

# Elementaire reactor

Het werkingsprincipe van een kernreactor is niet ingewikkeld, de praktische uitvoering ervan is echter een duivelsklus. In het midden van de jaren '40 was Richard Feynman aangesteld om bij de militaire uraniumverrijkingsfabriek in Oak Ridge criticiteitsproblemen te voorkomen. Twee ingenieurs arriveerden in zijn kantoortje en rolden een blauwdruk van het verrijkingssysteem uit. Het was een ondoordringelijk geheel van symbolen, maar de ingenieurs waren zeker, alles was dubbel uitgevoerd, de veiligheid onomstotelijk. Feynman overzag het papier en wees met zijn potlood naar een specifieke plek: What if this valve fails?

De twee specialisten waren met stomheid geslagen en konden slechts stamelen dat ze het probleem direct zouden analyseren, in de loop van de middag zouden ze hierop terugkomen. De aanwezige generaal merkte tevreden op: I knew you were a genius. Feynman glimlachte. Hij had de kaart helemaal niet begrepen, hij wist niet of de plek die hij aanwees een klep was of een deuropening, het was bluf.

De hoofdzaak van een kernreactor is het op een veilige manier genereren van elektriciteit. Kennis is relevant, discipline een vereiste, maar betrokkenheid van de medewerkers is essentieel.

Vorige jaar kreeg ik bezoek van een HRM-manager van een grote nucleaire installatie in het zuidwesten van Nederland. Het werd een gesprek over het instrueren van externe medewerkers bij het bedrijf.

HRM: Denk je dat jullie deze mensen kunnen opleiden?

Ik: Natuurlijk, we hebben dit meer gedaan.

HRM: Frans, besef het is geen koekjesfabriek.

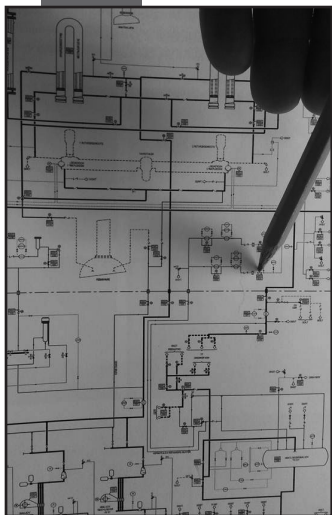
Ik: Het is me duidelijk, geen nucleaire kaakjes of Curie koek.

HRM: Stel een offerte op en doe niet te gek, anders gaan we naar je concurrent in België.

Ik heb alle nucleaire installaties in Nederland bezocht, ik weet waar ik het over heb, dat maakt me echter niet tot nucleair expert, maar de didactische uitdaging om zo'n training te verzorgen, legitimeerde mijn grootspraak.

Het kan eenvoudig: atoom ( $^{235}\text{U}$ )  $\rightleftharpoons$  stoom ( $\text{H}_2\text{O}$ )  $\rightleftharpoons$  stroom (KWh). De splijtstofstaven moeten voldoende neutronengeneraties produceren, criticiteit  $k = 1$  en reactiviteit  $\rho = 0$  pcm. Natuurlijk zijn er afwijkingen en daarom moeten de experts voortdurend bijsturen. Zij zien niets van het borrelende, kokende en puffende reactorvat, alleen maar lampjes, wijzertjes, handeltjes en drukknopjes.

Zo'n reactorvat heeft geheimen. Tussen de splijtstofelementen bevinden zich de regelstaven, gevaarlijke spinnenkoppen van zilver en cadmium om in nood-



gevallen de veiligheid te garanderen. De feitelijke werking, het gelijkmatig opbranden van uranium, wordt geregeld met boor. Maar hoe krijg je een emmertje boorzuur in een reactorvat van 303 °C en 154 bar? Bovendien hoe wordt de neutronenflux gemeten? Dat schijnt in het reactorvat mogelijk te zijn met een raadselachtig kogelmeetsysteem. Hoe kan dat? Gaat het deksel er dan af? Kortom, het was nodig dat de opleiders zelf eerst werden geïnstrueerd over systeemkennis.

Toen verschenen de blauwdrukken waar het zelfs Feynman van duizelde. De tekens en coderingen zijn volstrekt onduidelijk, het is als een hiërogliefenschrift dat je moet leren lezen. Pas na een tijdje begrijp je dat TS de afdeling is voor het condenseren van water, het reactorvat aangeduid wordt met YZ, een meetsysteem PD is en zo zijn er WD, MV, CX enz. Soms is het geheimschrift zinvol, zo verwijst YB naar de stoomgenerator, ik vind dat leuk, want dat zijn de initialen van mijn geliefde, ook een soort stoomgenerator. Om het hele systeem hangt een Duitse degelijkheid. Zo is er sprake van PUMA (: Pumpmotorabfall), zijn overal Drosselkörper geïnstalleerd, worden lekkages getypeerd met Einfluss von Aussen en Kuhlmitteilverlust. De regelstaven kunnen gestaffelt worden ingeworpen en ook de ernstige situaties wordt in bloedserius Germaans uitgedrukt, een GAU is een Größter anzunehmender Unfall en een RESA is een Reaktorschnellabschaltung.



Tijdens een pauze van de systeeminstructie vertelde een van de medewerkers dat er ooit een Amerikaanse delegatie voor inspectie was geweest onder leiding van een duikbootkapitein. Deze man had een uitstekende nucleaire kennis en meer nog, hij had een heel goed inzicht in menselijke verhoudingen: De managers gingen met opgeheven hoofd naar binnen, maar kwamen huilend weer naar buiten. Ze leden aan schromelijke zelfoverschatting, waren niet kritisch genoeg en te weinig alert op veiligheidsprincipes.

Uit onderzoeken is bekend dat een weinig kritische houding leidt tot versterking, slechte communicatie en uiteindelijk tot fouten. Dat is niet alleen onplezierig, voor een nucleaire bedrijf is dat catastrofaal. In een omgeving waar criticiteit essentieel is, kan een kritische houding heel waardevol zijn.

Dat deed me denken aan Niels Bohr, die de scherpe en meedogenloze geest van Feynman al was opgevallen. Voor nieuwe ideeën overlegde Bohr graag met zijn zoon Aage, pas als zij tweeën het eens waren, werden anderen erbij betrokken, maar: “first we discuss with Feynman, then we’ll call in the big shots”.