

Een tsunami leidde in maart 2011 tot de verwoesting van een Japanse kerncentrale en het uitroepen van de noodtoestand. Dat deed het imago van kernenergie wereldwijd geen goed. Was die reactie terecht? Een inventarisatie van de gezondheidsschade.



Op het terrein van de Fukushima-kerncentrale werd op 10 februari van dit jaar nog 213 microsievert per uur (0,213 millisievert per uur) gemeten. Iets verderop zijn de stralingsniveaus inmiddels erg laag.

KIJK MAAKT DE BALANS OP,
5 JAAR NA DE KERNRAMP

Hoe gevaarlijk was FUKUSHIMA?

Op 11 maart 2011 veroorzaakte een zeebeving ten noordoosten van Japan een tsunami. De drie operationele reactoren van de kerncentrale Fukushima I werden direct stilgelegd. Helaas viel door de tsunami de elektriciteit uit, waardoor het lastig werd om de reactoren te koelen. Tot overmaat van ramp beschadigden vloedgolven de noodstroomvoeding, waarna er voor de koeling alleen nog accu's waren die het hoogstens een paar uur zouden volhouden. De temperatuur in de reactoren liep gestaag op, zodat in de dagen na 11 maart in drie units een meltdown optrad. De kernramp was een feit.

Daarmee kreeg het imago van kernenergie een flinke klap. Jammer, want we hebben het tenslotte over een energiebron die voorlopig niet opraakt, geen fijnstof uitstoot en het klimaat nagenoeg ongemoeid laat. Na de kernramp liet bondskanselier Angela Merkel weten dat Duitsland vanwege de risico's voor de bevolking wil stoppen met kernenergie, en ook Japan sloot een tijdlang zijn kerncentrales. Maar wás de gezondheidsschade van Fukushima zo groot als veel mensen menen? Of viel het wel mee? Tijd om, precies vijf jaar later, de balans op te maken.

Ontwortelde mensen

De narigheid voor de omwonenden begon met evacuatie. In een straal van 20 kilometer rond de kerncentrale moesten zo'n 160.000 mensen hun huis verlaten. Door de stress van deze gedwongen verhuizingen, en door de sociale ontwrichting en de moeizame leefomstandigheden erna, stierven tot op heden duizend tot tweeduizend mensen. Het betreft vooral ouderen en zieken. Wim Turkenburg, gepensioneerd hoogleraar wetenschap, technologie en maatschappij, bezocht het getroffen gebied afgelopen najaar tijdens een studiereis. "Ik vond dit aspect van de ramp heel indringend. Meer dan 100.000 mensen zijn nog steeds niet teruggekeerd naar hun eigen woning, en voor velen is het de vraag of dat ooit zal gebeuren." Turkenburg constateerde dat veel geëvacueerden met depressies kampen, waardoor er regelmatig zelfmoordgevallen zijn. En verder: "Families zijn uit elkaar gedreven en mensen hebben zorgen over hun gezondheid. Kinderen uit het besmette gebied maken op school moeilijk vriendjes." Maar hoe zit het met de gezondheidseffecten van de straling? »



De natuurkundige eenheid voor stralingsdosis is de gray. Eén gray staat voor één joule aan geabsorbeerde stralingsenergie door één kilogram materie.

De gerelateerde eenheid sievert is ook uitgedrukt in joules per kilogram, maar dan met het biologische effect van de straling meegewogen.



Bij een dosis vanaf ongeveer 1 gray in korte tijd kan iemand acuut de - soms dodelijke - stralingsziekte krijgen.



De kracht van de tsunami die Japan op 11 maart 2011 trof was zo groot dat de zeedijk bij de kerncentrale het water niet kon tegenhouden, zoals op dit webcambeeld te zien is.



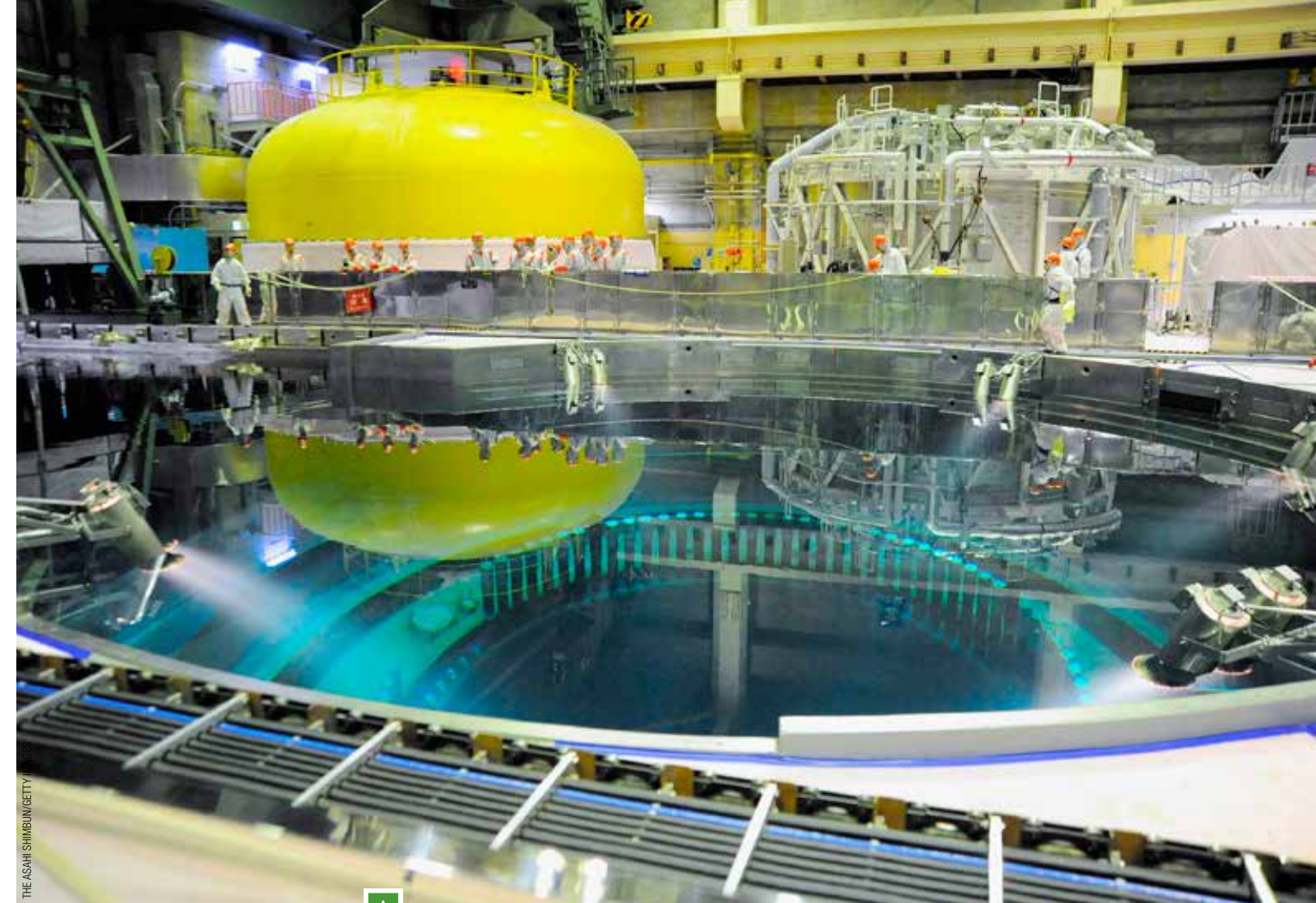
▲

Zo'n 160.000 mensen in een straal van 20 kilometer rondom de kerncentrale werden na de ramp geëvacueerd. Dit leidde tot veel stress en depressies, en ook zelfmoorden.

» zelf, waartegen deze evacuatie moesten beschermen? Daar bogen zich in de afgelopen jaren drie wetenschappelijke instanties over: de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO), het Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation van de Verenigde Naties (UNSCEAR), en het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA). Alle drie concluderen ze dat er, mede dankzij de getroffen maatregelen, geen merkbare toename in kanker te verwachten valt onder de algemene bevolking. Er is wel een subtiele nuance: dit betekent niet dat er geen heel kleine toename kan bestaan. Maar die zal niet opvallen doordat sowieso veel mensen kanker krijgen.

Geen Hiroshima

Tijd om wat dieper in de effecten van ioniserende straling te duiken. Moleculair patholoog Gerry Thomas van het Imperial College in Londen is gespecialiseerd in (schildklier)kanker door straling. Ze deed onder meer onderzoek naar de gezondheidsschade rond het Oekraïense Tsjernobyl, waar in april 1986 een kerncentrale explodeerde. "Hoewel veel mensen bij een kernramp meteen aan Hiroshima denken, is dat geen goede vergelijking", zegt ze. "Bij een atombom komt er voornamelijk een enorme hoeveelheid gammastraling vrij. Maar bij een kernramp gaat het om instabiele isotopen; om deeltjes dus." De gammastraling die uit een explode-



THE ASAHI SHIMBUN/GETTY

▲

Na de kernramp besloot de Japanse overheid om alle reactoren van de Fukushima-centrale te ontmantelen. Hier worden voorbereidingen getroffen om de splijtstaven van reactor 1 te verwijderen.

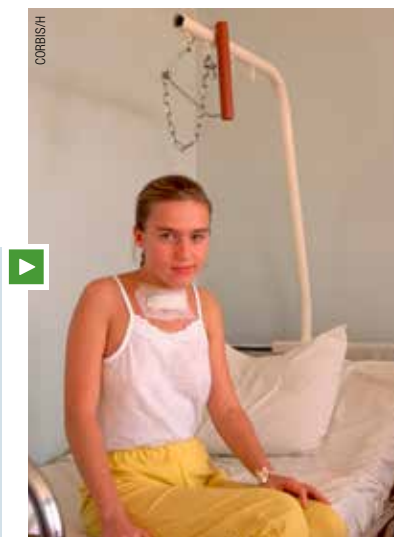
rende atombom vrijkomt, is elektromagnetische straling met een hogere energie dan röntgenstraling. Zulke gammastraling dringt met gemak door dikke materialen heen en levert direct schade op aan levend weefsel. Bij een nucleair ongeluk komen hoofdzakelijk jodium-131 en cesium-137 vrij. De straling van deze instabiele isotopen is meestal niet erg doordringend. Thomas: "Je kunt er vooral last van krijgen als je ze opneemt via besmet water of voedsel, of via je ademhaling." Bij de kernramp van Fukushima was radioactief jodium-131 het meest relevant voor de menselijke gezondheid. Het element jodium komt van nature weinig voor, maar ons lichaam heeft het nodig om bepaalde hormonen te produceren. De schildklier is daarom zo ontworpen dat hij, als er een keer jodium is, het opslurpt als een spons en vervolgens vasthoudt. Dat geldt helaas ook voor radioactief jodium. Nu is de halfwaardetijd van jodium-131 kort: acht dagen. Na een maand of drie is dus vrijwel al het radioactieve jodium vervallen. Maar dan heeft het opgeslurpte radioactieve jodium zijn straling al afgegeven aan de schildklier. En dat kan kanker veroorzaken. Bij kinderen is het risico relatief groot: hun kleinere schildklier krijgt een grotere dosis per volume-eenheid. En omdat hun schild-

klier nog groeit, delen de cellen vaak. Daardoor is er meer kans op mutaties die uiteindelijk tot schildklierkanker kunnen leiden.

Adequaat ingegrepen

De conclusie van de drie genoemde rapporten luidt dat door 'Fukushima' geen toename in schildklierkanker te verwachten valt. Na de Tsjernobyl-ramp was dat heel anders; daar kregen sindsdien zesduizend mensen deze ziekte, van wie een groot deel waarschijnlijk door straling. In Japan kwam er niet

alleen veel minder straling vrij, maar waren de omstandigheden ook beter. Er werd geëvacueerd en in de wijde omgeving mocht voortaan alleen nog voedsel worden gegeten dat van elders was aangevoerd. Al die etenswaren werden en worden bovendien gecontroleerd op radioactiviteit. Om de bevolking te beschermen, deden de Japanners ook nog eens meteen jodiumtabletten uit. De schildklier raakt dan verzadigd en neemt nauwelijks nog radioactief jodium op. Overigens kreeg niet iedereen deze tabletten. In sommige regio's wachtte men op de fax met de officiële bevestiging - tevergeefs, want de stroom was uitgevallen. Volgens Thomas maakte dat uiteindelijk weinig verschil. "De doses straling waaraan mensen zijn blootgesteld, waren zo laag dat het er niet veel toe doet of ze pillen kregen of niet." Daarnaast is schildklierkanker vrij goed te genezen. De verwachte sterfte in vijftig jaar: ongeveer 1 procent. Van alle patiënten met schildklierkanker uit de besmette gebieden van Tsjernobyl waren er in 2005 vijftien overleden. Het risico op andere kankers zal door de kernramp van Fukushima ook niet merkbaar zijn verhoogd, stellen de drie rapporten. De samenstellers ervan baseren zich daarbij op berekeningen. Bij een hoge dosis straling



CORBIS

Dit meisje herstelt in 1998 van een operatie vanwege schildklierkanker, vermoedelijk veroorzaakt door de kernramp in Tsjernobyl. Schildklierkanker is gelukkig goed te genezen.

De straling die je oploopt als je...

...een banaan eet.		0,000001	sievert
...een uur lang op 10 km hoogte vliegt.		0,000005	sievert
...een week lang wintersportvakantie houdt op 2000 meter hoogte.		0,00003	sievert
...een röntgenfoto van je gebit laat maken.		0,0001	sievert
...een röntgenfoto van je heup laat maken.		0,0008	sievert
...een CT-scan van je lichaam of hoofd laat maken.		0,001	sievert
...twee weken verbleef in het geëvacueerde gebied rond de Fukushima-centrale.		0,001	sievert *
...de maximale hoeveelheid ondergaat waaraan een stralingswerker jaarlijks bloot mag staan.		0,02	sievert
...de kleinste jaarlijkse dosis krijgt die in onderzoek is gelinkt aan een verhoogde kans op kanker.		0,1	sievert
...een dosis hebt gekregen die binnen een maand fataal is.		10	sievert
...tien minuten naast de Tsjernobyl-reactor had gestaan, direct na de ontploffing.		50	sievert

* IN HET GROOTSTE DEEL VAN DE ZONE; IN HET NOORDWESTEN WAS DE DOSIS EEN STUK HOGER.

BRONNEN: UNIVERSITEIT UTRECHT, WIKI, XKCD

■ In de Fukushima-regio was de stralingsdosis bij 94 procent van de bevolking minder dan 2 millisievert en bij 99,8 procent minder dan 5 millisievert.

■ De jaarlijkse stralingsdosis door natuurlijke achtergrondstraling ligt in Nederland rond de 2,5 millisievert.



■ Rook je een pakje per dag, dan betekent dat een dosis van 13 millisievert. Door gebruik van kunstmest op de tabakspiant bevatten sigaretten polonium-210.



Het is erg lastig om in te schatten wat de gevolgen van een lage dosis straling zijn

» (meer dan 100 millisievert) is een lineair verband met kanker aangetoond. Oftewel: twee keer zoveel straling geeft twee keer zoveel kanker-risico. Maar in Fukushima ging het om veel lagere doses. Volgens de meest recente schattingen kreeg bijna 94 procent van de 2 miljoen mensen rond Fukushima I minder dan 2 millisievert aan straling. De hoogste dosis die werd gevonden - in het voor evacuatie aan-

gewezen gebied - was 25 millisievert. Voor zulke lage doses zijn weinig data beschikbaar. Daarom gaan de meeste wetenschappers ervan uit dat het genoemde lineaire verband blijft gelden. Met andere woorden: als 100 millisievert tot X procent meer kanker leidt, dan zal 1 millisievert een honderdste van dat effect geven. "Er zijn drie modellen voor kanker in relatie tot lage doses straling", vertelt

De kernramp bij Fukushima maakte overal ter wereld indruk. In Duitsland protesteerden drieduizend mensen tegen kernenergie, precies een jaar na de ramp.

biochemicus Leon Mullenders, die gespecialiseerd is in DNA-schade door straling. Namens Nederland zit hij in de Belgische commissie die betrokken is bij UNSCEAR. "Het eerste model, dat in de drie rapporten is gehanteerd, gaat uit van een lineair verband, zonder drempelwaarde. De andere theorieën zeggen dat een lage dosis een lager, of juist een hoger risico geeft dan je zou verwachten. Dat heeft dan te maken met biologische mechanismen die verschillen voor hogere of lagere doses. Maar er is nog geen overeenstemming over."

Andere effecten

Het verband tussen straling en DNA-schade is wel lineair, ook bij lagere doses, vertelt de hoogleraar. Maar een verhoogde kans op kanker hoeft niet per se gelijk op te gaan met DNA-schade. Er spelen ook andere effecten een rol. "Bijvoorbeeld het *bystander*-effect: cellen in de buurt van een door straling beschadigde cel ondergaan schade doordat er bepaalde radicalen vrijkomen. Maar er is ook een adaptatie-effect, waarbij omliggende cellen zorgen voor het opruimen van de schade." Al met al valt het niet mee om de gevolgen van lage doses straling in te schatten. "Het kan ook nog relevant zijn of je de dosis in korte tijd ontvangt, of uitgesmeerd over een langere periode", voegt Mul-



Het eerste geval van Fukushima-kanker?

In oktober 2015 kende de Japanse overheid een schadevergoeding van onbekende hoogte toe aan een 41-jarige medewerker van de Fukushima-centrale. Hij zou leukemie hebben gekregen na opruimwerkzaamheden daar. Moleculair patholoog Gerry Thomas zegt hierover: "Japan hanteert de regel dat wie na meer dan 5 millisievert straling per jaar kanker krijgt, recht heeft op een schadevergoeding." Deze kankerpatiënt liep door de kernramp 15,7 millisievert op. "Dat is niet veel vergeleken met de 80 millisievert die hij tijdens zijn leven aan achtergrondstraling opliep." Flinker kans dan ook, stelt Thomas, dat zijn leukemie níet aan de kernramp te wijten valt.



■ Bij radiotherapie voor borstkanker ligt de stralingsdosis in de orde van 50 sievert, maar dan wel uitgesmeerd over een groot aantal sessies.



■ Een normaal werkende kolencentrale geeft driemaal zoveel radioactiviteit af als een kerncentrale, door straling die vrijkomt bij de verbranding.

■ Per terawattuur geproduceerde elektriciteit komt kernenergie er, zelfs met kernrampen, veel 'gezonder' uit dan fossiele brandstoffen en biomassa.



lenders toe. "De reparatie van dubbelstrengs-DNA-breuken door straling verloopt namelijk minder effectief bij een hogere dosis in één keer." Maar als het allemaal zo lastig is, kun je dan niet gewoon kijken wat er gebeurt bij mensen die aan lage doses zijn blootgesteld, bijvoorbeeld in Tsjernobyl? Helemaal, dat is ondoenlijk. Bij een individu is nooit vast te stellen waardoor hij of zij kanker kreeg. En de statistieken worden volledig overschaduwd door kanker die *niet* door straling wordt veroorzaakt. In Japan treft de ziekte 41 procent van de mannen en 29 procent van de vrouwen. Toevallige fluctuaties of veranderingen in leefstijl kunnen ook invloed hebben.

Na de kernramp in Tsjernobyl van 1986 zijn nog steeds grote delen van het omliggende gebied onbewoond. De natuur kan er volop zijn gang gaan.

Hoewel het lastige schattingen zijn, menen de meeste wetenschappers uit het vakgebied dat de kernramp geen of nauwelijks extra kankergevallen zal veroorzaken. Niet iedereen is het daar overigens mee eens. Turkenburg schat bijvoorbeeld dat in de Fukushima-regio in de komende dertig jaar twee- tot vierduizend mensen aan kanker zullen overlijden. Hij gaat daarbij uit van andere aannames over de gemiddelde stralingsdosis en het verband tussen straling en kanker. Maar dan nog kun je bijvoorbeeld beter in de omgeving van Fukushima I wonen dan een roker zijn. Daarnaast geven fossiele brandstoffen veel meer

gezondheidsschade dan kernenergie. Misschien wordt het tijd om onze angst voor straling wat te relativiseren en onze keuze voor energiebronnen op andere overwegingen te baseren. Maar dát is weer een ander verhaal. ■

Bottomline

- 1 Onder andere doordat er minder radioactiviteit vrijkwam, zullen de gezondheidseffecten van de kernramp in Fukushima veel kleiner zijn dan destijds in Tsjernobyl.
- 2 In de statistieken valt geen toename van kanker te verwachten, zo luidt de conclusie van drie internationale wetenschappelijke rapporten.
- 3 Maar misschien juichen we te vroeg, want over de precieze gevolgen van een lage dosis straling zijn de deskundigen het onderling niet eens.



Diana de Veld promoveerde op onderzoek naar het vroeg herkennen van mondkanker en is nu medisch en wetenschapsjournalist. Voor dit artikel sprak ze met prof. dr. Gerry Thomas (Imperial College London), stralingsbioloog prof. dr. Timothy Mousseau (Universiteit van South Carolina), biochemicus prof. dr. Leon Mullenders (Leids Universitair Medisch Centrum) en gepensioneerd hoogleraar wetenschap, technologie en maatschappij prof. dr. Wim Turkenburg. Verder raadpleegde ze onder meer de volgende literatuur: *The Fukushima Daiichi accident*, IAEA (2015) | *Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami*, WHO (2013)

Ga voor links met meer informatie naar www.kijkmagazine.nl/artikel/fukushima