

Probabilistisk säkerhetsanalys för att finna fel

Kärnkraftverk är utrustade med omfattande skydd mot olyckor. Skyddet är uppbyggt av flera oberoende barriärer som ska förbinda utsläpp av radioaktivitet. Barriärerna skyddas i sin tur av ett antal oberoende säkerhetsystem, instruktioner och rutiner. Detta sätt att bygga upp säkerheten brukar kallas för kärnkraftverkets djupförvar.

Samtliga barriärer måste läcka eller haverera för att ett radioaktivt utsläpp till omgivningen ska kunna ske. Fråga är här hur man kan veta att samtliga delar i djupförsvaret fungerar som det är tänkt om de verkligen skulle behövas.

En probabilistisk säkerhetsanalys (PSA) är en analys av sannolikheter och används bland annat för att upptäcka felkombinationer som gör att samtliga barriärer slås ut vid en olycka.

I ett kärnkraftverks djupförvar ingår barriärerna som en av flera delar. Barriärerna ska försvåra spridning av bränslets radioaktiva innehåll och består av:

- bränslet
- bränslets kapsling
- reaktortanken
- reaktorinneslutningen
- reaktorbyggnaden

Som en andra viktig del i djupförsvaret finns ett antal säkerhetssystem som skall stänga av reaktorn och hålla bränslet kylt efter en störning.

Olika säkerhetsanalyser

Säkerhetsanalyser kan delas in i två kategorier, deterministiska och probabilistiska analyser. Bar-

riärerna i djupförsvaret har konstruerats för att kunna stå emot både förväntade och mer sällsynta störningar med hjälp av så kallade deterministiska säkerhetsanalyser. En deterministisk analys försöker förutse störningar som kan inträffa. Exempel på störningar som går att förutse är bortfall av det yttre elnätet eller störningar som kräver att man stänger av reaktorn. Ett stort rörbrott i ett processystem är ett exempel på en sällsynt störning, som hittills inte inträffat i något kärnkraftverk i världen. I en deterministisk analys analyseras varje barriär för sig så att de ska klara alla störningar.

Probabilistiska (sannolikhetsbaserade) analyser erbjuder en möjlighet att i en och samma analys betrakta ett kärnkraftverks alla barriärer och det sätt de fungerar på i samband med olika störningar. Det är i detta sammanhang PSA har blivit ett viktigt verktyg. Med PSA är det möjligt att beskriva och värdera en helhetsbild av ett kärnkraftverks säkerhet.

Med en PSA kan man bland annat:

- beräkna frekvensen för händelser som kan leda till härdsador
- hitta de störningar, komponentfel och felgrepp som ger de största bidragen till den totala frekvensen för härdsador
- se möjliga säkerhetsförbättrande åtgärder och prioritera bland dessa.

Ett viktigt nytt användningsområde är så kallad ”levande PSA”. Det innebär att man använder PSA i dagligt säkerhetsarbete för att utvärdera både störningar och föreslagna ändringar i konstruktion och driftprocedurer.

011012

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION
Swedish Nuclear Power Inspectorate

POSTADRESS 106 58 Stockholm
BESÖK Klarabergsviadukten 90
TELEFON 08-698 84 00
TELEFAX 08-661 90 86
E-POST ski@ski.se
WEBBPLATS www.ski.se

The logo for the Swedish Nuclear Power Inspectorate (SKI) consists of the letters 'SKI' in a bold, black, sans-serif font. A small red circle is positioned above the letter 'i'.

Kan man lita på PSA-resultat?

Tolkningen av en PSA försvåras av att man måste räkna in ofrånkomliga osäkerheter som påverkar resultaten. Eftersom en PSA behandlar sällsynta händelser, kan den statistiska osäkerheten i ett resultat vara stor. Statistiska osäkerheter försöker man minska genom att skapa system för att samla in statistik över inträffade störningar, som sedan används i kommande analyser.

Osäkerheter finns även i den befintliga kunskapen om vissa komplexa fenomen och dessutom gör felmekanismer att olika analysmodeller ger olika analysresultat.

På grund av osäkerheterna i analysresultaten är det svårt att göra direkta jämförelser mellan olika anläggningar eller med annan verksamhet. Trots detta har probabilistiska säkerhetsanalyser i många fall lett till att viktiga säkerhetshöjande åtgärder genomförts. PSA-verksamheten har haft en avgjort positiv inverkan på säkerhetsnivån vid de svenska kärnkraftverken, speciellt de äldre.

PSA i Sverige

PSA-tekniken uppstod ur ett behov av att analysera tillförlitligheten i komplexa tekniska system under 1960-talet. Inom kärnkraftsindustrin användes säkerhetsanalyser tidigt vid konstruktion och analys av vissa av reaktorernas säkerhetssystem.

Olyckan år 1979 i det amerikanska kärnkraftverket Three Mile Island innebar att intresset för PSA-tekniken ökade. Sverige beslutade att samtliga kärnkraftverk skall genomföra säkerhetsgranskningar. De första analyserna presenterades under 1980-talet. I dessa ingick en redovisning av de första anläggningsspecifika PSA-studierna. I dagens föreskrifter ställs krav på PSA av samtliga risker i anläggningen.

PSA-verksamhet på SKI

På SKI bedrivs PSA-verksamhet för att utveckla SKI:s kompetens inom området, att följa den internationella utvecklingen och att granska kärnkraftverkens probabilistiska säkerhetsanalyser. SKI har också en viktig roll som samordnare och initiativtagare till mycket av den forskning och utveckling som bedrivs inom området i Sverige.

Det finns en stor mängd referenser om och kring PSA tillgängliga via SKI. Några exempel är:

- *T-boken, Tillförlitlighetsdata för komponenter i nordiska kraftreaktorer, version 5, TUD 00-07, 2000. ISBN 630-9862-8.*
- *Safety Evaluation by Living Probabilistic Safety Assessment, SKI Rapport 94:2.*
- *I-boken, Inledande händelser i nordiska kärnkraftverk, version 2, 1994. SKI Rapport 94:12.*
- *Guidance for External Events Analysis, SKI Report 02:27.*
- *Branddataprojektet – Genomförande och resultat, SKI Rapport 2003:27.*
- *Tillsynshandbok PSA, SKI Rapport 2003:48.*
- *(Volume 2) Dependency Defence and Dependency Analysis Guidance, SKI Report 2004:04.*
- *IAEA arbete med guider för PSA kvalitet, SKI Rapport 2004:38.*