

Rostra Reklamebyrå RRA 26 Foto: Kjell Brustad Oktober 1998

HVORFOR HAR VI EN FORSKNINGS- REAKTOR PÅ KJELLER?



Institutt for energiteknikk

KJELLER:
Postboks 40, 2007 Kjeller
Telefon 63 80 60 00
Telefax 63 81 63 56

<http://www.ife.no/>

HALDEN:
Postboks 173, 1751 Halden
Telefon 69 21 22 00
Telefax 69 21 22 01



Institutt for energiteknikk

FORSKNING, KUNNSKAP OG UTVIKLING



Allerede i 1951 ble Norges første forskningsreaktor JEEP satt i drift på Kjeller. Norge fikk derved et forskningsmiljø som på internasjonalt nivå kunne bidra til den kjernekraft-



Reaktoren JEEP I startes for første gang sommeren 1951. Fra venstre: Gunnar Randers, John Dunworth (UK) og Odd Dahl.

teknologiske utviklingen på et tidlig tidspunkt. En lærte mye ved byggingen av JEEP og seinere kunne en gjøre reaktorfysiske eksperimenter. Etter hvert ble det likevel klart at hovedfordelen ved JEEP var dens egenskaper som en kraftig nøytronkilde etter datidens målestokk. Nøytronene ble i stadig høyere grad brukt til isotopproduksjon og til grunnforskning i fysikk. I 1967 ble JEEP erstattet med reaktoren JEEP II som er konstruert for isotopproduksjon og for å lage kraftige strålebunter av nøytroner for nøytronspred-

ningsformål, altså grunnforskning innenfor materialfysikk/kjemi. Institutt for energiteknikk (IFE) har også en forskningsreaktor i Halden der forskningsaktivitetene drives som et internasjonalt prosjekt, The OECD Halden Reactor Project. Ved denne reaktoren kan en bare drive reaktorfysiske eksperimenter, ettersom dette er en kraftreaktor ved høy temperatur og trykk, og derfor omgitt av en solid trykk-tank. Driften av forskningsreaktoren JEEP II er en forutsetning for utvikling og produksjon av radioaktive legemidler, for viktige deler av grunnforskning i fysikk i Norge og for bestråling av materialer for teknisk og industriell bruk.

GRUNNFORSKNING I FYSIKK



Nøytronstrålene fra reaktoren er et enestående verktøy for forskerne. Strålene gjør det mulig å "se" inn i forskjellige materialer for å finne ut hvordan atomene organiserer seg og eksempelvis danner molekyler, væsker, faste stoffer, magneter og superledere.

NØYTRONSPREDNING

Når nøytronstrålen treffer en krystall, f.eks. et saltkorn, der atomene danner et velordnet mønster, blir nøytronene avbøyd og spredt i bestemte retninger. Dette spredningsmønsteret er et "fingeravtrykk" av den indre strukturen i krystallen. Spesialbygde instrumenter måler spredningsmønsteret. Fra dette kan en utlede hvordan atomene er plassert i forhold til hverandre.

Nøytronspredningsmetoden har revolusjonert mye av vår viten om hvordan stoffer er bygd opp. Nobelprisen i fysikk i 1994 gikk til oppfinnerne av denne metoden.

MATERIALFORSKNING ER VIKTIG

Materialene våre forfedre benyttet, ga navn til tidligere historiske epoker: Steinalder, bronsealder og jernalder. Den vitenskapelige og teknologiske utviklingen av nye materialer i vår "atomalder" er enorm. Nøytronstrålene fra forskningsreaktoren gjør det mulig å finne strukturen til disse materialene. Grunnforskningen i fysikk ved IFE er derfor en av hjørnesteinene i Norges satsing på forskning og utdanning i materialvitenskap, og er nødvendig for at Norge skal kunne bidra til den internasjonale forskningsfronten på utvalgte områder.

BESTRÅLINGSTEKNOLOGI



BESTRÅLINGSTEKNOLOGI - NØYTRONBESTRÅLING

I JEEP II fremstilles radioaktive isotoper for medisinske, tekniske og analytiske formål.

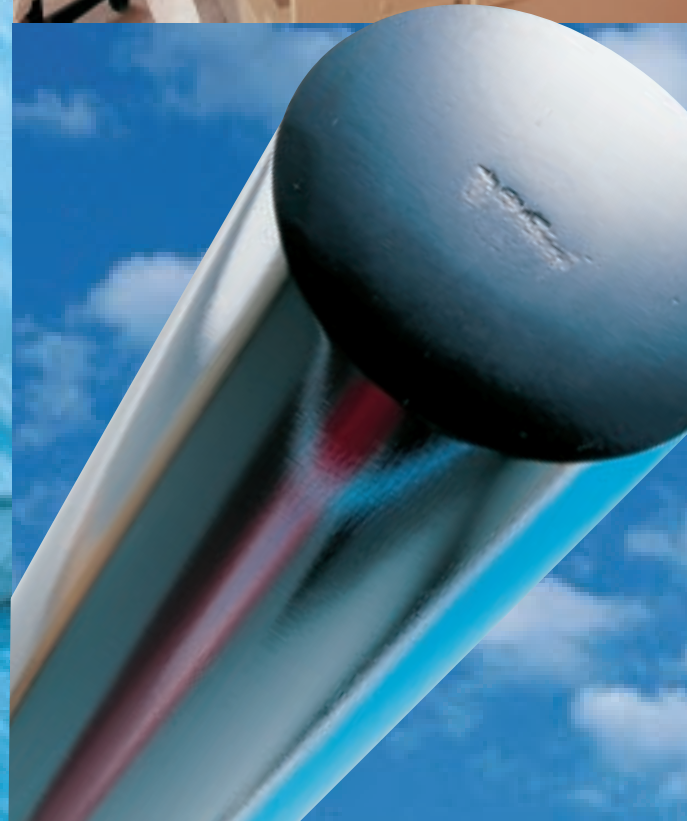
Innen medisin brukes radioaktive stoffer vesentlig til diagnostikk, men benyttes også i noen utstrekning til terapeutisk formål. Ca. 30 norske sykehus benytter slike metoder.

Radioaktive kilder benyttes i stor utstrekning i nivå-, tetthets- og fuktighetsmålere i prosessindustrien.

Analytisk brukes nøytronene til såkalt nøytronaktiveringsanalyse. Studier av gamma-strålingen fra en prøve som er bestrålt med nøytroner kan gi så vel kvalitativ som kvantitativ informasjon om prøvens sammensetning og innhold av sporelementer. Metoden er mye benyttet innen miljøteknologi og forurensningsstudier.

Radioaktive isotoper anvendes også som sporstoffer (tracere) for å studere fysiske- og kjemiske prosesser. Anvendelsene spenner fra studier av biologiske prosesser til bevegelse av fluider i oljereservoir.

Nøytroner brukes også til bestråling av superrene silisiumkrystaller for produksjon av halvledere. De bestrålte krystallene får via nøytrondoping et homogent fordelt og vel definert innhold av fosforatomer. De bestrålte krystallene får derved den ønskede elektriske ledningsevne som er optimal for krystallenes anvendelse. Bestrålinger med nøytroner i JEEP II dekker i dag ca. 10% av verdensmarkedets behov på dette området.



SLIK ER REAKTOREN KONSTRUERT



EN TUNGTVANNSSREAKTOR

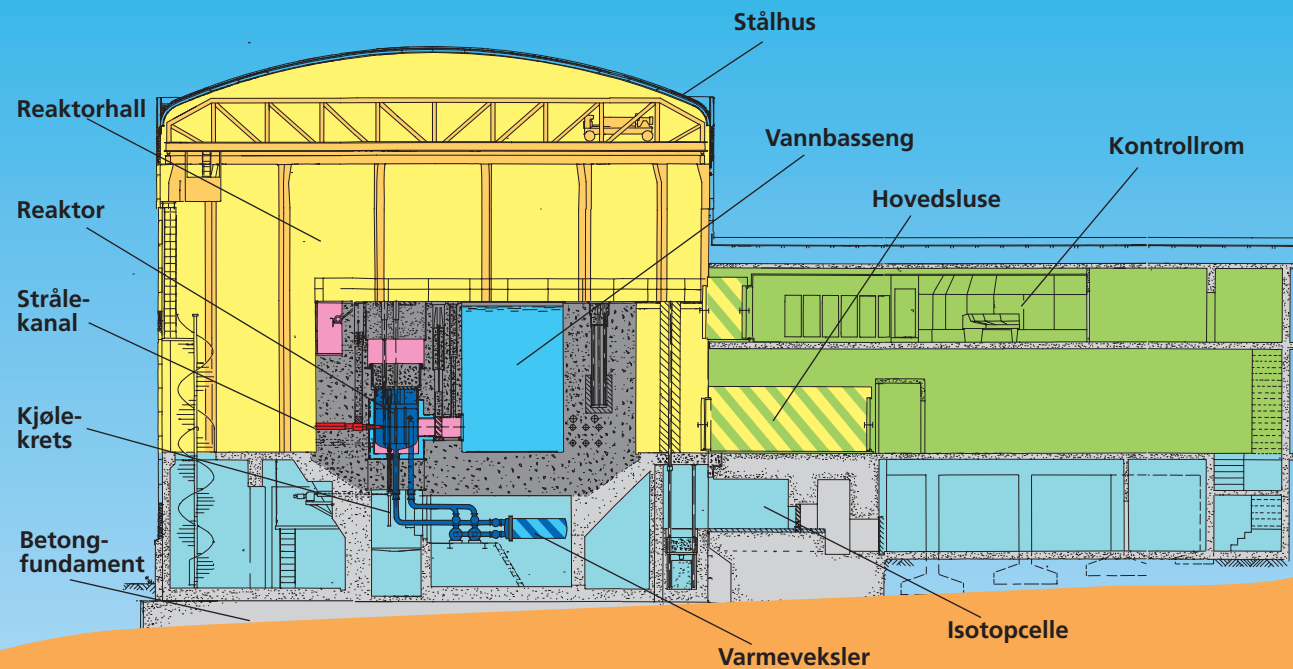
I JEEP II har en lagt forholdene ekstra godt til rette for å bruke reaktoren som en nøytronkilde. I betongskjermen rundt selve reaktorkjernen er det åpne, horisontale kanaler der en kan ta ut nøytronstråler for eksperimenter i Nøytronlaboratoriet som omgir reaktoren. Kanalene starter på et sted i reaktoren der strømmen av langsomme nøytroner er maksimal. Det er også vertikale rør ned i reaktoren der en kan legge inn kjemiske stoffer som skal gjøres radioaktive ved nøytronbombardement.

JEEP II er en tungtvannsmoderert reaktor. Tungtvannet virker også som kjølemiddel. Reaktoren har en maksimal varme-effekt på 2 000 kW. Varmen avgis i en varmeveksler til et sekundært varmetransportssystem med vanlig vann som igjen avgir varmen til et sentralvarmesystem som varmer opp enkelte av IFEs bygninger. Overskuddsvarme slippes ut gjennom et kjøletårn.

Reaktoren opereres ved atmosfæretrykk og temperaturen på tungtvannet er ca 50°C. Brenselet består av ca 250 kg uran. Reaktortanken, som er av aluminium, er omgitt av en 2,2 m tykk betongskjerm, og reaktoren er plassert i et stålhuse. Stålhuset er konstruert for et overtrykk og er stengt med slusedører. All overvåking og kontroll utføres fra kontrollrommet som ligger utenfor stålhuse.

For å styre spaltningsprosessen i uranet er reaktoren utstyrt med kontrollstaver. Ved hurtig avstengning faller disse inn i reaktorkjernen ved egen tyngde og stopper spaltningsprosessen momentant.

Reaktoren er utstyrt med sikkerhets- og nødkjølesystemer. Ved vanlig drift er reaktoren avhengig av vann- og strømtilførsel fra omverdenen. Skulle dette svikte, har en både batterier og nødstrømsaggregat som settes inn for å holde vannpumper og elektronikk i gang.

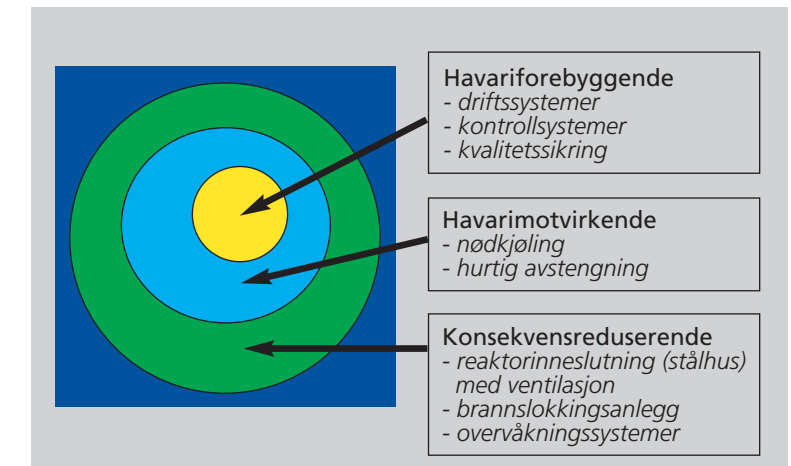


SIKKER DRIFT



FORSVAR I DYBDEN

Sikkerheten i reaktoranlegget er organisert etter det vi kaller "forsvar i dybden"-prinsippet. Dette kan illustreres som et system med overlappende barrierer og tiltak som skal forebygge, motvirke og redusere konsekvenser av eventuelle uhell:



En rekke fysiske barrierer hindrer de radioaktive stoffene i brenselet i å frigjøres til omgivelsene:

- keramisk brensel
- brenselkapsling
- strålingsskjerming
- reaktorinneslutning

Når vi diskuterer sikkerheten ved JEEP II, er det viktig å være klar over at reaktorens varmeeffekt og innhold av radioaktivitet kun er en tusendel av det som finnes i et kjernekraftverk. Videre arbeider JEEP II ved atmosfæretrykk og lav temperatur. Denne spesielle konstruksjonen og de aktuelle driftsbetingelsene gjør at selv et meget alvorlig uhell ikke vil innebære fare for omgivelsene.