukleær som ikke-nukleær forskning både i Halden og på Kjeller).
- Hvordan og i hvor stor grad har denne forskningen betydning for norske utdanningsmiljøer på høgskole- og universitetsnivå og da spesielt for norsk realfagskompetanse?
- Hvilken næringsmessig betydning har IFEs nukleære forskning knyttet til Halden-reaktoren hatt?
  - Samarbeidsprosjekter og kunnskapsoverføring til bedrifter.
  - Næringsmessige resultater fra samarbeidsprosjekter med universitets- og/eller høyskolemiljøer.
  - Patenterings- og lisensieringsvirksomhet.
  - Opprettelse av bedrifter og omsetning i bedriftene



# PUBLIKASJONER AV FORSKERE TILKNYTTET HØGSKOLEN I MOLDE OG MØREFORSKING MOLDE AS

[www.himolde.no](http://www.himolde.no) – [www.mfm.no](http://www.mfm.no)

**2011 - 2013**

Publikasjoner utgitt av høgskolen og Møreforskning kan kjøpes/lånes fra  
Høgskolen i Molde, biblioteket, Postboks 2110, 6402 MOLDE.  
Tlf.: 71 21 41 61, epost: [biblioteket@himolde.no](mailto:biblioteket@himolde.no)

## NASJONAL / NORDISK PUBLISERING

### Egen rapportserie

Heen, Knut Peder, Bremnes, Helge og Hervik, Arild (2013): *Utredning av den nærings- og forskningsmessige betydningen av IFEs nukleære virksomhet relatert til Haldenreaktoren*. Rapport/Møreforskning Molde AS nr. 1309. Molde. Møreforskning Molde AS 58 s. Pris: 100,-

Kaurstad, Guri; Bachmann, Kari og Oterhals, Geir (2013): *Gir deltagelse i frisklivsentralen i Molde et friskere liv? Deltagernes opplevelse av tilbudet, endring i fysiske parametere og helseatferd etter 3 måneder*. Rapport/Møreforskning Molde AS nr. 1308. Molde. Møreforskning Molde AS. 55 s- Pris: 100,-

Bremnes, Helge (2013): *Det regionale innovasjonssystemet i Møre og Romsdal. Møre og Romsdal som innovasjons- og kunnskapsregion*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1307. Molde. Møreforskning Molde AS . 55 s. Pris: 100,-

Oppen, Johan; Oterhals, Oddmund og Hasle, Geir (2013): *Logistikkutfordringer i RIR og NIR. Forprosjekt*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1305. Molde. Møreforskning Molde AS. 27 s. Pris: 50,-

Bergem, Bjørn G.; Bremnes, Helge; Hervik, Arild og Opdal, Øivind (2013): *Konsekvenser for Aukra som følge av utbyggingen av Ormen Lange. En oppsummering av analyser gjort av Møreforskning Molde*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1304. Molde. Møreforskning Molde AS. 33 s. Pris: 50,-

Johannessen, Gøran; Oterhals, Oddmund og Svindland, Morten (2013): *Sjøtransport Romsdal. Potensiale for økt sjøtransport i Romsdalsregionen*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1303. Molde. Møreforskning Molde AS. 33 s. Pris: 50,-

Rekdal, Jens og Zhang, Wei (2013): *Hamnsundsambandet. Trafikkberegninger og samfunnsøkonomisk kalkyle for 4 alternative traséer*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1302. Molde: Møreforskning Molde AS. 86 s. Pris: 100,-

Hervik, Arild; Bergem, Bjørn G. og Bræin, Lasse (2013) *Resultatmåling av brukerstyrt forskning 2011*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1301. Molde: Møreforskning Molde AS. 71 s. Pris: 100,-

Larsen, Odd I (2012): *Samfunnsøkonomisk vurdering av reduksjon i tillatt totalvekt for vogntog fra 50 til 40 tonn og utvidet veinett for modulvogntog*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1217. Molde. Møreforskning Molde AS. 55 s. Pris: 100,-

Hervik, Arild; Oterhals, Oddmund; Bergem, Bjørn G. og Johannessen, Gøran (2012): *NCE Maritim klyngeanalyse 2012. Status for martime næringer i Møre og Romsdal*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1216. Molde. Møreforskning Molde AS.



Guvåg, Bjørn; Oterhals, Oddmund; Johannessen, Gøran; Moghaddam, Sasan Mameghani; Seth, Anne Tafjord; Ona, Terje og Furstrand, Ronny (2012): *STX OSV. Supplier Analysis. Report / Møreforskning Molde AS number. 1215. Molde. Møreforskning Molde AS 66 p. Price: 50,-*

Kristoffersen, Steinar (2012): *NextShip – Lean Shipbuilding. State of the art and potential to be "lean" in multifariously distributed maritime design, engineering and construction. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1214. Molde. Møreforskning Molde AS. 26 s. Pris: 50,-*

Oterhals, Oddmund (2012): *Nyfrakt II. Sluttrapport. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1213. Molde. Møreforskning Molde AS. 13 s. Pris: 50,-*

Oterhals, Oddmund; Hjelle, Harald M.; Hervik, Arild og Bråthen, Svein (2012): *Nyfrakt II. Virkemidler for fornying av nærskipsflåten. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1212. Molde. Møreforskning Molde AS. 19 s. Pris: 50,-*

Kristoffersen, Steinar (2012) *Safe and robust content distribution.: challenges and solutions related to internet-based sharing of business critical documentation. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1211. Molde. Møreforskning Molde AS 50 s. Pris: 100,-*

Bråthen, Svein; Hagen, Kåre P.; Hervik, Arild; Larsen, Odd I.; Pedersen, Karl R.; Rekdal, Jens; Tvetter, Eivind og Zhang, Wei (2012): *Alternativ finansiering av transportinfrastruktur. Noen utvalgte problemstillinger. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1210. Molde. Møreforskning Molde AS. 92 s. Pris: 100,*

Oterhals, Oddmund; Bråthen, Svein og Husdal, Jan (2012) *Diagnose for kystlogistikken i Midt-Norge – Forprosjekt. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1209. Molde. Møreforskning Molde AS 62 s. Pris: 100,-*

Rekdal, Jens; Larsen, Odd I.; Steinsland, Christian og Zhang, Wei (2012) *Eksempler på analyser av Kjøprising med TraMod\_By : konsekvenser av tidsdifferensierte bompengesatser i Oslo, Bergen og Trondheim. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1208. Molde. Møreforskning Molde AS.*

Dugnas, Karolis og Oterhals, Oddmund (2012) *Logistikkoptimalisering i Villa-gruppen : kartlegging og forbedring av logistikkprosesser. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1207 KONFIDENSIELL. Molde. Møreforskning Molde AS. 53 s.*

Rekdal, Jens; Larsen, Odd I.; Stensland, Christian, Zhang, Wei og Hamre, Tom N. (2012) *TraMod\_By del 2. Delrapport 2 : eksempler på anvendelse. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1206. Molde. Møreforskning Molde AS. 140 s. Pris: 150,-*

Bråthen, Svein; Halpern, Nigel og Williams, George (2012) *The Norwegian Air Transport Market in the Future. Some possible trends and scenarios. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1205. Molde: Møreforskning Molde AS. 82 s. Pris: 100,-*

Hervik, Arild; Bræin, Lasse og Bergem, Bjørn G. (2012) *Resultatmåling av brukerstyrt forskning 2010. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1204. Molde: Møreforskning Molde AS. 129 s. Pris: 150,-*

Rekdal, Jens; Larsen, Odd I.; Løkketangen, Arne og Hamre, Tom N. (2012): *TraMod\_By Del 1: Etablering av nytt modellsystem. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1203. Molde: Møreforskning Molde AS. 176 s. Pris: 200,-*

Bråthen, Svein; Saeed, Naima; Sunde, Øyvind; Husdal, Jan; Jensen, Arne and Sorkina, Edith (2012): *Customer and Agent Initiated Intermodal Transport Chains. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1202. Molde: Møreforskning Molde AS. 153 s. Pris: 150,-*

Bråthen, Svein; Draagen, Lars; Eriksen, Knut S.; Husdal, Jan, Kurtzhals, Joakim H. og Thune-Larsen, Harald (2012): *Mulige endringer i lufthavnstrukturen – samfunnsøkonomi og ruteopplegg. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1201. Molde: Møreforskning Molde AS. 125 s. Pris: 150,-*

Kristoffersen, Steinar (2011): *Complete Documentation for Commissioning. Knowledge and document management in ship building. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1111. Molde: Møreforskning Molde AS. 32 s. Pris: 50,-*

Hervik, Arild; Oterhals, Oddmund; Bergem, Bjørn G. og Johannessen, Gøran (2011): *NCE Maritime klyngeanalyse 2011. Status for maritime næringer i Møre og Romsdal*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1110. Molde: Møreforskning Molde AS. 35 s. Pris: 50,-

Fillingsnes, Anne Berit; Sandøy, Marit og Ulvund, Ingeborg (2011): *Ny praksismodell i sykehjem. Rapport fra et samarbeidsprosjekt mellom Molde kommune, Kristiansund kommune og Høgskolen i Molde*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1109. Molde: Møreforskning Molde AS. 50 s. Pris: 100,-

Oterhals, Oddmund; Johannessen, Gøran og Hervik, Arild (2011): *STX OSV. Ringvirkninger av verftsvirksomheten i Norge*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1108. Molde: Møreforskning Molde AS. 28 s. Pris: 50,-

Hjelle, Harald M. og Bø, Ola (2011): *Implementering av IT-systemer i verdikjeden for frossen fisk. Sluttrapport for FIESTA-prosjektet*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1107. Molde: Møreforskning Molde AS. 124 s. Pris: 150,-

Rekdal, Jens (2011): *Konsekvensutredning; Måseide – Vedde – Gåseid. Delrapport: Trafikkanalyse og samfunnsøkonomisk kalkyle for "Borgundfjordtunnelen"*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1106. Molde: Møreforskning Molde AS. 112 s. Pris: 150,-

Hjelle, Harald M. og Bø, Ola (2011): *Sporbarhet, RFID og frossen fisk. Om potensialet til innføring av RFID-basert sporingsteknologi i forsyningskjeden for frossen fisk*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1105. Molde: Møreforskning Molde AS. 51 s. Pris: 100,-

Sandsmark, Maria og Hervik, Arild (2011): *Internasjonalisering av merkevarer i petroleumsnæringen i Midt-Norge*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1104. Molde: Møreforskning Molde AS. 41 s. Pris: 50,-

Bremnes, Helge; Hervik, Arild og Sandsmark, Maria (2011): *Merkevarer i petroleumsnæringen i Midt-Norge*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1103. Molde: Møreforskning Molde AS. 41 s. Pris: 50,-

Hervik, Arild; Bræin, Lasse og Bergem, Bjørn (2011): *Resultatmåling av brukerstyrt forskning 2009*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1102. Molde: Møreforskning Molde AS. 105,[42] s. Pris: 150,-

Oterhals, Oddmund (2011): *shipINSIDE – Vurdering av et nytt konsept for skipsinnredning*. Rapport / Møreforskning Molde AS nr. 1101. Molde: Møreforskning Molde AS. 25 s. Pris: 50,-

## ARBEIDSRAPPORTER / WORKING REPORTS

Berge, Dag Magne (2013): *Utdanningsbehov, rekruttering og globalisering. Resultater fra en spørreskjemaundersøkelse blant bedrifter i den maritime klyngen i Møre og Romsdal*. Arbeidsrapport / Møreforskning Molde AS nr. M 1302. Møreforskning Molde AS. 46 s. Pris: 50,-

Rye, Mette (2013) *Merkostnad i privat sektor i sone 1A og 4A etter omlegging av differensiert arbeidsgiveravgift*. Arbeidsrapport / Møreforskning Molde AS nr. M 1301. Møreforskning Molde AS. 17 s. Pris: 50,-

Oterhals, Oddmund (2012) *Nyfrakt II. Vareeierdeltakelse og kontraktsmegling*. Arbeidsrapport / Møreforskning Molde AS nr. M 1202. Møreforskning Molde AS. 12 s. Pris: 50,-

Rye, Mette (2012): *Merkostnad i privat sektor i sone 1a og 4a etter omlegging av differensiert arbeidsgiveravgift : estimat for 2012*. Arbeidsrapport / Møreforskning Molde AS nr. M 1201. Molde: Møreforskning Molde AS 19 s. Pris: 50,-

Bremnes, Helge; Kristoffersen, Steinar og Sandsmark, Maria (2011): *Evaluering av IKT-investeringer – et forprosjekt*. Arbeidsrapport / Møreforskning Molde AS nr. M 1103. Molde: Møreforskning Molde AS. 18 s. Pris: 50,-

Hervik, Arild; Hekland, Jon og Bræin, Lasse (2011): *Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF). Screening av eksisterende erfaringer internasjonalt med måling/kartlegging av effekter av forskning innen fiskeri- og havbrukssektoren*. Arbeidsrapport / Møreforskning Molde AS nr. M 1102. Molde: Møreforskning Molde AS. 25 s. Pris: 50,-

Rye, Mette (2011): *Merkostnad i privat sektor i sone 1a og 4a etter omlegging av differensiert arbeidsgiveravgift. Estimater for 2011*. Arbeidsrapport / Møreforskning Molde AS nr. M 1101. Molde: Møreforskning Molde AS. 17 s. Pris: 50,-

## ARBEIDSNOTATER / WORKING PAPERS

Kjersem, Lise; Opdal, Øivind og Aarseth, Turid (2013) *Helsemessige effekter av opphold på Solgården : har et toukers opphold på Solgården målbare effekter på eldres liv og helse?* Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2013:1. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50. –

Bråthen, Svein; Kurtzhals, Joakim H. og Zhang, Wei (2013) *Masterplan for Trondheim Lufthavn Værnes 2012 : oppdaterte samfunnsøkonomiske analyser*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2013:2. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50. –

Bråthen, Svein og Zhang, Wei (2013) *Operativ organisering av lufttrafikkjenesten : anslag på lokal sysselsetting og produksjonsverdi*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2013:3. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50. –

Berge, Dag Magne (2013) *Innovasjon og politikk : om innovasjon i offentlig sektor*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2013:4. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 100. –

Halskau sr., Øyvind og Jörnsten, Kurt (2013) *Some new bounds for the travelling salesman problem*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2013:7. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50. –

Rønhovde, Lars Magne (2012) *Innovasjon i offentlig sektor : en studie av prosessene knyttet til initiering av og iverksetting av samhandlingsreformen i fem kommuner på Nordmøre*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2012:1. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50. –

Berg, Celia M.; Wallace, Anne Karin og Aarseth, Turid (2012) *IKT som hjelper og tidstyv i videregående skole : elevperspektiv på bruk av IKT i norsk og realfag*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2012:2. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 100. –

Helgheim, Berit Irene (2012) *Operasjonsforløp i kirurgisk divisjon : Sykehuset Østfold – forprosjekt : kommentarutgave*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2012:3. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 100.-

Lohne, Marianne og Ødegård, Atle (2012) *Fosterforeldres opplevelser av utilsiktet flytting : beskrivelse av prosjektet, foreløpige funn og refleksjoner*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2012:4. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50.-

Halskau sr., Øyvind (2012) *On routing and safety using helicopters in a hub and spoke fashion in the off-shore petroleum's industry*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2012:5. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50.-

Helgheim, Berit Irene og Foss, Bjørn (2012) *Redegjørelse for bruk av 25,25 transportvogntog i Nordland og Västerbotten : økonomiske og miljømessige konsekvenser*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2012:6. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50.-

Gjerde, Ingunn; Meese, Janny; Rønhovde, Lars; Stokke, Inger og Aarseth, Turid (2012) *Helhetlige pasientforløp i utvikling : del 1*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2012:7. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50.-

Gribkovskaia, Irina; Halskau sr., Øyvind and Kovalov, Mikhail Y, (2012) *Minimizing takeoff and landing risk in helicopter pickup and delivery operations*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2012:8. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50.-

Ludvigsen, Kristine og Jæger, Bjørn (2011) *Roller og rolleforventninger ved bruk av avatarer i en fjernundervisningskontekst*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2011:1. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50. –

Sandsmark, Maria (2011) *A system dynamic approach to competitive advantage : the petro-industry in Central Norway as a case study*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2011:2. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50. –

Bremnes, Helge; Bergem, Bjørn and Nettet, Erik (2011) *Coherence between policy formulation and implementation of public research support? : an examination of project selection mechanisms in the Norwegian Research Council*. Arbeidsnotat / Høgskolen i Molde, nr. 2011:3. Molde : Høgskolen i Molde. Pris: 50. –

## **Rapporter publisert av andre institusjoner**

Eidhammer, Gunnar; Fluttert, Frans A. J.; Knutzen, Maria og Bjørkly, Stål (2013) *Early recognition method – ERM : Pilotfase 2 – 2009-2013*. Rapport / Kompetansesenter for sikkerhets-, fengsels- og rettspsykiatri for Helseregion Sør-Øst, 2013-1. Oslo : Kompetansesenteret.

Olsen, Silvia Johanne; Bråthen, Svein; Aarhaug, Jørgen; Ramjerdi, Farideh; Julsrud, Tom Erik; Krogstad, Julie Runde og Bremnes, Helge (2013) *Regulering, kontrakt eller nettverk? : en drøfting av nye styringsinstrumenter i jernbanesektoren*. TØI-rapport, 1249/2013. Oslo : Transportøkonomisk institutt.

Vatnar, Solveig Karin Bø og Bjørkly, Stål (2011) *Forskningsbasert kunnskap om partnerdrap : en systematisk litteraturgjennomgang*. Rapport / Kompetansesenter for sikkerhets-, fengsels- og rettspsykiatri for Helseregion Sør-Øst, 2011-2. Oslo : Kompetansesenteret.

Nilsen, Inge Berg (red.); Angell, Elisabeth; Bergem, Bjørn Greger, Bræin, Lasse; Hervik, Arild; Nilsen, Trond og Karlstad, Stig (2012) *Erfaringsstudie om ringvirkninger fra petroleumsvirksomhet for næringsliv og samfunnet for øvrig*. Norut Alta Rapport, 2012:8. Alta : Norut.



© Forfatter/Møreforskning Molde AS

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller fremstille eksemplar til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforskning Molde AS er all annen eksemplarframstilling og tilgjengelighetsgjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.



**MØREFORSKING**  
MOLDE

MØREFORSKING MOLDE AS  
Britvegen 4, NO-6410 Molde  
Telefon +47 71 21 40 00

[mfm@himolde.no](mailto:mfm@himolde.no)  
[www.mfm.no](http://www.mfm.no)



**Høgskolen i Molde**  
Vitenskapelig høgskole i logistikk

HØGSKOLEN I MOLDE  
Postboks 2110, NO-6402 Molde  
Telefon +47 71 21 40 00  
Telefaks +47 71 21 41 00

[post@himolde.no](mailto:post@himolde.no)  
[www.himolde.no](http://www.himolde.no)