



Centrum Kernongevallenbestrijding Veiligheidsregio's

'Fukushima'

*Lessen voor medewerkers en besturen
van de hulpverlenende diensten*

*Wat in de lijn van verwachting ligt zal gebeuren,
wat buiten de lijn van verwachting ligt ook.*

Voorwoord

Honderd procent veiligheid bestaat niet. Dat bleek uit de rampen die de Japanse bevolking op 11 maart 2011 troffen, waaronder de kernramp in Fukushima. Een enorme materiële schade, een groot persoonlijk leed voor honderdduizenden en een fabelachtige veerkracht van het Japanse volk, waarvoor diep respect past.

In het tumult van drie op elkaar gestapelde rampen waren ook hulpverleners van onder meer de brandweer, geneeskundige hulpverlening, politie en gemeenten actief. Zoals de commissie, ingesteld door het Japanse Parlement het verwoordde:

After the evacuation orders were issued, numerous firefighters, despite sensing the danger from the diffusion of radioactive substances, put their utmost effort into providing evacuation guidance, and remained in the affected areas until all residents were evacuated. The ability of these people to take appropriate and courageous action when confronted with a crisis beyond the scope described in any manual derives from their strong sense of mission to protect each and every resident. This sense of mission was imbued in these officers through regular training and education aimed at preparing them for accidents and other serious events.^[87,3,74]

Dit citaat gaat over brandweerpersoneel, maar hetzelfde is terug te vinden voor de andere disciplines.

Naast bewondering en respect voor de bevolking, de medewerkers op de site en de hulpverleners roept deze kernramp ook de vraag op, of wij daar in Nederland van willen leren - en zo ja wat. Vanuit onze professie als parate diensten weten wij, dat wat in de lijn van de verwachting ligt zal gebeuren en wat buiten de lijn van verwachting ligt ook - een principe dat ik teruglees in de Japanse 'lessons learned' achterin dit rapport. Leren van incidenten waar ook ter wereld staat bij de hulpverlenende diensten hoog in het vaandel. Een analyse van de opgaven waarvoor de plaatselijke hulpverleners in Fukushima werden gesteld is voor de veiligheidsregio's in Nederland, zeker die met een nucleair object van betekenis, dan ook verplichte kost. Ook andere regio's kunnen hun voordeel doen, want een kernramp is, naast de heel specifieke aspecten, een ramp zoals alle andere. Voor de nucleaire industrie is deze evaluatie wellicht interessant omdat technologie in onze samenleving alleen kan worden toegepast indien hulpverleners bereid en in staat zijn om op te treden in het geval van een incident. Wij hopen met dit rapport een discussie op gang te brengen en zullen over een jaar rapporteren over de uitkomsten.

Het CKV heeft deze evaluatie uitgevoerd, op verzoek- en met steun van de regio's en van het Ministerie van Veiligheid en Justitie en in samenwerking met vele partijen. Helaas bleek het niet mogelijk om deze evaluatie aan te laten sluiten op het Post Fukushima-project van het Ministerie van Economische Zaken, dat in dezelfde periode is gestart.

Zonder anderen tekort te willen doen wil ik op deze plaats enkele relaties nadrukkelijk vernoemen. Mevrouw Maaïke Venstra, als Japanologe verbonden aan Hare Majesteits Ambassade te Tokyo, die vanaf een vroeg stadium met ons heeft meegedacht, voor ons ontoegankelijke documenten heeft ontsloten en steeds bereikbaar was voor specifieke "Japanse" vragen. De Fire Departments van Tokyo en Nagoya, die bereid waren om de interne documenten over het optreden in Fukushima aan ons beschikbaar te stellen. Het Ministerie van Veiligheid en Justitie voor het mogelijk maken van deze evaluatie. Wij zijn hen zeer erkentelijk.

J.J. Rooijmans

Directeur en Commandant Brandweer Veiligheidsregio Brabant-Zuidoost

Vicevoorzitter Brandweer Nederland

Programmaleider Crisisbeheersing en Rampenbestrijding

Voorzitter Stuurgroep CKV

INHOUD

Samenvatting	iv
1. Inleiding.....	1
1.1. De kernramp te Fukushima	1
1.2. Doel en scope van de evaluatie voor de Nederlandse hulpdiensten en besturen	1
1.3. Een ramp in drie delen	3
1.4. Werkwijze en bronnen	3
1.5. Leeswijzer	4
2. De kernramp	5
2.1. Situatieschets	5
2.2. Voorbereiding.....	6
2.3. Tijdlijn	7
2.4. Aardbeving en tsunami	8
2.5. Problemen met de koeling	9
2.6. ICT, metingen en informatie.....	10
2.7. Crisisbesluitvorming	11
2.8. Beschermende maatregelen	13
2.9. Slachtoffers.....	19
2.10. Personeel.....	22
2.11. Materieel en voorzieningen	25
3. Consequenties van de ramp in tijd en op afstand	27
3.1. Doorwerking in de tijd	27
3.2. Actuele status	29
3.3. Doorwerking in Nederland	29
4. Van Japan naar Nederland	33
4.1. Inleiding.....	33
4.2. Aanwezigheid van risico's en de fysieke omgeving	33
4.3. Afwijkend ramptype	34
4.4. Afwijkende werkstructuur	35
4.5. Voorbereiding.....	36
4.6. Beschermende maatregelen en opvang slachtoffers	38
4.7. Afhankelijkheid van infrastructuur.....	39
4.8. Communicatie	39
4.9. Conclusies van de Nederlandse regering	40
5. Conclusies en aanbevelingen	42
5.1. Kernongevallen bestaan	42
5.2. Taken voor de hulpdiensten	42
5.3. Voorbereiding, zelfredzaamheid en improvisatie	43
5.4. Internationale bijstand	43
5.5. Planvorming	44
5.6. Beschermende maatregelen	44
5.7. Opvang en behandeling slachtoffers.....	45
5.8. Materieel en materiaal.....	45
5.9. Communicatie	45
5.10. Besluitvorming en leiding.....	46
Bijlage 1: Message from the Chairman	48
Bijlage 2: Verslag brandweer Tokyo.....	50
Bijlage 3: Bronnen	55
Bijlage 4: Toelichting technische termen	65
Bijlage 5: Afkortingen.....	67

Samenstelling: Mischa Oubrie, Peter van Beek en Bert Wiegant.

Met dank aan: de A-regio's, Ravenna Arts (VR Zeeland), Arjen van den Berg (HMA Tokyo), Joost Botterweg (Brandweer Zuid-Limburg), Ernst Brainich (Abu Dhabi), Ernst-Jan Cannemeijer (Nationale Politie), Paul Crooijmans (VR Rotterdam-Rijnmond), Wim Frenken (HMA Peking), Cindy Gielkens (GHOR Zuid-Limburg), Tom van Galen (VR Zeeland), Frans Greven (GHOR Groningen), Thorsten Hackl (VR Midden- en West Brabant), Marjan Heijman (Brandweer Nederland), Jeff Lafortune (International Safety Research), Edwin de Maat (VR Zeeland), Hans Meijer (EPZ Kerncentrale Borssele), Taka Nakamura (Tokyo Fire Department), Joyce Nellissen (GHOR Nederland), Chieko Niwa (City Nagoya), Levien de Putter (Gemeenteraad Borsele), Jac Rooijmans (VR Brabant Zuidoost), Sjakko van Schaik (gemeente Bergen op Zoom), Herman Schreurs (Ministerie van Veiligheid en Justitie), Laurens van der Sluys Veer (International Safety Research Europe), Henk Tromp (Nationale Politie), Patrice Troost (VR Zeeland), Jaap Vasseur (EPZ Kerncentrale Borssele), Maaïke Venstra (HMA Tokyo), Frederik Vercruyse (Stad Antwerpen), Jan de Vries (GHOR Twente), Victor Wiegant (Beusichem), Will te Winkel (VR Zuid-Limburg).

Met dank aan het Ministerie van Veiligheid en Justitie dat de middelen voor deze evaluatie beschikbaar heeft gesteld.

Versie 1.0a: enkele tekstcorrecties.



Samenvatting

Op 11 maart werd Japan getroffen door een drievoudig onheil: aardbeving, tsunami en kernramp, waardoor in de getroffen gebieden een enorme schade werd aangericht. Het CKV heeft op verzoek van de 7 Nederlandse regio's met een nucleair object en van het ministerie van Veiligheid en Justitie een evaluatie opgesteld, die zich richt op de kernramp, uiteraard in de context van het totaal.

Over de kernramp is veel gepubliceerd, ook in Nederland en in het verband van het International Atomic Energy Agency. In aanzienlijke mate gaat de aandacht daarbij uit naar de ontwerpveiligheid, het veilig gebruik en het toezicht op kerncentrales en op de landelijke responsorganisaties. De voorliggende evaluatie richt zich op de vraag wat de kernramp betekende voor de hulpdiensten en hun besturen (gemeenten, brandweer, geneeskundige hulpverlening, politie, regionale autoriteiten) en wat Nederlandse partijen daarvan kunnen leren. Deze focus geeft meteen ook precies de doelgroep aan waarop de evaluatie zich richt.

In de evaluatie worden eerst de gebeurtenissen uitvoerig voor het voetlicht gebracht, opdat de lezer zelf zijn beeld kan vormen en eigen conclusies kan trekken. Vervolgens wordt het verband gelegd tussen Japan en Nederland, vanuit de vraag of een dergelijke ramp ook in Nederland kan plaatsvinden. Daarbij wordt ingegaan op een aantal belangrijke overeenkomsten zoals de aanwezigheid van risico's, de kernramp als crisistype met onzichtbare bedreiging, de beperkte voorbereiding van de hulpdiensten, de complexe beslisstructuren, de moeilijkheid om beschermende maatregelen goed uit te voeren, de afhankelijkheid van de crisisbeheersing van kwetsbare infrastructuur en de uitdaging om op een goede wijze met de bevolking te communiceren.

Tot slot geven de auteurs een tiental conclusies en aanbevelingen, die erop gericht zijn de discussie binnen de betrokken gemeenten, veiligheidsregio's, brandweer, geneeskundige hulpverlening, politie en met het Rijk te voeden, gericht op de verbetering van de voorbereiding op kernongevallen door een multidisciplinaire inspanning met een internationale reikwijdte. Daarmee wordt tevens de doelstelling van het CKV met deze evaluatie ingevuld.

1. Een kernongeval is een scenario, waarop afdoende voorbereiding van de hulpdiensten noodzakelijk is. Kom tot een scherp beeld van de taken van het bestuur en de hulpdiensten bij de kernongevallenbestrijding, in nauwe afstemming met rijk en exploitant.
2. Brandweer, politie en geneeskundige hulpverlening kunnen bij een kernongeval taken krijgen waarin niet is voorzien, waaronder taken in en om de nucleaire installatie en taken in besmet gebied. Bereid voor op de mogelijke inzet in de nucleaire installatie en beschrijf en oefen de inzet in besmet gebied.
3. Er zijn situaties te verwachten waarin de infrastructuur niet meer werkt en burgers, hulpverleners en lagere overheden in het getroffen gebied op zichzelf zijn aangewezen. Bevorder de zelfredzaamheid van de burgers, de hulpverleners en het lokaal bestuur.
4. Bij een kernongeval van betekenis is spoedig (internationale) bijstand nodig. Maak eenheden ook buiten de A-regio's bekend met deze bijstandsrol, prepareer Nederland op "incoming assistance" uit het buitenland en stem af op de samenwerking met private partijen.
5. De ramp voldeed niet aan het plan. Tracht de planvorming voor kernongevallen zoveel als mogelijk te richten naar algemene doctrines en geef zelfredzaamheid en improvisatie een plaats.

6. De specifieke beschermende maatregelen, zoals evacuatie en jodiumprofylaxe, zijn onder rampomstandigheden moeilijk uitvoerbaar. Evacuatie is een risico op zichzelf. Analyseer de beschermende maatregelen vanuit een operationele optiek op de vereiste voorwaarden en bekijk de onderlinge samenhang tussen schuilen, jodiumprofylaxe, evacuatie en communicatie. Kom tot handreikingen voor de praktijk.
7. Bij kernongevallen kan de psychische en sociale schade aanzienlijk groter zijn dan de schade aan de fysieke gezondheid. Versterk de aandacht voor de psychosociale opvang bij nucleaire incidenten, waarbij een juiste risico- en crisiscommunicatie van essentieel belang is.
8. Afdoende persoonlijke beschermingsmiddelen zijn noodzakelijk voor de hulpdiensten om daadwerkelijk op te kunnen treden. Borg de beschikbaarstelling van afdoende beschermingsmiddelen.
9. Burgers, bestuurders en hulpverleners overschatten de effecten van straling waardoor uit angst onverstandige keuzes kunnen worden gemaakt. Richt de risicocommunicatie mede op de zelfredzaamheid van burgers en op passende beeldvorming.
10. De sturingskracht van een complex samenstel van advies- en coördinatieteams is beperkt. Vereenvoudig de responsstructuur en structureer “nucleair” zoveel als mogelijk overeenkomstig andere crisisbeheersing.

1. Inleiding

1.1. DE KERNRAMP TE FUKUSHIMA

Op 11 maart 2011 vond in Fukushima, Japan, een kernramp¹ plaats. Deze ramp trok onder meer aandacht doordat het in Fukushima niet ging om achterhaalde techniek in een derdewereldland, maar om westerse technieken in een hoog ontwikkelde maatschappij.

Door diverse Japanse en internationale organisaties op het gebied van nucleaire toepassingen is deze ramp uitvoerig geëvalueerd. Deze evaluaties betreffen vooral de techniek en de ontwerpveiligheid van de centrales. Zij richten zich tot de ontwerpers, de fabrikanten, de exploitanten van- en de toezichthouders op de nucleaire installaties.

Als het gaat om de effecten van de kernramp, hoe daarmee om te gaan en hoe deze te beperken, dan komen andere partijen in beeld: burgers, hulpdiensten en de gemeentelijke en regionale besturen van deze diensten. Ook daar is over geschreven.

1.2. DOEL EN SCOPE VAN DE EVALUATIE VOOR DE NEDERLANDSE HULPDIENSTEN EN BESTUREN

In vervolg op “Fukushima” is in Nederland, mede in Europees verband, onderzoek gedaan naar de veiligheid van kerncentrales² en naar de voorbereiding op kernongevallen^[50]. De vraag, wat er uit de ramp met de kerncentrales voor hulpverleners en lokale en regionale besturen te leren valt, is in Nederland nog niet systematisch geanalyseerd³. Een dergelijke analyse is belangrijk, want ernstige nucleaire incidenten of rampen komen weinig voor. Daarom moet elk incident van betekenis worden benut om van te leren. Het ligt op het terrein van het Centrum Kernongevallenbestrijding Veiligheidsregio’s (CKV) om deze analyse uit te voeren, omdat het CKV tot doel heeft om de voorbereiding van hulpdiensten en gemeentelijke en regionale besturen op kernongevallen te ondersteunen.

Doel

Het doel van de evaluatie is om de voorbereiding op kernongevallen te verbeteren doordat hulpverleners en hun besturen kennis nemen van de ervaringen van hun collega’s in Japan.

Doelgroep

De evaluatie is bedoeld voor bestuur, leiding en medewerkers van de veiligheidsregio’s in Nederland, in het bijzonder diegenen die bij gemeente, brandweer of geneeskundige hulpverlening bij ongevallen in de regio (GHOR) een rol hebben in de voorbereiding en respons op kernongevallen. Onder ‘bestuur’ worden zowel de gemeentebesturen als de besturen van de veiligheidsregio’s begrepen, die hier partij zijn gezien hun verantwoordelijkheid voor het gezag over- en beheer van de

¹ Wet veiligheidsregio’s, art. 1: *ramp*: een zwaar ongeval of een andere gebeurtenis waarbij het leven en de gezondheid van veel personen, het milieu of grote materiële belangen in ernstige mate zijn geschaad of worden bedreigd en waarbij een gecoördineerde inzet van diensten of organisaties van verschillende disciplines is vereist om de dreiging weg te nemen of de schadelijke gevolgen te beperken. De nieuwe terminologie spreekt over “crisistype”, maar “ramp” is wel zo duidelijk.

² Het ongeval met de kerncentrales in Fukushima in maart 2011 heeft de landen van de Europese Unie (EU) doen besluiten om alle 143 kerncentrales in Europa te onderwerpen aan een stresstest^[112].

³ De Nederlandse regering besteedt in haar evaluatie van de kernramp te Fukushima geen aandacht aan de vraagstukken waar de hulpverlenende diensten en hun besturen mee werden geconfronteerd.^[74]

hulpverlenende eenheden van gemeenten, brandweer en GHOR. Mogelijk is de evaluatie ook waardevol voor de politie. Wij hopen met dit rapport een discussie op gang te brengen in eigen kring en met belangrijke anderen, zoals de betrokken departementen en zullen over een jaar rapporteren over de uitkomsten.

Scope

De evaluatie richt zich op de opgaven waar de hulpverleners in en nabij de kerncentrales, in de gemeenten en in de regio daaromheen voor kwamen te staan, nadat de kerncentrales door de aardbeving en de tsunami werden getroffen.

Daarnaast wordt beperkt aandacht besteed aan de effecten van de ramp in Nederland, gezien de maatregelen die getroffen dienden te worden op- en nabij onze lucht- en zeehavens en de vragen van de bevolking en van hulpverleners.

Er zijn op 11 maart 2011 in Japan meerdere groepen kerncentrales in de problemen gekomen: Fukushima I (Daiichi), Fukushima II (Daini) en Tokai. De problemen op de sites Fukushima II (Daini) en Tokai konden tijdig door de exploitant worden beheerst⁴. Voor zover ons bekend zijn hier geen hulpverleners van de overheid ingezet^{[87][62][133]}. Gezien onze vraagstelling richten wij ons daarom op de gebeurtenissen bij Fukushima I (Daiichi).

Centrale vraag

De centrale vraag luidt als volgt:

Welke suggesties en aanbevelingen kunnen voor de Nederlandse hulpdiensten en hun besturen worden geformuleerd, gezien de gebeurtenissen tijdens en na de kernramp te Fukushima, ter plaatse en in Nederland.

Hoewel onze landelijke structuren uiteraard in beeld komen, “van onderaf” gezien, richt deze analyse zich niet specifiek op de landelijke organisatie van de kernongevallenbestrijding. Dat onderwerp ligt meer op de weg van een gezamenlijke inspanning van nationale, regionale en gemeentelijke instanties. De techniek van de kerncentrales komt slechts aan de orde voor zover dat nodig is om de opgave te begrijpen waar de hulpverleners voor kwamen te staan.

De analyse houdt zich niet bezig met de vraag of en hoe deze ramp voorkomen had kunnen worden, noch met de vraag of de toepassing van kernenergie wenselijk is of niet. Het gaat in dit rapport dus niet over de oorzaak, maar over de gevolgen. De hulpdiensten staan altijd voor de opgave om de effecten van een calamiteit te beperken, ongeacht de oorzaak van een incident. De voorbereiding van hulpdiensten en besturen op een mogelijke ramp heeft uiteraard wel de interesse, omdat goede voorbereiding als regel leidt tot meer succes in de effect- en schadebeperking.

⁴ Mede dankzij bovenmatige inzet van het personeel dat met de hand bijna 10 km stroomkabel heeft gelegd in stukken van 200 meter met een gewicht van meer dan 1000 kilo per stuk. Hierdoor kon de koeling weer extern worden gevoed.

1.3. EEN RAMP IN DRIE DELEN

De ramp in Japan omvatte drie delen: de aardbeving⁵, de tsunami en de ramp met de kerncentrales. Als gevolg van de aardbeving en de tsunami werd een groot deel van de plaatselijke infrastructuur vernietigd, miljoenen huishoudens hadden geen stromend water of elektriciteit meer, er vielen duizenden doden en gewonden, honderdduizenden burgers vluchtten of werden geëvacueerd – méér dan het aantal inwoners van de provincie Zeeland. De schade aan gebouwen was enorm, er waren honderden branden en hele industrieparken met grote en gevaarlijke chemische industrieën werden weggevaagd⁶. Zie box1 voor een overzicht van de schade.

Deze context is uiteraard essentieel voor een goede beeldvorming van de kernramp. In de evaluatie zelf echter worden de aardbeving en de tsunami niet meegenomen, wij beperken ons tot de opgaven die voortvloeiden uit de problemen met de kerncentrales. Met voornoemde getallen moge duidelijk zijn, dat de aandacht van de bevolking, de hulpdiensten en het bestuur in Fukushima in eerste instantie volledig in beslag werd genomen door de gevolgen van de aardbeving en de tsunami. Omdat dit geheel verder niet aan de orde komt, is dit de plaats om diep respect te betuigen voor de ongelofelijke veerkracht waarmee de Japanse bevolking deze rampen wist te doorstaan en te weerstaan, door zelfredzaam en handelend op te treden en aan de slag te gaan met de schoonmaak en de wederopbouw.

Box 1: Overzicht schade.

Kracht van de aardbeving:	9R
Topversnelling:	3g
Aantal naschokken:	1235
Overspoeld land	400 km ²
Doden (bekend per 120912)	15870
Vermisten	2814
Geëvacueerd	410.000
Gebouwen ingestort	129.225
Gebouwen gedeeltelijk ingestort	254.204
Gebouwen beschadigd	691,766
Geraamde schade in miljard	€ 160

Bron: UNEP ^[140]

1.4. WERKWIJZE EN BRONNEN

Vooraf was voorzien dat wij ons zouden baseren op bestaande informatiedragers die relatief gemakkelijk toegankelijk zijn. Het gaat immers niet om een diepgaande analyse van de gebeurtenissen, maar om het inventariseren wat de hulpverleningsdiensten en het gemeentelijk- en regionaal bestuur aangaat.

Over “Fukushima” is enorm veel gepubliceerd. Wij hebben waar dat kon aangehaakt bij het rapport van The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, geschreven in opdracht van de Diet, het Japanse Parlement^[87]. Deze commissie is te vergelijken met een parlementaire enquêtecommissie. Een tweede belangrijke bron is de commissie die de kernramp onderzocht in opdracht van de regering: The Investigation Committee on the Accident at the Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company^[62]. Daarnaast geeft het onderzoeksrapport van exploitant TEPCO veel informatie: *Fukushima Nuclear Accident Analysis Report*^[133]. Aanvullend daarop hebben wij de bronnen benut zoals die in het overzicht van bronnen zijn opgenomen (bijlage 3).

⁵ Het ging om een beving waarvan het epicentrum onder de zeespiegel lag, die als zeebeving de tsunami veroorzaakte maar ook als aardbeving op het vaste land veel schade aanrichtte. Wij spreken verder over ‘de aardbeving en de tsunami’.

⁶ Voor wie een indruk wil krijgen van de gebeurtenissen door de aardbeving en tsunami is in de bronnenlijst een persoonlijk verslag opgenomen van de heer Yoshida, een leraar uit Sendai.^[164]

Voor nadere informatie over de Nederlandse situatie op het gebied van kernenergie kan men terecht bij <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kernenergie>. De Nederlandse werkstructuur bij incidenten is neergelegd in het NPK responseplan (Nationaal Plan Kernongevallenbestrijding)^[77]. Wie meer wil weten over straling kan de RIVM-uitgave van dr. R.Smetsers, *Radiologische basiskennis Kernongevallenbestrijding*^[116] benutten.

1.5. LEESWIJZER

Na de Inleiding is de rapportage opgebouwd uit vier delen.

De kernramp wordt besproken in hoofdstuk 2, de doorwerking van de kernramp in de maanden daarna en in Nederland komen aan de orde in hoofdstuk 3. Deze hoofdstukken zijn zo opgezet dat de lezer zich, door “het verhaal”, zelf een beeld kan vormen van de gebeurtenissen en zelf conclusies kan trekken.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 een relatie gelegd tussen Japan en Nederland op het onderwerp kernongevallenbestrijding. Zodoende ontstaat een kader om de Japanse ervaringen naar Nederland te vertalen. De vraag is immers of een dergelijke ramp ook in Nederland kan gebeuren.

In hoofdstuk 5 volgen dan de lessen en aanbevelingen die de auteurs, mede gevoed door een groot aantal collega's, aan het verhaal verbinden. Dit is materiaal voor bespreking in de komende periode. Daarna zijn de bijlagen opgenomen, waaronder een lijst met afkortingen in bijlage 5.

Toelichtingen en illustraties zijn opgenomen in tekstboxen.

De bronverwijzingen staan tussen ^[rechte haken] vermeld: het nummer op de bronnenlijst, eventueel gevolgd door een paginanummer en met in enkele gevallen in het midden een deelnummer.

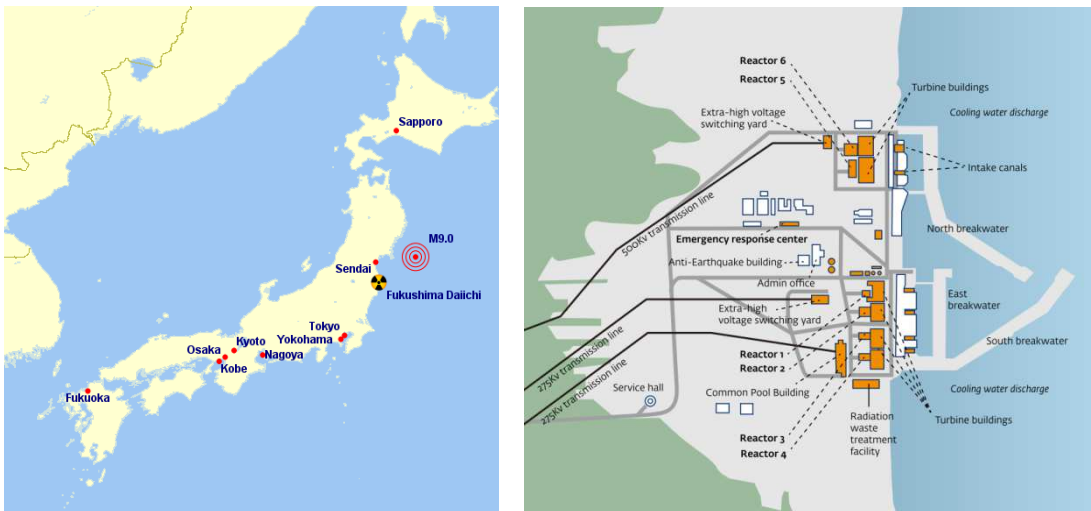
De auteurs hebben overwogen om de getallen die de mate van straling of besmetting aangeven niet op te nemen, omdat daarover verwarring kan ontstaan, zoals ook wordt aangegeven door de International Commission on Radiological Protection (ICRP): het systeem van meetwaarden en drempelwaarden is moeilijk te volgen^[60]. Daarom leek weglaten een goede optie. Onderlegde testlezers echter lieten weten de getallen op prijs te stellen en om die reden zijn op de bestemde plaatsen getallen opgenomen. Wie daarin niet is geïnteresseerd kan er overheen lezen. In bijlage 4 zijn een korte toelichting op de technische termen en een tabel met de in Nederland gehanteerde interventiewaarden opgenomen.

2. De kernramp

2.1. SITUATIESCHETS

In Fukushima Daiichi exploiteerde de Tokyo Electric Power Company (TEPCO) 6 Boiling Water Reactors, die circa 40 jaar geleden zijn ontworpen door General Electric. In box 2 zijn de vermogens aangegeven, box 3 toont de aanwezige splijtstofelementen (fuel assemblies), figuur 1 geeft de ligging van de centrales. Een korte toelichting op de werking van de Boiling Water Reactor is opgenomen in box 4.

De reactoren leverden stroom aan circa 1 miljoen huishoudens. In de periode dat de ramp plaatsvond waren de eenheden 4, 5 en 6 stilgelegd wegens reguliere inspectie en waren circa 6400 medewerkers in actie, waarvan 5000 van aannemers^[87,4,100].



Figuur 1: Ligging en situatieschets

Box 2: Site Fukushima I^[87,1,4].

Reactor	Type	Inbedrijfname	Vermogen
Fukushima I - 1	BWR	26 maart 1971	460 MW
Fukushima I - 2	BWR	18 juli 1974	784 MW
Fukushima I - 3	BWR	27 maart 1976	784 MW
Fukushima I - 4	BWR	12 oktober 1978	784 MW
Fukushima I - 5	BWR	18 april 1978	784 MW
Fukushima I - 6	BWR	24 oktober 1979	1100 MW

Box 3: Aanwezige splijtstofelementen^[59,31].

Eenheid	In reactor	In bassin	
		Afgewerkt	Nieuw
1	400	292	100
2	548	587	28
3	548	514	52
4	0	1331	204
5 (afgekoppeld)	548	946	48
6 (afgekoppeld)	764	876	64
Aanvullend bassin	-	6375	0
Opslaggebouw ^[133]	-	408	0

Box 4: De werking van de Boiling Water Reactor.

De werking van een Boiling Water Reactor is als volgt. In staven nucleair materiaal, geplaatst in een waterbad, vindt een kernreactie plaats, waardoor de staven heet worden. Daardoor wordt het water verhit en ontstaat stoom. Deze stoom drijft turbines aan waarmee elektriciteit wordt opgewekt. De reactie kan worden geremd door andere staven tussen te voegen (Borium), waardoor de reactor onmiddellijk stil komt te liggen. Dat gebeurt voor onderhoud en bij calamiteiten. De warmteontwikkeling gaat echter nog lange tijd door, dus koeling blijft nodig.

Zodra er te weinig werkzame bestanddelen in de staven resteren, dienen deze te worden vervangen. De gebruikte staven worden dan verplaatst naar een opslagbassin dat zich bovenin het gebouw bevindt, buiten de beschermende mantel van de reactor. Ter plaatse waren er een bassin in elk reactorgebouw plus een aanvullend bassin, dus 7 bassins.

Er zijn daarmee twee soorten warmtebronnen die koeling vergen: de splijtstof in de reactorvaten en de afgewerkte splijtstof in de opslagbassins. Koeling is essentieel. Bij onvoldoende koeling stijgt de temperatuur. In de kern van de reactor vormt zich dan stoom en bij droogkoken en verder stijgen van de temperatuur kan zich waterstof vormen. In aanraking met zuurstof kan dit waterstof tot explosies leiden. Bovendien kan de kern met de splijtstof, door de zeer hoge temperatuur, de bodem van de behuizing doen smelten.

In de opslagbassins kunnen de staven door het verdampen van water droog komen te staan en in brand raken, waardoor radioactieve deeltjes de lucht in worden geblazen.

Bron: USNRC ^[141]

2.2. VOORBEREIDING

Naar aanleiding van het JCO-incident in 1999⁷ was in Japan de voorbereiding op een nucleair incident fors verbeterd door een overheidsorganisatie voor Nuclear Emergency and Training (NEAT), onderdeel van het Japan Atomic Energy Agency. NEAT heeft als taken samenwerking, informatiedeling, kennisontwikkeling en voorzien in specialisten en in specialistisch materiaal. Voor de plaatselijke Nuclear Emergency Response Local Headquarters (local NERHQ) werden off-site Emergency Preparedness and Response Centers (EPRC) gerealiseerd met commandocentra, voorraden en meetwagens, op circa 10 km afstand van elke centrale, de “off-site” centers^[67]. Zo ook bij Fukushima Daiichi. De centra zijn aangesloten op het landelijke Emergency Response Support System (ERSS), een informatiesysteem voor de rampbestrijding waarop alle belangrijke partijen, zoals overheden en risicovolle bedrijven, zijn aangesloten.

Vanuit deze voorbereidingen had Japan, als eerste land ter wereld, sinds 2010 een Radiation Emergency Medical Assistance Team (REMAT) operationeel, bedoeld voor het leveren van internationale bijstand bij kernrampen.

Voor de real-time meting van radioactiviteit heeft Japan het zgn. SPEEDI-systeem⁸, dat vele meetpunten omvat. De beoogde werking is dat deze meetpunten informatie naar een centrale verwerkingseenheid sturen en dat van daaruit de landelijke en lokale autoriteiten van informatie worden voorzien. Het SPEEDI is wat de functie betreft te vergelijken met het Nationaal Meetnet Radioactiviteit van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne^[115].

Brandweereenheden waren bij de diverse voorbereidingen niet betrokken, omdat bij de bestrijding van problemen in de kerncentrales geen inzet van de brandweer was voorzien^{[86][138]}. Binnen TEPCO was het beeld dat een ernstig ongeval niet kon gebeuren. Zoals een medewerker meldde: *“TEPCO’s mindset was that “there is no possibility that an accident will occur,” and “we only need to do evacuation training for fires.”*^[85,s,70]. Sinds een brand in een transformator in 1997, als gevolg van

⁷ In 1999 deed zich in de kerncentrale van de Japan Nuclear Fuel Conversion Co JCO te Tokaimura een ernstig incident voor: 2 doden, vele ziekenhuisopnamen, 667 mensen blootgesteld aan een hoge dosis straling en een 24-uurs schuilgebod voor honderdduizenden omwonenden. Naar aanleiding van dit incident zijn in Japan vele maatregelen genomen ter verbetering van de voorbereiding op kernongevallen^{[65][57][158]}.

⁸ System for Prediction of Environment Emergency Dose Information.

een aardbeving, was de bedrijfsbrandweer voorzien van blusvoertuigen. De rolverdeling was dat TEPCO-personeel oefende met handblusmiddelen en personeel van aannemers met de blusvoertuigen^[133,207]. Water injecteren in de reactoren behoorde niet tot het repertoire.

De genoemde verbeteringen laten onverlet dat de voorbereiding op kernongevallen te wensen over liet. De voorzitter van de Diet-commissie, Kiyoshi Kurokawa, schreef in zijn *Message from the Chairman: "Our report catalogues a multitude of errors and willful negligence that left the Fukushima plant unprepared for the events of March 11"*^[87,9]. In Bijlage 1 is de visie van de voorzitter opgenomen.

2.3. TIJDLIJN

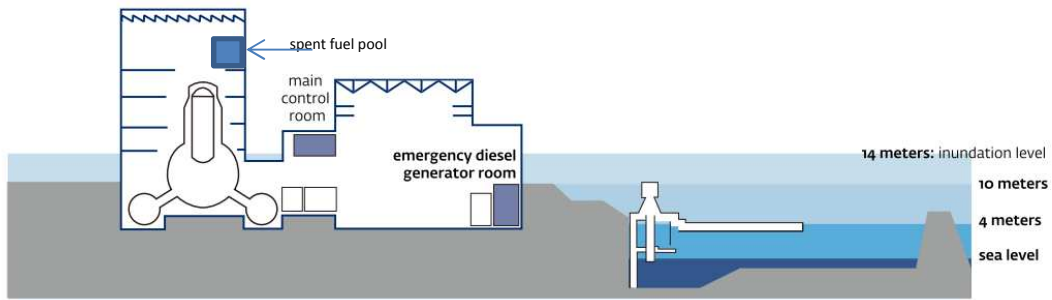
Om de gebeurtenissen die verderop worden besproken te kunnen plaatsen volgt hier een globaal overzicht van de periode 11 maart - juni 2011. In het vervolg worden de onderwerpen nader toegelicht.

gebeurtenis	tijd	dag
Aardbeving, externe stroom valt uit, noodkoeling start; rampeninformatiesysteem ERSS vanaf de site valt uit	14:46	11-03
Tsunami, noodkoeling valt uit	15.37	11-03
Het hoofd van de site geeft opdracht onderzoek alternatieve koeling, w.o. blusvoertuigen	17.12	11-03
Regering roept nucleaire noodsituatie uit, instelling rampenhoofdkwartieren (L)NERHQ	19:03	11-03
Regeringsorder: evacueren 3 km, schuilen 3-10 km	21:23	11-03
Regeringsorder: evacueren 10 km	05:44	12-03
Start waterinjectie met blusvoertuig bedrijfsbrandweer	04:00	12-03
Start evacuatie ziekenhuizen		12-03
Landelijk hoofdkwartier vraagt bijstand van brandweerkorpsen Iwaki, Futabe en Tokyo		12-03
Start distributie jodiumtabletten van Prefectuur Fukushima naar gemeenten		12-03
Brandweereenheden vanuit Tokyo met 28 man op weg naar de site		12-03
Waterstofexplosie reactorgebouw 1	15.36	12-03
Nuclear Safety Commission in landelijk hoofdkwartier besluit brandweer terug te roepen		12-03
Regeringsorder: evacueren 20 km	18:25	12-03
Metingen per helikopter mislukken		12-03
Teams arriveren voor metingen op de grond		12-03
Gemeenten gaan zelf over tot jodiumprofylaxe		13-03
De Nuclear Safety Commission adviseert het Landelijk hoofdkwartier inzet van jodiumtabletten bij 10.000 cpm, maar dit bericht komt niet over		13-03
Waterstofexplosie reactorgebouw 3	11:01	14-03
Prefectuur verhoogt de screeningsdrempel van 13.000 naar 100.000 cpm		14-03
Massale uitstoot reactor 2	06:00	15-03
Waterstofexplosie reactorgebouw 4	06:00	15-03
650 medewerkers verlaten de site, 70 blijven ter plaatse		15-03

Regeringsorder: schuilen 20-30 km	15-03
Afronding evacuatie ziekenhuizen	15-03
Regeringsorder: jodiumprofylaxe	16-03
Brandweer Tokyo ontvangt opnieuw verzoek tot bijstand.	16-03
Aantal evacués vanwege aardbeving en tsunami: 369.000	16-03
Eenheden brandweer Tokyo vertrekken; worden direct weer teruggeroepen; TEPCO is niet gereed	16-03
Amerikaanse luchtmacht doet metingen	17-03
National Institute of Radiological Sciences stelt telefonische advieslijn open voor burgers	17-03
Zelfverdedigingsmacht sproeit water vanuit helikopters	17-03
Regering vraagt Japan Medical Association om ook evacués uit Fukushima op te vangen	17-03
Regering vraagt brandweer Tokyo om bijstand	17-03
Brandweer Tokyo ter plaatse met 139 man	18-03
Japan Medical Association meldt grote vraag naar jodiumtabletten	18-03
Brandweer Tokyo en brandweer Osaka sturen 100 resp. 53 brandweerlieden als aflossing.	19-03
National Institute of Radiological Sciences start onderzoek naar blootstelling van kinderen	26-03
Ambulancebijstand vanuit 10 regio's actief	26-03
Koeling door elektrische pompen en betonpompen	01-04
Kernramp krijgt INES niveau 7, het hoogste niveau op de internationale meetlat	12-04
Regeringsorder: dorp litate op 40 km evacueren	22-04
Aantal evacués kernramp: 146.520	22-04
Koeling weer in een gesloten systeem	juni

2.4. AARDBEVING EN TSUNAMI

De ramp werd ingeleid door een zware aardbeving. De veiligheidssystemen in de drie actieve kernreactoren reageerden daarop onmiddellijk, waardoor het proces werd stilgelegd (automatic shutdown). Door de aardbeving stopte de externe stroomvoorziening van de site. De centrale schakeling van de stroomvoorziening was niet bestand tegen aardbevingen en was enkelvoudig uitgevoerd. Een back-up kon niet worden gebruikt omdat de koppelingen niet pasten. Met de stroom viel ook het noodzakelijke koelsysteem voor de reactoren en de bassins uit. Het noodkoelsysteem, aangedreven door dieselgeneratoren, trad automatisch in werking. Vervolgens kwam de tsunami, waardoor de diesels en de elektrische installaties op de site onder water kwamen te staan en defect raakten (zie figuur 2). Na enige tijd raakten ook de noodbatterijen leeg. Hierdoor werkte ook de noodkoeling niet meer. Bovendien vielen de monitor- en besturingssystemen van de reactoren uit, waardoor de centrale controlekamer niet meer functioneerde. De medewerkers moesten het zonder meetapparatuur en handleidingen stellen en er werden geen gegevens meer automatisch doorgegeven aan het rampeninformatiesysteem ERSS. Verder werden door het natuurgeweld tal van andere installaties, gebouwen, voertuigen, brandstoftanks, zware machinerie en dergelijke op de site vernietigd. De hele site kwam tijdelijk onder water, dat daarna een massa puin achterliet en putdeksels meenam, zodat grote gaten ontstonden. De gebouwen werden ontoegankelijk door de vele verzakkingen^[87].



Figuur 2: Ligging van o.a. noodstroom en de spent fuel pool en waterhoogten t.o.v. de site^[90]; N.B.: de locatie van het bassin (spent fuel pool) is aangegeven door de auteurs.

2.5. PROBLEMEN MET DE KOELING

Het koelwaterpeil in de reactoren daalde, waardoor de staven bloot kwamen te liggen en waterstofgas werd gevormd. In de reactoren 1 en 3 leidde dat uiteindelijk tot een explosie met massale uitstoot van radioactief materiaal. Gas uit reactor 3 is waarschijnlijk binnendoor in het gebouw van reactor 4 gestroomd, dat ook explodeerde.

De Japan Medical Association (JMA) liet weten dat deze explosies geen gevaar opleverden voor de volksgezondheid^[68]. Wel was op 15 maart het risico zover opgelopen dat TEPCO besloot haar personeel terug te trekken, met uitzondering van een 70-tal medewerkers dat noodzakelijk werd geacht voor de besturing en voor het treffen van noodmaatregelen.

Bedrijfspersoneel en de bedrijfsbrandweer improviseerden de noodkoeling met behulp van blusvoertuigen, waarbij aansluiting werd gezocht op het bestaande leidingensysteem. Om water toe te laten moest eerst de druk verminderen door stoom af te blazen. Dit veroorzaakte radioactieve besmetting in de omgeving aangezien de filters defect waren geraakt. Om de ventilatiekleppen te bedienen werden accu's uit de voertuigen van medewerkers op het terrein gebruikt. Bij gebrek aan zoet water werd zeewater ingezet.

Door de storingen was ook de koeling van de zeven bassins voor afgewerkte splijtstoffen uitgevallen, waardoor de temperatuur toenam. De bassins in de eenheden 5 en 6 en het aanvullende bassin konden vrij snel door gewone pompen worden gekoeld.

Op 17 maart startte de Zelfverdedigingsmacht⁹ en daarna brandweer Tokyo en nog een aantal brandweerkorpsen met het inbrengen van water^[86]. Per reactor werd circa 16 ton zeewater per uur ingebracht. Daarnaast werden vanaf hoogte de bassins voor afgewerkte splijtstof bijgevoerd¹⁰ door het opbrengen van water. De aanwezige stralingsniveaus wisselden sterk. Daarom moest de straling voortdurend worden gemeten. De brandweer en het personeel van de centrale moesten zich voor de eigen veiligheid regelmatig terugtrekken. Kabelgoten en verdiepingen in en om de gebouwen waar de brandweer actief was raakten gevuld met hoog radioactief water. Dit belemmerde steeds meer het herstelwerk aan de koel- en andere systemen.



⁹ De Japanse naoorlogse Grondwet (1947) sluit oorlog of dreiging daarmee uit. Toch beschikt Japan over een legermacht, die gezien de Grondwet de "Zelfverdedigingsmacht" wordt genoemd. De Zelfverdedigingsmacht heeft tegen de 3 rampen circa 100.000 medewerkers ingezet^[7].

¹⁰ Zie voor een ooggetuigenverslag: <http://www.youtube.com/watch?v=aUBixgtm5Is>.

Eind maart – begin april 2011 werd de watertoevoer voor koeling gaandeweg overgenomen door elektrische pompen en door betonpompen met lange slurven die vanaf grote hoogte water inbrachten. Daardoor kon de brandweerinzet worden beperkt.

Op 12 april besloot het Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA) om voor de kernramp niveau 7 af te geven, het hoogste niveau op de International Nuclear and Radiological Event Scale INES¹¹.

In het najaar van 2011 konden verdere koelsystemen worden toegevoegd. Ondertussen was een zeer grote hoeveelheid radioactief besmet water in zee gestroomd. In juni 2011 werd een systeem voor waterbehandeling in gebruik genomen, in juli-augustus 2011 kon de koeling weer geheel binnen een gesloten systeem plaatsvinden en werden het oppervlaktewater en grondwater niet meer vervuild.

In december 2011 werd door TEPCO geschat dat de ontmanteling van de centrales in het jaar 2052 zou kunnen zijn afgerond. Dit betekent dat de hulpverlening de objecten nog vele jaren in beeld moet hebben.

2.6. ICT, METINGEN EN INFORMATIE

Na de aardbeving viel de stroom uit in Fukushima Daiichi en omgeving en functioneerde de mobiele telefonie in het gehele noorden van Japan niet meer. Rondom de installaties functioneerde ook de gewone telefonie niet meer. Hierdoor werd ook de crisisorganisatie zwaar getroffen.

Door de stroomuitval stopte TEPCO's informatiesysteem dat gegevens over de toestand van de reactoren door zou moeten geven aan het ERSS rampeninformatiesysteem. Het TEPCO-informatiesysteem was niet aangesloten op een noodstroomvoorziening^[62,248]. Het ERSS zelf werkte echter ook niet meer op het bedrijfsterrein en omgeving. Daardoor kreeg het landelijke hoofdkwartier, het Nuclear Emergency Response Headquarters (NERHQ), geen informatie meer vanaf de site over het verloop en de aanpak van de ramp. Omdat de veiligheidsinspecteurs op 14 maart de site hadden verlaten kwam er ook op andere wijze geen informatie meer van de site. NERHQ moest varen op informatie van het TEPCO-hoofdkwartier. Kort nadat de elektrische stroom was hersteld had TEPCO haar videoconferentiesysteem met het TEPCO commandocentrum op het bedrijfsterrein weer geactiveerd. Vanwege de schade aan de technische voorzieningen kwam de verbinding tussen het plaatselijke en het landelijke NERHQ echter niet meer tot stand^[87,3,34-35].

Door de stroomuitval functioneerde ook het SPEEDI-meetsysteem niet meer: de elektrische voeding voor de transmissie van gegevens ontbrak. Het Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) organiseerde op 12 maart metingen per helikopter, maar de helikopter en het meetteam liepen elkaar mis^[62,243]. Eveneens op verzoek van MEXT arriveerden op 12 maart teams van het Japan Atomic Energy Agency met mobiele meetstations. Dat verliep traag, omdat de teams werden gehinderd door naschokken en tsunami-alarmen en door defecte wegen en bruggen. Waar de verkeersinfrastructuur nog intact was ontstond hinder door filevorming. Er waren voor het personeel geen voorzieningen, zij sliepen in autobusjes of in de kantoren van de off-site gebouwen. Effecten moesten, zonder computers, met de hand worden doorgerekend^[64]. Gegevens die via e-mail binnenkwamen bij het off-site commandocentrum bij Fukushima Daiichi konden door de ontvangers niet worden benut. De computers en het internet functioneerden niet of zeer traag, waardoor de e-mail niet doorkwam (vastlopers)^[65]. Omdat het off-site centrum in het geëvacueerde

¹¹ Wereldwijd wordt de INES-schaal gebruikt om de ernst van nucleaire incidenten aan te geven, vergelijkbaar met de schaal van Richter voor aardbevingen. De schaal loopt van 1 (afwijking) tot 7 (groot incident).

gebied lag, was het afgesloten van toevoer van goederen en voeding. Op 15 maart werd het LNERHQ, het plaatselijke hoofdkwartier, verplaatst naar de gebouwen van de Fukushima Prefecture^[62,238].

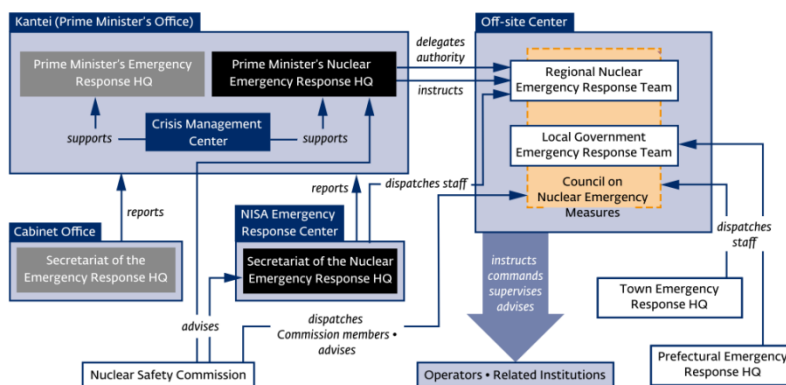
Voor zover gegevens van SPEEDI landelijk binnenkwamen was de rolverdeling in de bewerking van deze gegevens tussen de meest betrokken partijen onduidelijk, te weten: het Ministry of Education (MEXT) enerzijds en de Nuclear Safety Commission, onderdeel van het Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) anderzijds^[87,3,73]. Vanaf 17 maart werden metingen in de lucht verricht door de Amerikaanse luchtmacht, waarvan de gegevens aan MEXT ter beschikking werden gesteld^[62,247]. Voor de bevolking waren het systeem van meten en monitoren en de bijbehorende grenswaarden en maatregelen onduidelijk. Bovendien waren er tegenstrijdige berichten van de overheid en van TEPCO. Daarop werd een vrijwilligersorganisatie actief die eigen metingen verricht^[142].

2.7. CRISISBESLUITVORMING

Structuur en werking

Tijdens de bestrijding van de ramp bleek de besluitvorming in de driehoek Rijk – exploitant – plaatselijke autoriteiten ingewikkeld^[87,34-35].

Er waren drie hoofdgroepen in het spel: de landsregering, de lokale en regionale autoriteiten en het bedrijf TEPCO. Binnen de landsregering waren actief: het rampenhoofdkwartier en het nucleaire rampenhoofdkwartier (NERHQ), het rampen responsbureau in het kantoor van de Minister-President, de ministeries voor Education (MEXT) en Economy (METI) en de verschillende organen op nucleair gebied: Nuclear Safety Commission (NSC), National Institute of Radiological Sciences (NIRS), Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA). Lokaal/regionaal waren er de diverse gemeentelijke rampenstaven, het plaatselijke rampenhoofdkwartier, het rampenhoofdkwartier van de prefectuur Fukushima en de gezamenlijke Raad voor Nucleaire Noodgevallen. Zie figuur 3.

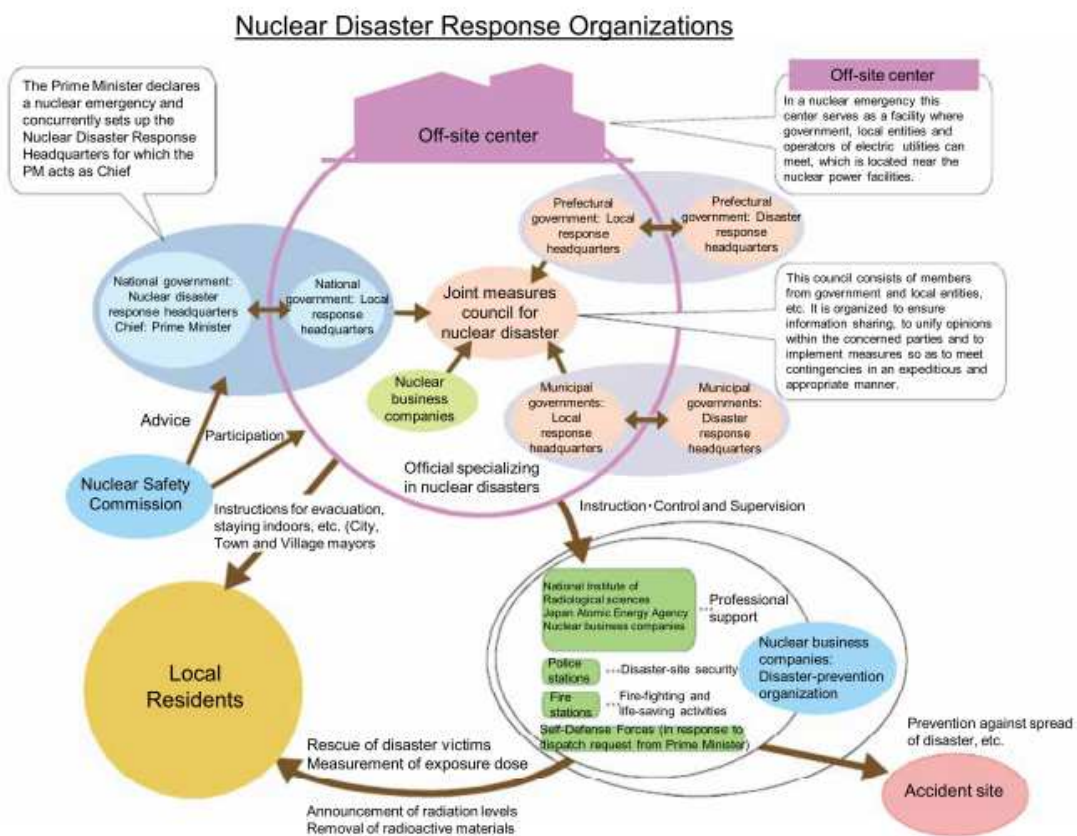


Figuur3: Responsestructuur overheid.

Het totale speelveld van de Japanse responsstructuur is opgenomen in figuur 4 (pag. 12).

TEPCO had haar staf op de site en haar hoofdkwartier in Tokyo. TEPCO meende dat het voor het contact met de landelijke overheid in noodgevallen een directe lijn met NISA zou onderhouden. In plaats daarvan werd een TEPCO-liason bij de Minister-President verwacht^[62,223].

Op het kantoor van de Minister-President (de Kantei) was er weinig beeld van het beschikbaar potentieel. Zoals in paragraaf 2.6 is aangegeven kon geen gebruik worden gemaakt van meetgegevens (SPEEDI). Door competentiekwesties, 'wie gaat er over', tussen de Kantei, TEPCO en de lokale autoriteiten liepen bevelslijnen door elkaar. De ontstane situatie bleef verslechteren, mede omdat het crisismanagement door de Kantei, de andere overheidsorganen en TEPCO niet goed functioneerde. Nadat de Kantei het NERHQ had gepasseerd in de besluitvorming over evacueren, zoals aangegeven in paragraaf 2.8, ontstond binnen NERHQ een passieve houding^[87,3,36]. De Kantei was van mening dat het lokale NERHQ niet goed functioneerde en doorkruiste de bevels- en contactlijnen van het regionale responsteam^[62,219]. Dit leidde tot onduidelijkheden waardoor de Kantei het vertrouwen in TEPCO verloor. TEPCO en de toezichhouders waren het bijvoorbeeld eens over de wijze van ventileren en over het inbrengen van zeewater. De Kantei wist dit niet en intervenieerde, waardoor de verwarring toenam^[87,34]. Op andere momenten werd door TEPCO informatie achtergehouden, bijvoorbeeld over de meltdown^{[87,70][95]}. De Minister-President is op 12 maart ter plaatse gegaan om met de chef van de site te spreken, waardoor aandacht werd afgeleid en de bevelslijn werd verstoord. Na circa 2 maanden werd duidelijk dat de structuur te gecompliceerd was en de bevelslijnen onduidelijk waren. Op 9 mei werd een herstructurering doorgevoerd^[63,3,77].



Source: Nuclear Energy 2010 (Agency of Natural Resources and Energy)

Figuur 4: Speelveld responsestructuur^[133].

Besluitvorming over de inzet van de overheidsbrandweer en ambulances^[138]

Gezien de ontwikkelingen in de centrales heeft de Nuclear Safety Commission (NSC) op 13 maart bij het Fire and Disaster Management Agency (FDMA) een verzoek ingediend tot het leveren van materieel dat kon worden ingezet voor de koeling van kernreactoren. Het FDMA heeft op 13 maart bijstand gevraagd van de omliggende brandweerkorpsen (Iwaki en Futaba) en aan het Tokyo Fire Department, waarop acht eenheden van totaal 28 man werden uitgezonden. Na de waterstofexplosie van 15:36 besloot het NSC echter om alle eenheden terug te trekken.

Op 16 maart ontving het Tokyo Fire Department het verzoek om een Special Disaster Relief Vehicle beschikbaar te stellen. Dat vertrok dezelfde dag, maar werd teruggestuurd omdat TEPCO niet klaar was om het voertuig te ontvangen.

Op 17 maart diende de Minister-President een verzoek in bij de gouverneur van Tokyo, tot het inzetten van onder andere de Hyper Rescue eenheden van brandweer Tokyo. De gouverneur stemde hierin toe, waarop de Commissioner van het Fire and Disaster Management Agency een verzoek indiende bij het Tokyo Fire Department tot het uitzenden van onder andere de Hyper Rescue eenheden. De brandweercommandant stemde hierin ook toe. Op 18 maart 2011 kwam brandweer Tokyo met 139 man ter plaatse. Vervolgens heeft de Minister-President in de dagen daarop volgend eenzelfde verzoek ingediend bij de steden Osaka, Yokohama, Kawasaki, Nagoya, Kyoto en Kobe, die eveneens hun bijdrage hebben geleverd^[86]. Achteraf betreurde de commandant van brandweer Tokyo zijn besluit om personeel naar de plaats ramp te zenden, omdat hij niet kon instaan voor hun veiligheid^[163].

Op 25 maart werd het schuilgebod in de 20-30 km-zone omgezet in een vrijwillige evacuatie. Hierop werd een grote hulpvraag verwacht. Op grond daarvan heeft het FDMA een 10-tal prefecturen gevraagd om assistentie van ambulances.

2.8. BESCHERMENDE MAATREGELEN

De volgende beschermende maatregelen zijn bij een grootschalige nucleaire ramp aan de orde: schuilen, evacuatie en jodiumprofylaxe. Hieronder gaan wij daar nader op in. De maatregelen kunnen worden gecombineerd met beschermende kleding voor de bevolking, maar daarover hebben wij geen informatie gevonden.

schuilen

In Fukushima was in eerste instantie niet duidelijk dat er sprake was van een beginnende kernramp. Toen dat eenmaal duidelijk werd, is opdracht gegeven tot evacuatie. Daar doorheen werden orders tot schuilen gegeven^[87,50]. De eerste schuil-order, op 11 maart om 21:23, betrof de 3-10 km zone. Op 15 maart werd een schuilorder gegeven voor de 20-30 km zone, gezien voorspellingen over verspreiding van radioactief materiaal. Bij de poort van de site was 's-morgens 11,9 mSv/h gemeten en ook daarna bleef het stralingsniveau hoog^[62,255]. Gelijktijdig met deze schuilorder organiseerden of begeleidden enkele gemeenten in dat gebied een evacuatie (Minami-Soma en Namie)^[62,255].



Figuur 5: Politie begeleidt evacuatie.



Figuur 6: Eerste opvang.

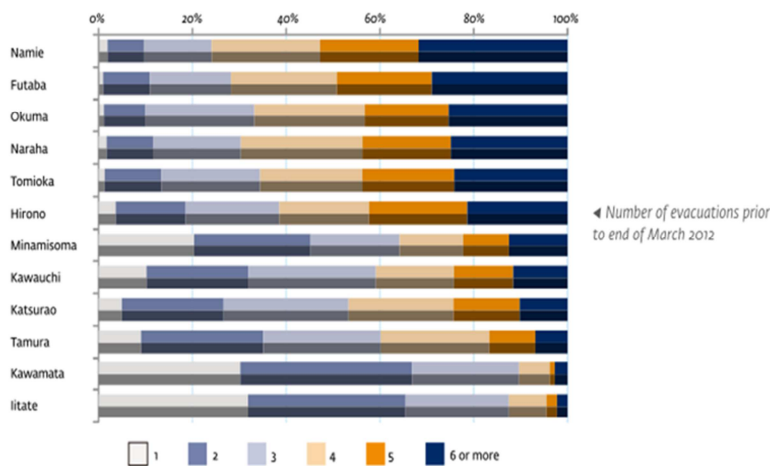
evacuatie

Terwijl het landelijke hoofdkwartier (NERHQ) nog zocht naar mogelijke geschikte evacuatielocaties besloot het Kabinet van de Minister-President tot een 3 km- evacuatie – dat leek genoeg aangezien er afluende wind was. Deze order werd gegeven op 11 maart om 21:23^[62,251]. Omdat de verspreiding van eventuele radioactiviteit volgens berekeningen via zuid en west naar noord zou draaien (landinwaarts dus), gaf de regering circa 8 uur

later, op 12 maart om 05:44 de order tot een 10-km evacuatie^[62,253]. Op het moment van deze orders was het donker en er was geen elektriciteit. Gezien de explosie in reactorgebouw 1 om 15:36 werd de evacuatiezone vervolgens dezelfde dag tot 20 km uitgebreid^[87,38]. De ontruimde gebieden werden bewaakt door de Japanse politie in beschermende kleding.

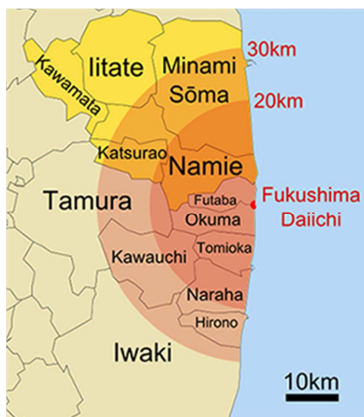
De regering heeft ook een 30-km evacuatie overwogen, maar heeft daarvan afgezien: dit zou 150.000 extra evacués betekenen en een meerdaagse operatie, juist in de periode dat grootschalige uitstoot van radioactieve stoffen mogelijk zou zijn^[62,266].

De snel opeenvolgende besluitvorming leidde voor delen van de bevolking tot her-evacuatie. Bij de evacuatieorders waren gegevens over de stralingsintensiteit van belang. Zoals in paragraaf 2.6 is aangegeven functioneerde het monitorsysteem niet goed. De overheid beschikte daardoor niet over de juiste gegevens voor de besluitvorming over evacuatie. Dit leidde er toe dat sommige delen van de bevolking werden geëvacueerd naar gebieden met een hoog stralingsniveau, die vervolgens weer opnieuw moesten worden geëvacueerd, sommigen 6x of meer zoals aangegeven in figuur 7. Een aantal evacués verbleef twee weken in een opvangcentrum in radioactief besmet gebied.



Figuur 7: Aantal malen geëvacueerd^[87,57].

Bij elke volgende vergroting van de evacuatiezone diende de bevolking zich opnieuw te verplaatsen. Dit werd een groot probleem bij de 20 km- evacuatie, mede omdat er alleen voor de 3-, 5- en 10 km- evacuatie plannen bestonden. Het besluit tot die 20-km evacuatie werd genomen zonder advies van operationele zijde^[87,3,63]. Er moesten ook mensen worden geëvacueerd die onder medische behandeling waren en waarvan de behandeling dus werd afgebroken.



Figuur 8: Evacuatiezones.

Buiten de 20-km evacuatiezone was nog een extra zone aangeduid tot 30 km waar alleen mensen mochten verblijven die na opdracht direct zouden kunnen vertrekken. Ziekenhuizen daar mochten alleen poliklinisch werk verrichten. Ook buiten de 30-km zone kwamen gebieden met verhoogd stralingsniveau voor – verspreiding verloopt immers niet cirkelvormig. Voor het dorp Iitate met 6200 inwoners, op 40 km afstand, leidde dat tot een evacuatie-order op 22 april 2011^[87,50]. Zie figuur 8.

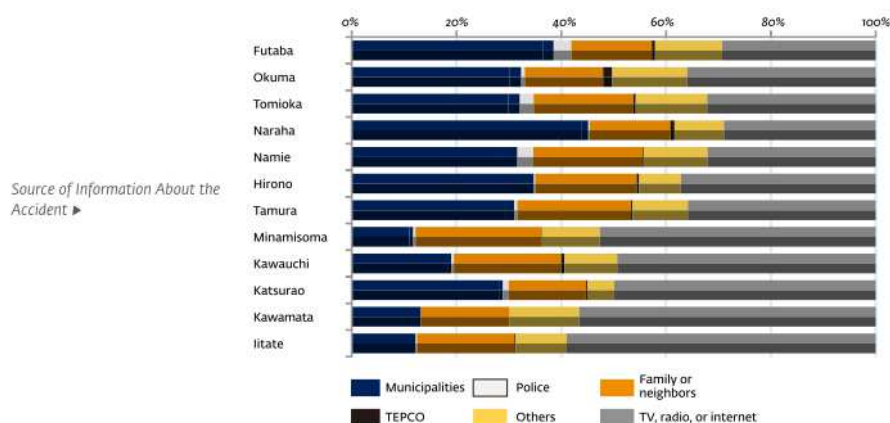
Totaal werden op grond van de regeringsorders 146.520 inwoners geëvacueerd^[87,38].

De Nuclear Safety Commission adviseerde aan onderdanen van de Verenigde Staten om te evacueren uit een zone van 50 km en overwoog dat de gevarezone mogelijk moest worden uitgebreid tot in Tokyo metropolitan area^[87,2,31].

Het was voor de autoriteiten en de verzorgers een groot probleem om transport en opvanglocaties te vinden, mede omdat geplande opvanglocaties binnen de evacuatiezone lagen dan wel waren vernietigd door de aardbeving of de tsunami. De ruimte per persoon was zeer beperkt, maar ondanks dat gedroeg de bevolking zich binnen de opvangcentra hoffelijk en beleefd. Er waren speciale activiteiten voor kinderen. Wanneer een hele gemeente was geëvacueerd, dan werd in de opvanglocatie(s) een kamer voor het gemeentebestuur ingericht, waar ambtenaren zorgden voor specifieke ondersteuning van de bevolking^[7]. Binnen de opvangcentra, waar mensen zeer lang verbleven, waren diverse hulporganisaties actief, ook voor de mentale opvang^[19].

communicatie

De landsregering was traag in het informeren van gemeenten over het incident en verzuimde de ernst van het incident bekend te maken. Sommige gemeenten vernamen het nieuws over de evacuatie uit de media^[87,3,36]. Toen de landsregering op 11 maart om 21:23 de opdracht tot de 3-km evacuatie gaf, overigens zonder nadere toelichting op het incident, was slechts 20% van de bevolking ter plaatse op de hoogte van de kernramp^[87,50]. De meeste bewoners binnen de 10km-zone hoorden pas van het incident toen op 12 maart de evacuatieorder werd gegeven^[87,19]. Voor de bewoners waren de media veelal de belangrijkste informatiebron, zoals blijkt uit figuur 9.



Figuur 9: Bronnen van informatie^[4,4].

Er was grote verwarring, mede veroorzaakt door orders om te schuilen en gelijktijdige orders om vrijwillig te evacueren. De bevolking beschikte niet over informatie die bruikbaar was voor de

evacuatie. Er was tijdsdruk, sommigen waren in doodsangst, maar er was ook het beeld dat de evacuatie voor slechts enkele dagen zou zijn. Dit had tot gevolg dat de meeste mensen bij vertrek slechts de meest noodzakelijke dingen meenamen. De bevolking had vaak essentiële zaken niet bij zich, zoals medicijnen of belangrijke documenten^[87,53]. Het had verder tot gevolg dat de verlaten huizen verloederden, waardoor radiologische besmetting makkelijker de woning binnendrong. In mei 2011 zijn bezoeken aan besmet gebied georganiseerd, opdat bewoners alsnog belangrijke zaken uit hun woning konden halen en in een aantal gevallen om te ontdekken dat er was geplunderd. De bevolking was ook niet voorbereid op evacuatie. Van de plaatselijke bevolking was 10% vooraf geïnformeerd over de kans op een nucleair incident^[87,50]. Verteld was dat nucleaire techniek veilig is en er niets kon gebeuren^[87,58]. Wisselend per gemeente was 1 tot 15% van de bevolking geoefend in evacuatie^[87,4,55].

evacuatie van de ziekenhuizen

Een specifiek probleem was de evacuatie van ziekenhuispatiënten vanuit zeven ziekenhuizen, waaronder een psychiatrische kliniek, gelegen binnen de 20-km evacuatiezone. In deze ziekenhuizen verbleven circa 850 patiënten. Circa 400 daarvan waren ernstig ziek.

De ziekenhuizen en de lokale overheden waren niet voorbereid op een dergelijke grootschalige evacuatie. In de voorbereiding was het JCO-incident maatgevend geweest (zie paragraaf 2.2). Patiënten, verplegend personeel en artsen stonden daarom, in elk ziekenhuis, voor een hele zware opgave. Zij moesten zelf zowel zorgen voor passende opvang in andere ziekenhuizen als voor transportmiddelen. Dit was uiteraard het meest problematisch voor de ernstig zieke patiënten. De schade aan de verbindingen, zowel ICT als wegen en bruggen, was een extra handicap. Bovendien waren er in de directe omgeving geen andere mensen meer die hulp konden bieden, want die waren immers geëvacueerd.



Figuur 10: Medewerkers van het Rode Kruis worden gescreend na terugkeer uit besmet gebied.

De zeven ziekenhuizen zijn in verschillende mate succesvol geweest in het regelen van vervoer en van opvang, om meerdere redenen: de verbindingsmiddelen die men had, het type patiënten dat in het ziekenhuis verbleef, het aantal stafleden dat niet was gevlucht of geëvacueerd (zie box 5). Omdat er een tekort was aan opvang in veilige gebieden moest soms genoeg worden genomen met minder geschikte locaties. Tijdens en direct na de verplaatsing zijn ten minste 60 patiënten overleden, waarvan de helft ouder dan 65 jaar, waarbij sterfgevallen die konden worden verklaard uit het normale verloop van de ziekte niet zijn meegerekend.

Het (para)medisch personeel stond ook voor zichzelf voor een lastige keuze: evacueren of niet. Na de explosie van reactor 1 brak paniek uit onder staf van een van de ziekenhuizen, waarop alle verpleegkundigen het ziekenhuis ontvluchtten op zoek naar hun familie. In een ander geval ging de meerderheid van het personeel mee met de evacuatie van de lopende patiënten, 67 bedlegerige patiënten en acht collega's achterlatend. De achterblijvers veronderstelden dat de publieke diensten snel te hulp zouden schieten, maar dat was niet het geval.

Transportmiddelen waren het grootste probleem, vooral voor de bedlegerige patiënten, zeker wanneer deze aan apparatuur of infusen lagen. Gezien de problematiek van de opvang moesten bovendien grote afstanden worden overbrugd. Als transportmiddelen zijn ambulances, minibuses, vrachtwagens, touringcars en helikopters van de Zelfverdedigingsmacht en zware voertuigen van politie en brandweer ingezet.

Box 5: Evacuatie van de ziekenhuizen^[87,4,31].

ziekenhuis	evacuatie datum	transportmiddel	bestemming	aantal doden minimaal
Ono	12 ^{de} ochtend	ambulances	ziekenhuis	0
Futaba Kosei	van 12 ^{de} op 13 ^{de}	helikopters	conferentiecentrum	4
Odaka	13 ^{de}	ambulances en minibusjes	ziekenhuis	0
Imamura	13 ^{de} op 14 ^{de}	helikopters	middelbare school	3
Nishi	14 ^{de} 's-nachts	helikopters, politievoertuigen	ziekenhuis	3
Akasaka	14 ^{de} 's-nachts	bussen	middelbare school	0
Futaba	14 ^{de} en 15 ^{de}	bussen, legervoertuigen	middelbare school, conferentiecentrum en diverse	40

Om een beeld te krijgen van de praktijk is in box 6 een kort verslag van de meest problematische evacuatie opgenomen: het Futaba-ziekenhuis te Okuma.

Box 6: De evacuatie van het Futaba-ziekenhuis te Okuma^[62,274-277].

Op 12 maart 14:00 stuurde de gemeente 5 bussen, in de veronderstelling dat dat voldoende was. Er bleven echter meer dan 200 patiënten, de directeur en twee stafleden achter. Via het plaatselijke hoofdkwartier LNERHQ, waar men ten onrechte meende dat het om mobiele patiënten ging, werd op 13 maart aan de Zelfverdedigingsmacht gevraagd de patiënten op te halen. Op 14 maart om 04:00 kwam een legereenheid ter plaatse. Ondertussen werkte het LNERHQ aan opvanglocaties. Geen van de aangesproken ziekenhuizen reageerde echter en bovendien werden inmiddels door elk ziekenhuis screeningsbewijzen geëist (een bewijs dat de persoon niet besmet was). Daarom werd een middelbare school als opvangplek aangeduid, die zou worden bereikt via een ziekenhuis dat de screening kon uitvoeren. De afdeling Welzijn van Fukushima Prefecture vernam dat en regelde 82 plaatsen in ziekenhuizen, wetende dat het grotendeels om bedlegerige patiënten ging die niet in een middelbare school konden verblijven, maar gaf dit niet door aan LNERHQ. Zodoende trok de legereenheid met patiënten via de screening naar de middelbare school, waar ze met grote vertraging door de kapotte wegen om 20:00 aankwamen. Nadat was toegezegd dat er artsen zouden komen stemde de school toe in het opvangen van de patiënten. Om 21:35 startte het uitladen van de patiënten, waarvan er inmiddels acht waren overleden^[62, 274].

Voor de overige achtergebleven patiënten en staf was op 14 maart 's-avonds een reddingsactie gepland, uit te voeren door een medische eenheid van de Zelfverdedigingsmacht en een Integrated Mission Unit, een rampenorganisatie. Om 21:15 echter werden de eenheden, die onderweg waren, teruggeroepen vanwege de gevaarlijke situatie in de kerncentrales. Ondertussen waren ook politie-eenheden in actie voor de redding, maar die wilden dat doen samen met de Zelfverdedigingsmacht. Door miscommunicatie vond men elkaar niet. De missie vertrok opnieuw op 15 maart om 01:30 en kwam bij het Futaba-ziekenhuis aan om 09:00. Nadat men 47 van de patiënten had klaargemaakt voor vertrek echter werden omstreeks 11:00 de dosismaxima voor de vrouwen van de Integrated Mission Unit bereikt (5mSv) en moest de missie worden afgebroken, 42 patiënten achterlatend. Om 11:30 arriveerde de medische eenheid van de Zelfverdedigingsmacht, die zeven patiënten aantrof en afvoerde, in de veronderstelling dat alle andere patiënten waren meegenomen door de Integrated Mission Unit. De medische eenheid rapporteerde dat aan haar hoofdkwartier, die dat doorgaf aan het plaatselijke LNERHQ. Op het militair hoofdkwartier kwam echter ook een bericht binnen van de Integrated Mission Unit, dat er mogelijk nog patiënten in het ziekenhuis zouden zijn. Op basis van dat bericht werd een reddingsactie gestart, die op 15 maart om 0:35 werd uitgevoerd, waarbij de laatste 35 patiënten werden gered.

jodiumprofylaxe

Voor de jodiumprofylaxe¹² waren tabletten in voorraad bij de Prefectuur Fukushima. Direct na de start van het incident is de Prefectuur gestart met de verspreiding van tabletten onder de gemeenten in het getroffen gebied. Er zijn geen meldingen gevonden over een tekort aan tabletten. Volgens de handboeken mochten deze tabletten alleen aan de inwoners worden verspreid nadat de rijksoverheid, op basis van voorspellingen van de radioactieve uitstoot, daartoe het sein had gegeven. De regering gaf de order tot verspreiding vijf dagen na 11 maart.

De Japanse Nuclear Safety Commission (NSC) stelt dat zij op 13 maart heeft aanbevolen om de tabletten te verspreiden en in te nemen, maar dat bericht is volgens het Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA) nooit in het landelijke rampenhoofdkwartier aangekomen. Op 18 maart meldde de Japan Medical Association (JMA) een grote vraag naar jodiumtabletten, aangewakkerd door onjuiste informatie. Hoewel de tabletten beschikbaar waren, werden deze niet verstrekt omdat er geen aanleiding voor zou zijn.

Futaba en Tomioka¹³, de dichtstbij de kerncentrales gelegen gemeenten, hebben niet op “Tokyo” gewacht. Ook twee verder gelegen gemeenten hebben op eigen initiatief tabletten verspreid, deels zonder handleiding, zodat mensen de tabletten innamen zonder op het sein te wachten en zonder van de instructies op de hoogte te zijn. In box 7 is een overzicht opgenomen van de verspreiding van jodiumtabletten, box 8 geeft een indruk van de praktijk in de gemeenschap Miharu.

Box 7: Verspreiding jodiumtabletten^[87,4,84].

Plaats	Datum	Aantal mensen aan wie is gedistribueerd	Aanwezigheid van medisch deskundige	Reden waarom ja/nee instructie tot innemen is gegeven
Tomioka	12 ^{de} en 13 ^{de} avond	Onbekend; aantal tabletten = 21.000	verpleegkundigen	Gemeentebestuur achtte het beter dat tabletten werden ingenomen, voor het geval dat.
Futaba	13 ^{de}	Tabletten voor de 845 inwoners die waren geëvacueerd naar Kawamata	apothekers	In reactie op de explosie(s) meende het Gemeentebestuur dat beschermende maatregelen nodig waren.
Okuma	15 ^{de}	340 mensen die waren geëvacueerd naar Miharu	onbekend	Op advies Miharu.
Miharu	13 ^{de} op 14 ^{de}	7.250 mensen	verpleegkundigen	Gezien de windrichting leek het erop dat straling de stad zou bereiken.
Iwaki	Vanaf 16 ^{de} ochtend	Aantal inwoners: 152.500; aantal tabletten 257.700	apothekers	Men had geen informatie over de situatie en wachtte op instructies van hogerhand.
Nahara	15 ^{de} middag	3000 mensen die waren geëvacueerd naar Iwaki	apothekers	
Namie	13 ^{de} en 14 ^{de}	8000 geëvacueerden	onbekend	

¹² Jodiumprofylaxe is het innemen van jodiumtabletten opdat de schildklier verzadigd raakt met stabiel jodium en daardoor geen radioactieve jodiumdeeltjes meer kan opnemen. Het innemen dient te gebeuren kort vóór of onmiddellijk na besmetting. Bij inname tussen 12 uur vóór tot aan de blootstelling aan radioactief jodium is de bescherming het hoogst, deze neemt af indien de tablet na de blootstelling wordt ingenomen, tot zo'n 40-50% bij inname 6 uur na blootstelling (tekst: R.de Groot, UMC Utrecht).

¹³ Futaba is de centrumgemeente van het district Futaba, Tomioka ligt ten zuiden van Futaba. Zie figuur 8.

In de opvangcentra werden geen jodiumtabletten verspreid, tenzij via de eigen gemeente. Op de achtergrond heeft hierbij nog een discussie gespeeld over de interventieniveaus. Voor jodiumprofylaxe is het interventieniveau op 14 maart door de regionale autoriteiten met een factor 6 verhoogd (van 13.000 naar 100.000 cpm), tegen het advies van de Nuclear Safety Commission in^[87,4,80]. De situatie leidde ertoe dat mensen zich meldden bij gezondheidscentra en vroegen om injecties met jodiumhoudende contrastvloeistof, of gorgelden met wondjodium, leidend tot beschadiging van de slijmvliezen^[143].

Box 8: De dilemma's rondom jodiumprofylaxe aan de bewoners van Miharu, maart 2011.

“When disaster strikes out of nowhere and amidst conflicting information what can we believe and how should we act?”

Miharu wordt overspoeld door evacués. Teveel mensen, te weinig voorzieningen. Er heerst chaos, er is onduidelijkheid. Bij gebrek aan informatie en instructies van de regionale en rijksoverheid durft het lokaal bestuur, onder aanvoering van de burgemeester, actief te kiezen voor de bescherming van de eigen gezondheid. Het bestuur wacht niet af en gaat door, ondanks tegenorders van hogerhand later in het proces. Met ondersteuning van een nucleair deskundige in de gemeenschap vergaart men in korte tijd kennis over radioactiviteit, de verspreiding van radioactieve besmetting onder invloed van wind en regen, de werking van jodiumpillen, etc. Er wordt een windvaan geïmproviseerd en in sneltreinvaart wordt een logistiek systeem opgezet om de jodiumpillen te distribueren. Even voor de draaiing van de wind uit de verkeerde hoek en de neerslag van de radionucliden door de regen hebben 3303 huishoudens (95% distributie) de pillen ter beschikking. Bestuur en bewoners van Miharu weten de juiste maatregelen op het juiste moment te nemen. Dit is zelfredzaamheid! Inwoners gaven aan wel moeite te hebben met de persoonlijke keuze die ze moesten maken: wel of geen pil nemen. Gevreesde bijwerkingen bleven beperkt: uiteindelijk twee bijwerkingen van niet ernstige aard. Bron: NHK Documentary March to Recovery Series, “Voices from 3.11, Their Fate in Their Hands”

2.9. SLACHTOFFERS

Personeel

Één medewerker is overleden aan een hartaanval. Twee personeelsleden werden gedood door de tsunami tijdens het uitvoeren van noodreparaties. De besmette stoffelijke overschotten konden pas worden geborgen na het leegpompen van de kelders. Voorts is een 15-tal medewerkers gewond geraakt bij de explosies.



Figuur 12: Slachtoffer wordt afgevoerd.

Waarschijnlijk hebben 167 personeelsleden een dosis van meer dan 100 mSv opgelopen, waarvan 6 meer dan de drempel van 250 mSv¹⁴. Drie van hen liepen in de periode 11 maart – eind mei cumulatieve doses op van 670, 639 en 346 mSv. Drie anderen liepen in die periode doses op tussen de 289 en 458 mSv^[87,4,100-103].

¹⁴ Op 14 maart 2011 werd de maximumdosis bij werk in noodgevallen door de regering verhoogd van 100 naar 250 mSv. Op 28 april werd deze dosis losgekoppeld van de dosis bij normaal werk van 50 mSv, om bijstand vanuit andere kernreactoren mogelijk te maken^[87,4,101].

Van deze medewerkers raakten er drie radioactief besmet aan de voeten omdat er geen beschermende laarzen beschikbaar waren: er was geen scenario voorzien waarbij er besmet water in een reactorgebouw zou staan^[87,4,102]. Deze medewerkers zijn in het ziekenhuis van het National Institute of Radiological Sciences (NIRS) opgenomen van 24 tot 28 maart. Bij nacontrole op 11 april bleken geen gezondheidsproblemen.

Daarnaast is nog een medewerker naar het NIRS-ziekenhuis gebracht voor onderzoek of behandeling. Ook deze medewerker kon daags daarna naar huis^[88].

Segment (mSv)	maart 2011-april 2012		
	TEPCO medewerkers	Aanverwante bedrijven	totaal
250>	6	0	6
200>-250<	1	2	3
150>-200<	22	2	24
100>-150<	117	17	134
50>-100<	449	376	825
20>-50<	614	2.428	3.042
10>-20<	493	2.893	3.386
10<	1715	12.499	14.214
Totaal (personen)	3417	18.217	21.634
Hoogste waarde (mSv)	679	238	679

Figuur 11: Overzicht van blootstelling werknemers on site^[133].

Er is geen melding bekend van gewond brandweerpersoneel. Wel was er bij alle werkers ter plaatse veel stress, mede door onzekerheid^[156].

Het aantal blootstellingen per staffel, zoals opgegeven door TEPCO, is opgenomen in figuur 11. Ter zijde valt in deze tabel het grote aantal mensen op dat ter plaatse heeft gewerkt in de 12 maanden na de start van de kernramp: 21.634 personen^[133].

Burgers

Voor de burgers waren de drie rampen – aardbeving, tsunami en kernramp – verweven. Op 16 maart telde de Japan Medical Association Disaster Headquarters (JMA) 2.315 opvangcentra met 369.000 evacués vanwege de aardbeving en de tsunami. Op 17 maart bleek ook de situatie bij de kerncentrales aandacht te vragen: in interne discussies werd gesproken over een veilige afstand tot de kerncentrales: 30 of 80 km. De JMA benoemde de problemen in de kerncentrales als serieuze dreiging, maar attendeerde op de 400.000 mensen die op hulp wachtten, thuis en in de centra. Aan eventuele problemen met straling kon op dat moment geen prioriteit worden gegeven. Op 19 maart kreeg JMA het verzoek van de regering om ook patiënten en evacués vanwege de straling op te vangen.

Eind maart meldde de JMA dat in Fukushima, vanwege de ramp als geheel, 996 doden waren bevestigd en bijna 5.000 mensen werden vermist. Over de problemen in de kerncentrales meldde de JMA dat deze problemen voortduurden, dat de bevolking bezorgd was en dat het aan een duidelijk beeld ontbrak: zowel de regering als TEPCO deed mededelingen, maar die waren verwarrend en werden ook weer gecorrigeerd^[68].

Op 23 maart bleek uit schattingen van de Nuclear Safety Commission (NSC) dat in sommige gebieden buiten de evacuatiezone stralingsniveaus zouden zijn bereikt die voor kinderen zouden kunnen leiden tot schildklierkanker. Vanwege de onbetrouwbaarheid van de gegevens werd besloten eerst een veldonderzoek uit te voeren alvorens verdere evacuatie te overwegen. Daarom werd door het plaatselijke NERHQ in samenwerking met het National Institute of Radiological Sciences (NIRS) tussen 26 en 30 maart een onderzoek uitgevoerd naar de blootstelling van circa 1000 kinderen tussen de 1 en de 15 jaar in de schuilgebieden in Iwaki City, Kawamata Town en Iitate Village. Er

werd niemand gevonden met een waarde boven de screeningwaarde van $0.2\mu\text{Sv}$ ^{[62,261][88]}. Er zijn totaal 151.497 mensen onderzocht op uitwendige besmetting^[87,4,4].

Als onderdeel van een gezondheidsonderzoek van de Fukushima Prefectuur heeft NIRS een deelonderzoek uitgevoerd naar inwendige besmetting bij mensen uit de geëvacueerde gebieden. Tot op dit moment (december 2012) is geen sprake van dodelijke slachtoffers door straling^{15 [88]}.

De kernramp en de evacuatie hebben echter wel forse psychosociale gevolgen. Veel mensen hebben psychologische hulp nodig. De overheid heeft daartoe 'mental health care' teams ingezet^[87,4,107]. Burgers werden gestigmatiseerd als 'besmet/radioactief'. Medewerkers van particuliere hulporganisaties die medio mei 2011 evacués bijstonden in hun praktische en emotionele behoeften, hoorden dat zij sinds de ramp de eerste waren met wie de slachtoffers fysiek contact hadden^[19]. Een onderzoek onder 1500 mensen die op de sites Fukushima I en II werkten, wees uit dat zij leden onder stress, in het bijzonder door discriminatie en onheuse bejegening. Sommige medewerkers werden in de evacuatiecentra uitgescholden, hadden problemen om woonruimte te huren of kregen geen zorg in het ziekenhuis^[28].

In de getroffen gebieden waren, in de eerste weken na de ramp, de volgende onderwerpen hoofdpunten van zorg: lijkschouwing en identificatie, medische zorg in de evacuatie- en opvangcentra, de aanvoer van verband- en geneesmiddelen, brandstof, drinkwater en voeding, de voortzetting van behandeling van patiënten wier behandeling (pijnbestrijding, kanker, ...) plots was gestopt, aanvulling/aflossing van medisch personeel, het herstel van aanvoerlijnen en het managen van de gewondenstroom met behulp van triageformulieren en procedures. Vanwege de uitval van de kerncentrales was er een tekort aan stroom, dat onder meer werd opgevangen door regelmatige geplande stroomuitval in een groter gebied. Dat maakte medische behandelingen lastig uitvoerbaar. Een in de rapporten vaak terugkerend onderwerp zijn de ziektekostenverzekeringen. Veel burgers beschikten niet over hun verzekeringspapieren. Bovendien worden in Japan ziektekosten die het gevolg zijn van blootstelling aan straling dan wel kernenergie-gerelateerde ongelukken door (sommige) verzekeraars uitgesloten¹⁶. Door een speciale maatregel konden degenen die het verzekeringsbewijs kwijt waren de medische kosten toch declareren. Voor de van verzekering uitgesloten behandelkosten is geregeld dat behandelingen tot februari 2013 gratis zijn^[147].

Zoals aangegeven in paragraaf 2.7 werden 146.520 inwoners op last van de regering geëvacueerd, waarbij er 60 mensen in de maand maart 2011 overleden als gevolg van complicaties voortvloeiend uit de evacuatie^[87,38]. In februari 2012 waren door 13 gemeenten in het gebied 573 verklaringen afgegeven van overlijden gerelateerd aan de kernramp^{[127][25]}. Uiteindelijk staan de bewoners van het getroffen gebied nog steeds voor de gevolgen: zorg over gezondheidseffecten van de opgelopen stralingsdoses, het ontheemd zijn, de uiteengevallen families en vriendenkringen, verstoring van het hele leven en besmetting van een gebied van ca 1800 km²^[87].

¹⁵ De effecten van straling op de gezondheid zijn niet eenvoudig aan te geven. In paragraaf 3.1 wordt hierop kort ingegaan.

¹⁶ In Nederland is dit ook zo^[24].

2.10. PERSONEEL

Het grootste deel van de ruim 700 werknemers dat op dat moment actief was in de kerncentrales is op 15 maart geëvacueerd, een 70-tal overblijvers heeft de verdere acties ondernomen. Daarnaast zijn eenheden ingezet van de brandweerkorpsen Iwaki, Futaba, Tokyo, Osaka, Yokohama, Kawasaki, Nagoya, Kyoto en Kobe, van de Zelfverdedigingsmacht, van de bedrijven TEPCO, Toshiba, Hitachi, IHI, Kajima, Taisei, Kandenko en Hazama en van de Chemical Biological Incident Response Force van het U.S. Marine Corps^{[86][156]}. In de periode maart-april 2011 zijn, om de ramp onder controle te krijgen, 3417 medewerkers van TEPCO ingezet en 18217 medewerkers van andere bedrijven^[87,4,5]. De medewerkers droegen beschermende kleding en maskers. Dosimeters alarmeerden bij 80 mSv, waarop de medewerker het werk volgens de instructie moest stoppen. Het personeel dat de ramp aan de bron heeft beteugeld wordt in Japan geëerd, in het bijzonder de overblijvers van het eerste uur (genaamd “de Fukushima 50”, hoewel het naar later bleek 70 mensen waren).



Figuur 13: Personeel van de Zelfverdedigingsmacht verzamelt voor werk in

Bij taken waarbij TEPCO gebruik maakte van onderaannemers of leveranciers is tijdens de ramp een aantal problemen ontstaan. Noodzakelijke brandstof werd niet geleverd omdat de chauffeurs de situatie niet vertrouwden en er waren problemen met de bezetting van zware machines en van de blusvoertuigen van de bedrijfsbrandweer^[3].

Brandweerpersoneel werd aangewezen maar kon de dienst afwijzen, er was dus sprake van vrijwilligheid, hoewel sommige bronnen vermelden dat de Minister van Economische Zaken dreigde met straffen indien de opdrachten niet zouden worden uitgevoerd^[100].



Figuur14: Brandweereenheid ter plaatse.

De brandweereenheden waren niet voorbereid op een optreden in kerncentrales, aangezien dit niet tot de taken van de brandweer behoorde. Het eerste verzoek tot inzet bereikte brandweer Tokyo op 13 maart, maar de daadwerkelijke inzet was pas op 18 maart (zie paragraaf 2.7). Zodoende konden de materieelkeuze en de werkwijze bij inzet enigszins worden voorbereid. Gekozen werd voor een pomp (grootwatertransport), een betonpomp en een ladderwagen (40m). Hiermee kon 7 uren worden geoefend alvorens de eenheden vertrokken. Op 18 maart kwam de brandweer ter plaatse in J-Village, een sportcomplex op de grens van de 20 km-

zone, dat door de hulpdiensten als uitvalsbasis werd gebruikt – en tot op heden nog steeds de basis is voor de medewerkers van TEPCO die werken in Fukushima I. Na verkenning en overleg werd het aanvalsplan gemaakt en de eerste sproeiactie startte kort na middernacht (19 maart, 00:30). Daarop volgden meer sessies.

Het Tokyo Fire Department hield als maximale blootstelling tijdens reddingsoperaties een hoeveelheid van 100mSv/h aan. Het hoogste niveau van blootstelling tijdens de acties voor een lid van de eenheid was 29.8 mSv en 16 leden zijn blootgesteld aan 10-20mSv^[138]. Voor het geval er zich een ernstige besmetting zou voordoen werd de brandweer vergezeld door twee experts op dit gebied. Ter illustratie is het verslag van brandweer Tokyo als bijlage 2 toegevoegd. In box 9 is een kleine impressie opgenomen¹⁷.

Box 9: Inzet brandweer

Nadat in J-Village de inhoud van de opdracht duidelijk was geworden vertrekt rond drie uur de verkennende eenheid richting de kerncentrale om de situatie ter plaatse te bestuderen. De verkennende eenheid draagt, boven de kleding die bestendig is tegen radioactieve straling, vuurbestendige kleding en een beschermend masker. Na het aantrekken van bovenstaande kleding begeven zij zich vanaf de hoofdingang het terrein op. TEPCO had al waarden van radioactiviteit beschikbaar gesteld, maar de eenheid verricht op verschillende plaatsen op het terrein haar eigen metingen.

Rond 17:00 uur voegt de verkennende eenheid zich bij de sproei-eenheid die inmiddels bij de hoofdingang is aangekomen. Gebaseerd op het verrichte onderzoek, blijkt het nodig de aanpak te wijzigen (het oorspronkelijk plan was vanaf de kade direct zeewater op te pompen, maar de route die de pompwagen moet nemen is door puin onbegaanbaar geworden).

Na het bepalen van een nieuw plan van aanpak betreden rond 23:30 de eenheden opnieuw het terrein. Nadat de slang van 450 meter is uitgerold wordt deze met nog eens 350 meter verlengd, dit alles door met de hand 100kg zware 50m lange slangen te bevestigen.

Voor het sproeien zijn 46 man aangewezen, voor het toezicht en desinfectie nog eens 36 man. De activiteiten worden uitgevoerd terwijl een Special Disaster Relief Vehicle helemaal vooraan geparkeerd staat om te dienen als evacuatievoertuig. Een lid van de meeteenheid meet constant de hoeveelheid straling.

Om 0:30 op 19 maart, wordt met een betonpomp met een spuit op 22 meter hoogte water gesproeid in het bad voor gebruikte brandstofstaven, gelegen op 30 meter hoogte. Daarbij moet men over het geraamte van het gebouw van reactor 3 rijden. De aansturende eenheid sproeit zo 20 minuten lang 60 ton zeewater, terwijl zij de hoek van de betonpomp steeds bijstelt.

Bron: Tokyo Fire Department 2011^[138].



Figuur 15: Medisch personeel verzamelt bij ambulance.

Na de eerste inzetten is begonnen met het ter plaatse in J-Village opzetten van een instructie- en oefenprogramma. Korpzen die later werden ingezet konden daardoor beter worden toegerust, waardoor de vooraf door hen geplande inzet en tactiek geheel werd gewijzigd. Brandweer Nagoya werd bijvoorbeeld ingewerkt door collega's van Tokyo en Kawasaki^[86].

Van 18 maart tot 25 maart zijn in totaal 526 brandweerlieden ingezet, waarvan 200 op de site. Geen van de brandweerlieden werd blootgesteld aan stralingsniveaus boven de drempel voor het optreden bij noodgevallen van 100 mSv, die op 14 maart 2011 door de regering werd verhoogd tot 250 mSv^[87,3,19].

¹⁷ Enkele filmbeelden zijn te vinden via <http://statter911.com/2011/03/23/tokyo-fire-department-video-firefighters-in-action-at-reactor-no-3-at-fukushima-dai-ichi-nuclear-plant/>

Voor de opvang van slachtoffers richtte de regering op 29 maart het Nuclear Sufferers Life Support Team in onder leiding van het Ministry of Education (METI). Dit team was belast met afstemming tussen instanties en gemeenten, het oplossen van administratieve problemen, het regelen van opvanglocaties en voorzieningen voor ontsmetting, medische hulp en de aanvoer van materialen naar de opvangcentra^[62,228].

Voor de medische behandeling van eventuele stralingsslachtoffers zijn vanaf 12 maart Radiation Emergency Medical Assistance Teams (REMAT) ingezet: het team van het National Institute of Radiological Sciences (NIRS) dat was opgericht voor optreden in het buitenland (REMAT-NIRS) en twee teams van de Universiteit van Hiroshima^[43]. In totaal hebben ter plaatse 194 (para)medici en stralingsspecialisten gewerkt^[88-3]. Ter ondersteuning van medisch personeel is NIRS een 24-uurs telefonische adviesdienst gestart. Na 17 maart is deze advieslijn ook opengesteld voor burgers. Per augustus 2011 was meer dan 12.000 keer advies gevraagd^[88]. Vanaf 10 mei zond NIRS een team van zes mensen (arts, verpleegkundigen, radiologisch expert) om leiding te geven aan de besmettingscontroles van de evacués die voor een kort bezoek aan hun huis het verboden gebied in mochten.

Box 10: Inzet en motivatie van hulpverleners.

On March 11, a young police officer was on a train that had stopped at a station near the coast, when he was caught in the massive earthquake. He heard from a passenger that a tsunami warning had been issued, and immediately understood the need to provide evacuation guidance to the passengers. He selected an appropriate point for evacuation, and with the tsunami approaching behind them, the young officer guided his fellow passengers to safety, leaving no one behind.

After the evacuation orders were issued, numerous firefighters, despite sensing the danger from the diffusion of radioactive substances, put their utmost effort into providing evacuation guidance, and remained in the affected areas until all residents were evacuated.

Bron: Diet^[87,3,74].

Met het oog op de evacuatie zijn vanaf 26 maart 107 geneeskundige eenheden uit 10 prefecturen ingezet, waaronder ambulances en een Disaster Relief Team van Tokyo Fire Department¹⁸. De vraag naar extra ambulances voor de evacuatie bleek echter kleiner dan verwacht. De ambulances stonden stand-by, de tijd werd benut voor scholing betreffende besmetting door straling en bescherming van de ambulances daartegen (zie ook hieronder). Vervolgens zijn de ambulances ingezet daar waar de plaatselijke ambulances door de tsunami waren vernietigd en bij de hulp aan mensen in de opvangcentra^[138].



Figuur 16: Politie-eenheid in besmet gebied op zoek naar slachtoffers van de tsunami.

Een Amerikaans team, dat door een van de grote Japanse ziekenhuisorganisaties om bijstand was gevraagd, heeft grote groepen (para)medisch personeel bijgeschoold op de aanpak van mogelijke radioactieve besmetting. Daar was veel vraag naar omdat (para)medici normaliter weinig met straling te maken krijgen. Verplegend personeel in het dorp Miharu bijvoorbeeld kende het fenomeen jodiumprofylaxe niet, de werking niet, de achtergronden en neveneffecten niet^[94]. Ook tandartsen werden in de doelgroep meegenomen, vanwege hun rol bij de identificatie van mogelijk besmette stoffelijke overschotten^[7].

¹⁸ In Japan is de ambulancedienst onderdeel van het Fire Department.

Politiemensen hebben de ontruimde gebieden bewaakt. Bovendien was politiepersoneel belast met het zoeken naar slachtoffers van de tsunami die bedolven waren door modder en puin. Deze zoekacties waren er ook in de besmette gebieden, zoals te zien in figuur 16.

2.11. MATERIEEL EN VOORZIENINGEN

TEPCO had een bedrijfsbrandweer op de site met drie blusvoertuigen. Een daarvan was beschadigd door de tsunami, de tweede is direct ingezet bij de koeling. De derde stond in eerste instantie klem in het puin en kon vanaf 13 maart gebruikt worden^[133, 175 en 287]. Een derde voertuig werd verkregen vanuit Fukushima II (Daini) en op 14 maart arriveerden nog eens 4 blusvoertuigen van andere TEPCO-bedrijven^[133,257]. Daarnaast werden van overheidsbrandweren in de regio 12 blusvoertuigen geleend. Totaal zijn door de bedrijfsbrandweer 24 blusvoertuigen ingezet^[133,324].

Bij de inzet van de civiele brandweer werden tankautospuiten, hoogwerkers en betonpompen gebruikt. Ook werd een waterkanon van de politie uitgetoerd, dat de reactor echter niet bereikte, en werden helikopters van de Japanse Zelfverdedigingsmacht ingezet.

Dit materieel werd rond 1 april 2011 aangevuld met en vervolgens vervangen door betonpompen uit de bouw met zeer hoge slurven, aangevoerd uit Japan, China, Duitsland en de Verenigde Staten, zoals opgenomen in figuur 17.

Om in personeel voor de bediening van deze speciale voertuigen te voorzien werden spoedopleidingen verzorgd door Japanse bedrijven.

Voor verkenning en metingen werden robots ingezet.



Figuur 17: Sany 62 m betonpomp voor de koeling.

De brandweer beschikte over afhankelijke adembescherming¹⁹. Voor ander personeel waren ter plaatse in onvoldoende mate beschermende middelen aanwezig. Deze zijn door de Zelfverdedigingsmacht ingevlogen^{20 [66]}.

Het Emergency Preparedness and Response Center, het off-site gebouw op ca. 10 km afstand van de kerncentrale met commandocentrum, voorraden en meetwagens, kon slechts zeer beperkt functioneren. Het gebouw lag binnen de evacuatiezone en er was geen elektra. Zoals aangegeven in paragraaf 2.6 functioneerde de ICT niet, er was geen computercapaciteit, geen e-mail, geen GSM.

¹⁹ Bij afhankelijke adembescherming wordt gefilterde omgevingslucht gebruikt. Bij onafhankelijke adembescherming wordt ademlucht uit drukflessen gebruikt.

²⁰ Op foto's uit het rampgebied zijn vele Japanners met mondkapjes zichtbaar. Het dragen hiervan is niet per definitie gerelateerd aan de ramp, veel Japanners dragen deze i.v.m. allergieën.

Voor de communicatie was er slechts een satelliettelefoon, die alleen werkte bij een open raam in besmet gebied^[66].

Voor de behandeling van stralingsslachtoffers waren onvoldoende voorzieningen. Naar aanleiding van het nucleaire incident bij JCO in 1999 waren enkele verbeteringen aangebracht in de mogelijkheden voor behandeling van stralingsslachtoffers. Die waren echter niet geënt op een dergelijk groot besmet gebied als in Fukushima. De faciliteiten hadden te weinig capaciteit, er was te weinig getraind medisch personeel en ze lagen te dicht bij de nucleaire installaties, dus in de evacuatiezone^[87,39]. De 6 acute stralingsslachtoffers zoals genoemd in paragraaf 2.9 zijn dan ook verder vervoerd. Inmiddels is een systeem ontwikkeld waarbij het National Institute of Radiological Sciences samenwerkt met 66 universiteitshospitalen, zodat indien nodig in passende behandeling kan worden voorzien voor 450 ernstige stralingsslachtoffers^[88].

3. Consequenties van de ramp in tijd en op afstand

3.1. DOORWERKING IN DE TIJD

De ramp met de kerncentrales werkt op verschillende manieren door in de tijd.

De site

Een belangrijk vraagstuk is op welke wijze de site blijvend kan worden beveiligd – een soortgelijk probleem als er was in Tsjernobyl. Er is geen zicht op herstel. Er is nucleair materiaal aangetroffen buiten het afgeschermd gebied. Dit moet worden opgeruimd of afgeschermd (beton). Er is circa 1000 kg plutonium²¹ in de installaties aanwezig^[40]. Tot circa 2050 blijft de site een punt van zorg voor het bedrijf, de overheid en de brandweer.

Het bedrijf TEPCO *strongly wishes to be a nuclear power plant operator which has the world's highest level of safety awareness, engineering capabilities and risk communication ability with society*, meldde TEPCO in 2012^[136]. Het is de vraag of en hoe het bedrijf de ramp en haar gevolgen financieel overleeft. In juni 2011 was de waarde van het aandeel TEPCO dramatisch gedaald, TEPCO heeft de afgelopen tijd overleefd dankzij overheidssteun^[96], maar het aandeel is weer sterk is gestegen sinds het aantreden van de nieuwe regering. Fukushima zal in elk geval niet meer starten en dat is een klap voor TEPCO en voor de plaatselijke werkgelegenheid: velen in de omgeving waren direct of indirect afhankelijk van TEPCO als werkgever.

Milieu, wonen en werken

Grote delen van de directe omgeving zijn besmet en verlaten. De bevolking heeft nog geen perspectief op terugkeer. Een gebied ter grootte van 1.800 km² is gecontamineerd. De stralingsniveaus in dit gebied variëren sterk door zogenaamde 'hot spots', concentraties van radiologische besmetting veroorzaakt door lokaal sterke neerslag en uitwassen van de uitstoot uit de kerncentrales^{[87,38][118]}. Er zijn opruimacties van besmet puin, maar er is nog geen oplossing voor de opslag en verwerking. Het realiseren van tijdelijke opslag hangt samen met de (risico)communicatie tussen bewoners, gemeenten en landelijke overheid^[87,41]. De mensen in de getroffen gebieden maken bezwaar omdat ze dan ook nog met de resten worden opgescheept en mensen elders willen geen stortplaats van besmet puin in hun gemeente. Bovendien groeit de afvalberg, want behalve besmet puin wordt op steeds meer plaatsen de bovenlaag van de bodem afgegraven^{[128][7]}.

De besmette grond heeft gevolgen voor het dagelijkse leven. Op en om schoolterreinen wordt regelmatig gemeten en hot spots van bijvoorbeeld 179 µSv/h worden met lint afgezet alvorens ze worden verwijderd. De hot spots zijn echter dynamisch door wind en regen^[35]. Voor de Japanse overheid en de bevolking komt de bodemsanering rond Fukushima Daiichi bovenop de sanering van vele honderden plekken waar chemische bedrijven en opslagplaatsen zijn verwoest door de aardbeving en de tsunami, zonder dat bekend is waar gevaar dreigt en waar niet^[11]. Het besmette puin staat ook de herbouwwerkzaamheden voor de voedingsindustrie in de weg^[128].

In november 2011 heeft de overheid de verkoop van rijst van vooralsnog 157 boerderijen in de regio verboden, omdat 630 Becquerel per kilo werd gemeten terwijl het door Japan toegelaten maximum

²¹ Plutoniumverbindingen zijn giftig. Het gevaar van plutonium schuilt vooral in de straling. Ingeademd plutoniumstof zou zelfs in zeer kleine hoeveelheden in de longen jarenlang schade kunnen aanrichten en uiteindelijk na jaren tot tientallen jaren longkanker veroorzaken. Bij grotere doses kan directe stralingsziekte een rol spelen.

500 Bq is^[42]. Nabij de kerncentrales is een verbod op visvangst, de vissen ter plaatse waren sterk radioactief besmet, waarbij 258 maal de toegestane hoeveelheid cesium²² is gemeten (25.800 Bq)^[99]. De visvangst is na de ramp met een factor 10 geslonken. De overheid heeft de norm voor vis aangescherpt van 500 naar 100 Bq per kilo om het vertrouwen te versterken. In juli 2012 is de vangst van inktvis op ca. 50 km van Fukushima Daiichi weer hervat, waarbij geen verhoogd stralingsniveau werd aangetroffen. Naar verwachting zal het enige tijd duren alvorens de klanten daarvan ook overtuigd zijn. In Fukushima wordt de inktvis met forse kortingen succesvol verkocht en inmiddels is ook de markt in Tokyo weer betreden^[128]. Amerikaanse onderzoekers melden dat de vis nabij de kerncentrales nog net zo besmet is als een jaar geleden. Zij concluderen daaruit dat de centrales nog steeds lekken. TEPCO heeft daarop verklaard dat het niet kan bevestigen dat de centrales niet meer in de zee lekken^[102].

Lichamelijke en psychische schade

De risico's verschuiven van uitwendige besmetting naar inwendige besmetting, doordat radioactieve deeltjes via het spijsverteringskanaal en de luchtwegen binnenkomen^[41]. Er gaat veel zorg uit naar de lichamelijke schade die door straling wordt opgelopen. Van langdurige blootstelling aan lagere doses zijn echter niet of nauwelijks effecten aantoonbaar, met uitzondering van schildklierziekten bij kinderen. De negatieve effecten zijn meer van psychische aard. Na "Tsjernobyl" overleden 28 medewerkers van de centrale en van de brandweer binnen enkele maanden na het reddingswerk door acute stralingsziekte en er was een toename van schildklierkanker. Daarenboven werden vele werkers en omwonenden gemeden als melaatsen. Geen van de werkers in Tsjernobyl die was genezen van acute stralingsziekte vond ooit nog werk. Depressies, angstsyndromen, abortus provocatus, echtscheiding, lichamelijke verwaarlozing, alcoholisme en levercirrose, rookverslaving en sterfte aan hart- en vaatziekten kwamen verhoogd voor. En dat alles zonder directe samenhang met de hoogte van de blootstelling aan straling²³ ^[125]. Bij de ramp in Fukushima waren de opgelopen stralingsdoses veel kleiner en heeft zich geen acute stralingsziekte voorgedaan, omdat de uitstoot beperkt was en de Japanse regering veel meer voorzorgsmaatregelen heeft genomen^[15]. Het probleem van stigmatisering van mensen die zich in besmet gebied bevonden is in Fukushima echter ook gesignaleerd. Ondanks de verzekering van de rijksoverheid dat zij zouden worden geholpen, werd bij opvangcentra en medische hulp in veel gevallen een schriftelijk bewijs van screening geëist^[7].

Met het oog op schildklierkanker is een controleprogramma opgezet voor 360.000 inwoners die op 11 maart 2011 jonger waren dan 18 jaar^[110]. In november 2011 waren 80.000 mensen gecontroleerd, waarbij één geval van schildklierkanker werd ontdekt. Hoogstwaarschijnlijk is hier geen verband met de kernramp, omdat schildklierkanker als gevolg van straling pas na 5 of 6 jaar meetbaar wordt^[129]. Medisch-inhoudelijk wordt van deze onderzoeken overigens niet veel verwacht, omdat het verband tussen kanker en lage stralingsdoses zoals gezegd moeilijk is aan te tonen. De waarde van de onderzoeken zit vooral in de geruststelling van de deelnemers^{[15][162]}.

Dit neemt niet weg dat er allerlei verhalen opduiken, zoals dat bij 'straling' veelal het geval is. Bij genoemde onderzoeken zou gebleken zijn dat 40% van de onderzochte kinderen afwijkingen van de schildklier toont^[34]. In de Verenigde Staten werd in juni 2011 gemeld dat er een verhoogde babysterfte was vastgesteld aan de Noordwestkust van de VS, veroorzaakt door de kernramp te Fukushima^[84]. Ook al is dit onzin gebleken, het onderstreept de communicatieve problemen die een kernramp met zich meebrengt.

²² Na een kernongeval zijn, in de tijd gezien, verschillende isotopen actief. Op termijn van jaren domineren de cesiumisotopen 134 Cs en 137 Cs/ 137m Ba. Dat laatste geldt niet alleen voor ingestie maar ook voor externe bestraling vanuit de omgeving^[116].

²³ Stalpers 2012. Deze opvatting is niet zonder reactie gebleven, zie Nederlands Tijdschrift voor de Geneeskunde 2012.

Beleid

De kernramp heeft diverse beleidsconsequenties.

De Japanse energievoorziening werd tot 2011 voor 30% gedekt door kernenergie uit 50 kerncentrales. De kernramp heeft in Japan geleid tot de discussie om te evolueren naar een energievoorziening zonder kernenergie. De in december 2012 gekozen regering kiest echter onverkort voor kernenergie^[150]. De kernramp heeft effect op het energiebeleid van vele andere landen, ook in Europa, vooral in Duitsland^[132].

Een effect van organisatorische aard is de wijziging van de Japanse organisatie van het toezicht op kernenergie. Dit toezicht was ondergebracht bij het Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), dat ook was belast met de promotie van kernenergie. Per 19 september 2012 is het toezicht opgedragen aan de Nuclear Regulation Authority (NRA), onderdeel van het Ministerie van Milieu. Deze NRA heeft drie buitenlandse experts aangetrokken om haar bij te staan. Daarnaast is een Nuclear Safety Investigation Committee in het leven geroepen, die toezicht houdt op de NRA en die belast is met het onderzoeken van incidenten bij kerncentrales^{[164][130]}. Onder invloed van deze nieuwe organen wordt nieuw beleid geformuleerd, bijvoorbeeld een 30 km-zone voor bijzondere maatregelen bij kernongevallen. Een plan voor jodiumprofylaxe in een straal van 50 km is ingetrokken, men beraad zich nog op de toekomstige werkwijze^[26].

3.2. ACTUELE STATUS

Eind 2012 was de situatie grotendeels onder controle, maar fragiel. Er zijn de volgende problemen^[40]:

- De forse hoeveelheid nucleair materiaal vergt afdoende koeling. Het opslagbassin van reactor 4 vraagt de meeste aandacht, met ca. 100 ton nucleair materiaal. De bassins bevinden zich hoog in de beschadigde gebouwen en buiten de beschermde omgeving van de kern, zoals is te zien in figuur 2 op pag. 9. Er komen zware aardbevingen voor – op 7 december 2012 was er in het gebied een aardbeving van 7,3 op de schaal van Richter^[97] – en er blijft een risico dat de al aangetaste structuren van de centrales het bij dergelijke krachten alsnog begeven.
- Bij eenheid 2 is nucleair materiaal gevonden buiten het omhulsel. Dit moet worden veiliggesteld.
- Alle reactoren samen bevatten ca. 1.000 kg plutonium.
- De reactoren stoten dampen en gassen uit, er is daardoor voortdurend uitstoot van radioactief materiaal.

In technische zin is de bronbestrijding dus nog niet achter de rug. De stralingsbronnen zijn nog actief, koeling blijft nodig. Wat nu exact de toestand en de schade zijn zal lang onduidelijk blijven, omdat de reactorvaten ontoegankelijk zijn.

3.3. DOORWERKING IN NEDERLAND

De landen op afstand van Japan, zoals Nederland, hebben op meerdere manieren te maken gehad met de kernramp:

- via de lucht instromende radioactieve deeltjes;
- binnenkomende vliegtuigen en schepen uit besmet gebied;
- Japanse geïmporteerde producten;
- Japanse bezoekers of expats;
- Nederlandse toeristen in of op weg naar Japan;
- Nederlanders die zich zorgen gingen maken over nucleaire toepassingen in Nederland.

Vele bedrijven en instellingen hebben op deze manieren met de kernramp te maken gehad en hebben hun eigen respons georganiseerd. Zo opende Nucleair Nederland²⁴ kort na de ramp een crisiscentrum in Hilversum om alle media te woord te staan^[20]. Ook voor transporteurs en dergelijke waren er bijzondere effecten. Hieronder gaan wij alleen in op de zaken waarmee de hulpdiensten te maken kregen.

Informatie en afstemming

Het Rijk schaalde op naar een Eenheid Planning en Advies nucleair (EPA-n)²⁵, die tot eind juni 2011 actief is gebleven. De beantwoording van de vele vragen van burgers, bedrijven en instellingen werd voorbereid door het Back Office Radiologische Informatie (BORI). De Kernfysische Dienst (KFD) hield de ontwikkeling in de reactoren in de gaten, het RIVM berekende waar een wolk met radioactief materiaal naartoe zou waaien. De eerste gegevens uit Japan bereikten het BORI op 14 maart. Veelal moesten de minder officiële kanalen worden benut om informatie te verzamelen. Het aantal vragen bleek overweldigend, vooral over wat de kernramp betekende voor reizigers in- en naar Japan, voor burgers in Nederland en voor blootstelling van Nederlandse werknemers. In totaal zijn circa 50 BORI-rapportages naar het EPA-n gezonden. Ondanks dat het een ramp op afstand was, bleek de druk op de operationele organisatie groot^[4].

In de kringen van veiligheidsregio's, GGD-en, huisartsen e.d. is weinig tot geen coördinatie geweest. De betrokken medewerkers in de veiligheidsregio's met een (lucht)haven van betekenis hebben op volle toeren gedraaid, met overuren en in ploegdiensten.

Vanuit Veiligheidsregio Zeeland is verzocht om een universele aanpak en er is aan het Rijk verzocht om relevante informatie voor hulpverleners met de betreffende regio's te delen. In overleg met de afdeling Crisismanagement van het verantwoordelijke van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, de Port of Antwerp en Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond is een standaardaanpak opgesteld. Het delen van informatie is binnen de Nederlandse verhoudingen echter niet altijd vanzelfsprekend. Voor informatie werden de veiligheidsregio's door de verantwoordelijke rijksinstanties verwezen naar de publiekswaarschuwing met veelgestelde vragen.

Lucht

Bij het kernongeval in Fukushima zijn grote hoeveelheden vluchtige radioactieve deeltjes (radionucliden) in de lucht geloosd. Deze hebben zich in de weken daarna verspreid over de atmosfeer op het noordelijk halfrond. Het KNMI gaf aan dat een deel van de uitstoot zich over de Noordpool en een deel zich over de Atlantische oceaan naar Europa heeft verplaatst. Het RIVM is direct na de ramp begonnen met metingen in Nederland. De in Nederland gemeten radioactiviteit uit Japan lag duizenden keren lager dan tijdens de ramp te Tsjernobyl in 1986 en vormde geen risico voor de Nederlandse bevolking. De stralingsdosis die inwoners van Nederland gemiddeld per jaar oplopen is normaal 2,5 mSv. De berekende stralingsdosis van het voornaamste nuclide uit Japan (I-131) bedraagt minder dan 0,00001 mSv. In de landen om ons heen zijn vergelijkbare waarden gevonden. Op dit moment worden nog steeds dergelijke sporen van radioactiviteit aangetroffen^[106].

²⁴ Nucleair Nederland is een samenwerking van de vijf belangrijkste bedrijven in Nederland die te maken hebben met kernenergie en straling en de toepassingen daarvan: URENCO, EPZ, NRG, Reactor Instituut Delft en COVRA

²⁵ De Eenheid Planning en Advies nucleair (EPA-n) heeft tot taak om bij een ongeval of bij dreiging van een ongeval bestuursorganen op verzoek of uit eigen beweging te adviseren over: haalbare maatregelen die moeten worden getroffen ter bescherming van mensen, milieu en economie; en de actuele en de te verwachten situatie ten aanzien van het verloop van het ongeval; het vergaren van extra informatie of het uitvoeren van aanvullende metingen; adequate voorlichting aan andere bestuursorganen of bevolking; al hetgeen overigens wenselijk is met het oog op de bescherming van mensen, milieu en economie. [zie Instellingbesluit EPA-n, 14 mrt 2005]

Zeehavens

De Nederlandse veiligheidsregio's hebben vooral te maken gehad met vraagstukken in de havens binnen hun verzorgingsgebied. Bij de aankondiging van het binnenlopen van schepen uit Japan ontstond de vraag in hoeverre van besmetting sprake was of kon zijn. De eventuele problemen zijn op voorhand beperkt doordat het Ministerie van Economische Zaken al kort na de ramp aan Japan heeft aangegeven dat goederen uit Fukushima niet meer welkom waren^[121].

In de havens is geanticipeerd op een mogelijk ARBO-probleem, dat havenwerkers en Douane geen Japanse schepen zouden behandelen, tenzij was vastgesteld dat er geen gevaar voor besmetting was. Daarmee zou ook een economisch probleem zijn ontstaan, van Japanse schepen die niet werden gelost tot Japanse goederen die door de consument werden gewantrouwd. Hier wreekt zich zowel dat burgers, maar ook bestuurders en medici, nauwelijks bekend zijn met wat straling is en doet als het ontbreken van internationale normen voor besmetting van goederen en voeding^[72].

In de Vlaamse zeehavens Antwerpen en Zeebrugge is tot half augustus 2011 een 15-tal containers uit Japan met een besmetting net boven de norm aangetroffen. De inhoud van deze containers was niet besmet. De brandweer is hierbij niet in actie gekomen voor ontsmetting^[124].

Luchthaven Schiphol

In de landen om ons heen werd besloten tot het controleren van alle vluchten uit Japan op straling. Voor Schiphol bepaalde het Ministerie van Veiligheid en Justitie dat passagiers, bagage en goederen gecontroleerd moesten worden, te regelen door het Landelijk Operationeel Coördinatiecentrum (LOCC) en uit te voeren door de brandweer. Tijdens het eerste Commando Plaats Incident (CoPI) dat hiertoe was samengeroepen, waarbij circa 50 deelnemers aanwezig waren, bleek dat de partijen op Schiphol hier niets voor voelden vanwege de storingen die dat zou geven in de bedrijfsvoering. Schiphol heeft contact opgenomen met het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, dat zowel gaat over de luchthaven als over nucleaire crisisbeheersing. Overleg leidde ertoe dat de controles beperkt bleven tot de buitenkant van de vliegtuigen en de goederen. De controles werden uitgevoerd door de Douane, de Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA) en RIKILT Instituut voor Voedselveiligheid^{26 [4]}. Er zijn verder geen problemen geweest, mede omdat Schiphol een hele goede interne voorlichtingscampagne heeft uitgevoerd^[121].

Hulpverleners

Binnen regio's met een kerncentrale in het verzorgingsgebied of omgeving ontstond onrust onder hulpverleners, vanuit de vraag "is onze centrale wel veilig". Voorts kwam de vraag op of Nederlandse hulpverleners ook kunnen worden ingezet bij de bestrijding in en om een kerncentrale en of deze inzet vrijwillig is dan wel verplicht. Hoewel vrijwilligheid voor de hand ligt waren er ook (niet geautoriseerde) geluiden vanuit landelijk niveau die wezen op mogelijke verplichting. Dit soort vraagstelling is in meer landen bij hulpverleners opgekomen^[71].

Burgers

Ten behoeve van burgers is de website crisis.nl geactiveerd. Hiervoor heeft het LOCC met medewerking van onder meer Veiligheidsregio Zeeland een lijst van vragen en antwoorden ontwikkeld, die ook ter beschikking stond aan gemeenten, huisartsen etc. Het heeft circa een week geduurd voordat deze lijst was uitgekristalliseerd, het was niet voorbereid. Mensen die uit Japan kwamen kregen allen een flyer ter informatie mee. Indien zij ongerust waren konden zij zich ter geruststelling laten doormeten in het calamiteitenhospitaal te Utrecht. Voor zover bekend hebben hiervan twee à drie mensen gebruik gemaakt^[121].

²⁶ Rijks Kwaliteitsinstituut voor Land- en Tuinbouwproducten, gericht op voedselveiligheid.

Europese afstemming

Nederland werd bij deze activiteiten ondersteund door het Europees Mechanism for Humanitarian and Civil Protection. Het Monitoring and Information Centre (MIC) van dit Mechanism hield de klok rond zicht op de gebeurtenissen in Japan, om het verlenen van bijstand aan Japan te coördineren en om de mogelijke effecten van de kernramp op Europa te voorzien.

Er zijn in Nederland en elders veel vragen geweest over de betrouwbaarheid van metingen en over de te hanteren normen. Daarover is door Euratom een internationale teleconferentie georganiseerd. Het lukte niet om tot één beeld te komen, het bleek dat er nog veel huiswerk te doen is ^{[120][121]}.

4. Van Japan naar Nederland

4.1. INLEIDING

“Leren van de kernramp te Fukushima” roept de vraag op: kan dit bij ons ook gebeuren? Hierover bestaan verschillende meningen, zoals:

- Nee, want de kerncentrales in onze omgeving voldoen aan alle eisen.
- Nee, want onze Europese kerncentrales staan onder streng internationaal toezicht.
- Nee, want wij kennen geen aardbevingen en geen tsunami's.
- Nee, want de Nederlandse cultuur is heel anders dan de Japanse.
- Nee, want een dergelijke gigantische ramp komt toch nooit voor.
- Ja, want ook bij ons kan het onvoorziene gebeuren.
- Ja, want de nucleaire industrie is ook gewoon een industrie.
- Ja, want de voorbereiding op kernongevallen in Nederland kan ook beter.
- Ja, want de bestrijdingsorganisatie is bij ons ook erg complex.
- Ja, want wij hebben ook geen onafhankelijke toezichhoudende instantie.

Meer genuanceerd gaat het erom, te analyseren welke aspecten van de ramp binnen de Nederlandse situatie van betekenis zijn en welke niet. Hieronder worden de belangrijkste punten behandeld, waarbij wordt uitgegaan van “nucleaire risico's” en dus niet alleen van kerncentrales²⁷.

4.2. AANWEGIGHEID VAN RISICO'S EN DE FYSIEKE OMGEVING

Een belangrijke voorwaarde voor een kernongeval is de aanwezigheid van nucleaire risico's. Er zijn veel nucleaire toepassingen, bijvoorbeeld in ziekenhuizen, die een klein risico vormen in de ruimten waar ze worden gebruikt. De zwaardere nucleaire risico's zijn in de Kernenergiewet aangeduid als “categorie A”. Er zijn in Nederland 7 regio's met een A-object, de zogenaamde A-regio's²⁸. Bij deze 7 zijn de kerncentrales in Doel (boven Antwerpen) en Emsland bij Twente meegenomen. Daarnaast is er in de naaste omgeving van Nederland een aantal kerncentrales, zoals aangegeven in figuur 18. Deze installaties liggen niet in een gebied waar zware aardbevingen of tsunami's vaak



Figuur 18: Kerncentrales en enkele kernreactoren in noordwest Europa (waaronder afgeschakelde centrales).

²⁷ Nucleaire risico's zijn er bijvoorbeeld ook bij nucleaire onderzoeksinstituten, defensietoepassingen, afvaltransport en – opslag.

²⁸ Nederland kent een zevental regio's dat te maken heeft met een categorie A-object zoals genoemd in artikel 38c Kernenergiewet, “A-regio's” genoemd: Noord-Holland-Noord, Haaglanden, Rotterdam-Rijnmond, Zeeland, Midden- en West Brabant, Brabant-Noord en Twente.

voorkomen²⁹. Dat neemt echter het risico niet weg. In de kustgebieden en langs rivieren, de voorkeursligging met het oog op de koeling, is er altijd de dreiging van het water. Er is de terroristische dreiging en er is de dreiging die we pas achteraf kunnen benoemen. De veiligheidscultuur binnen de nucleaire industrie is goed ontwikkeld, met oog voor de ontwerpveiligheid en voor gedrag, met internationale uitwisseling enzovoort. Maar het blijft mensenwerk en het blijft een industrie die staat voor de afweging van extra veiligheidsvoorzieningen tegen rendementen, zoals ook TEPCO dat stond. In Japan wordt een teveel aan zelfvertrouwen van de nucleaire industrie en toezichthouders genoemd als een van de oorzaken van de ramp^[95]. Hulpdiensten dienen ook rekening te houden met incidenten met een kleinere kans, zeker indien die incidenten grote gevolgen kunnen hebben. Zoals in Japan kent ook Nederland serieuze nucleaire risico's, die ertoe nopen dat in alle Nederlandse regio's de voorbereiding op orde moet zijn op onder meer de aspecten bewustwording, planvorming, opleiding en oefening, risico- en crisiscommunicatie³⁰, beschermende maatregelen en nazorg. Gezien het beeld van verantwoordelijkheid op Rijksniveau voor de voorbereiding en respons op kernongevallen, zijn het vooral de Rijksorganen die oefenen en blijven regio's, hulpdiensten en gemeenten achter, waardoor de responsketen niet gesloten is. Het ontbreken van elementen uit de keten maakt dat de nucleaire responsstructuur momenteel onvoldoende opgewassen is voor haar taken.

4.3. AFWIJKEND RAMPTYPE

Nucleaire incidenten wijken af van andere incidenten. Kernrampen kennen een hele lange periode, eerder maanden dan weken, waarin de situatie acuut is of snel weer acuut kan worden. Een kernongeval is, met het ramptype 'overstroming', één van de weinige ramptypen waarbij grootschalige evacuatie aan de orde kan zijn. En als wellicht belangrijkste punt: de straling die bij een kernongeval vrijkomt, is onzichtbaar en ongrijpbaar en mede daardoor onduidelijk en beangstigend, voor burgers, voor hulpverleners en voor bestuurders. Dit kan weer leiden tot minder verstandige keuzes. Nog veel sterker dan rampen met zichtbare uitstoot zoals rook, vergt een kernongeval een hele sterke en open communicatie. De communicatieramp is er eerder dan de fysieke ramp^[14]. Een bijzonder aspect van een kernongeval is verder dat de Nederlandse hulpdiensten momenteel over onvoldoende beschermingsmiddelen beschikken die noodzakelijk zijn om te kunnen verblijven of op te treden in radiologisch besmet gebied. Dit betekent feitelijk dat de hulpdiensten op dit moment slechts in zeer beperkte mate zullen kunnen optreden indien zich een kernongeval van betekenis voordoet.

Op het punt van de onzichtbaarheid, de gezondheidsrisico's en de beleving, is straling vergelijkbaar met asbest. Asbestbesmetting kan ook onzichtbaar worden opgelopen, de risico's worden "teruggerekend" vanuit ernstige gevallen en er wordt gewerkt met voor de burger onbegrijpelijke grenswaarden. De microSv/h van straling is de veq/m^3 van asbest. Het op zich bescheiden asbestincident in Utrecht, dat startte met gedwongen evacuatie op 22 juni 2012, geeft de werking van zulke rampen aan: ook zonder aanleiding van betekenis vermenigvuldigt de ramp zich vanzelf. Het incident beheerste weken de media en leidde weer tot een nachtelijke evacuatie van een flat in

²⁹ Aardbevingen en tsunami's zijn in N-W Europa niet onbekend: 1580 Nauw van Calais 5,3-6,9 op de schaal van Richter + tsunami; 1932 Uden, 5 s.v. Richter + naschokken; 1992 Roermond 5,8 s.v. Richter; 2011 Xanten, 4,5 s.v. Richter. Zie o.m. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_tsunamis_in_Europe.

³⁰ Risicocommunicatie is de communicatie over risico's en handelingsperspectieven, terwijl er geen sprake is van een incident. Crisiscommunicatie is de communicatie tijdens een incident.

Rotterdam, tot evacuatie van een tehuis in Emmeloord, een studentenhuus te Wageningen en woningen te Westerhaar^[14].

Zo een incident escaleert doordat:

- de verantwoordelijken “het zekere voor het onzekere” nemen, maar zich daarbij vergissen in het zekere. Dat is in deze gevallen de evacuatie, die al snel aanzienlijk meer schade toebrengt dan het oorspronkelijke risico;
- er dubbele boodschappen uitgaan, zoals de combinatie van evacuatie en de boodschap “geen gevaar voor de volksgezondheid”;
- informatie wordt achtergehouden, op grond van “goede redenen” (mensen begrijpen het niet, het zou de privacy schenden, etc.).

4.4. AFWIJKENDE WERKSTRUCTUUR

Naast deze inhoudelijke aspecten wijkt ook de werkstructuur bij kernongevallenbestrijding af van reguliere rampenbestrijding.

De (voorbereiding op de) bestrijding van kernongevallen is op grond van de Kernenergiewet en het Nationaal Plan Kernongevallen een rijksverantwoordelijkheid, complex georganiseerd, met vele actoren, lagen en adviesorganen³¹ en met afwijkende rollen en verantwoordelijkheden voor de veiligheidsregio's. Het gaat naar verwachting direct om meerdere regio's, gezien de uitstraling van een dergelijk ongeval. Omdat de Rijksorganisatie tijd nodig heeft om op te schalen ligt aanvankelijk het primaat bij de veiligheidsregio's en na circa een dagdeel gaan de verantwoordelijkheden over van het regionaal niveau naar het Rijk, terwijl de uitvoering bij regio's en gemeenten blijft liggen. De burgemeester blijft verantwoordelijk voor de gemeentelijke processen zoals onder meer voorlichting, opvang en verzorging, voorzien in primaire levensbehoeften, registratie van slachtoffers, uitvaartverzorging, registratie en afhandeling van schade en milieuzorg. Van bovenaf bezien is deze positionering Rijk-regio begrijpelijk, maar de werkelijke informatieposities en uitvoeringsmogelijkheden bevinden zich in wijken, buurten en dorpskernen. In Fukushima bleek zowel bij de evacuatie, als bij de jodiumdistributie als bij het opruimen van besmet gebied de positionering van de gemeente bijzonder belangrijk. De gemeenten in Nederland zijn, in de drang tot opschaling, een vaak vergeten partner geworden. Er is afstand gecreëerd, terwijl het “boven-over-verhaal” vaak haaks staat op wat er nodig is.

Anders dan anders hebben de hulpdiensten (gemeente, brandweer, politie en GHOR) bij een nucleair incident formeel geen rol in de bestrijding van het incident in het nucleair object zelf (bronbestrijding). Wel in de effectbestrijding: waarschuwing bevolking, meetplan, crisiscommunicatie, afstemming met de rijksdiensten, de tactische en operationele aspecten van een evacuatie, bewaking van ontruimd gebied, publieks- en mediavoortlichting, de uitvoering van de jodiumprofyaxe, medische en psychosociale opvang van slachtoffers et cetera^[77].

Een indruk van de problemen die ontstaan bij een bovenregionaal incident van betekenis geeft “Moerdijk”- de brand bij Chemie-Pack. Hier ontstond onduidelijkheid tussen de betrokken regio's en over de rol en aansturing van de landelijke adviesorganen. Deze zou moeten worden opgelost door de relatie met de betrokken Ministeries te verhelderen^[103,136]. Bij kernongevallen is die relatie, op papier, duidelijk. Uit de nationale stafoefening “nucleair” Indian Summer in 2011 bleek echter dat het systeem van crisisbeheersing niet was opgewassen tegen snelle veranderingen en hoge tijdsdruk,

³¹ Op grond van de ervaringen met de chemiebrand te Moerdijk wordt momenteel op initiatief van de Minister van Veiligheid en Justitie en van het Veiligheidsberaad een herstructurering van de adviesstructuur voorbereid.

onder meer omdat informatie en adviezen gaan over 6 à 7 schakels. Voorts dat de regie van de rijksoverheid in de praktijk van weinig betekenis was^[10,8].

Onduidelijkheid of vertraging door de beslisstructuur betekent in de praktijk dat burgers, hulpverleners en gemeenten op eigen besluitvorming zijn aangewezen. Bij het uitblijven van belangrijke informatie en daadwerkelijk handelen, zal de druk op de lagere overheden immers fors toenemen. Mede gezien haar taken en rollen bij conventionele incidenten, zal de regionale en lokale overheid moeten en ook gaan handelen – de burgers verwachten niet anders.

4.5. VOORBEREIDING

Het is de vraag of Nederland voldoende is voorbereid op een nucleair ongeval^[122]. Op Rijksniveau en binnen enkele A-regio's zijn plannen ontwikkeld hoe te handelen bij een kernongeval, zoals het Nationaal plan Kernongevallen^[77] en het rampbestrijdingsplan Nucleaire Installaties^[146]. Papier is echter geduldig en de praktijk weerbarstig. De voorbereiding wordt op landelijk niveau uitgevoerd en gaat in aanzienlijke mate aan de regio's voorbij. De voorbereiding in regio's en gemeenten is, enkele gevallen daargelaten, beperkt. In de afgelopen decennia was in Nederland de focus bij de rampenbestrijding in toenemende mate gericht op de verantwoordelijkheid en veel minder op de daadwerkelijke uitvoering. Zodoende is het beeld ontstaan: "het Rijk behartigt de aanpak van kernongevallen". Dit beeld wordt door het Rijk ook versterkt, bijvoorbeeld door in de beschrijving van de bestrijdingsorganisatie de rol van de Ministers, van het staforgaan Eenheid Planning en Advies-nucleair, van het Back-Office Radiologische Informatie van het RIVM, van de Kernfysische Dienst (KFD) en van defensie zwaar aan te zetten en in de marge de gemeenten en veiligheidsregio's dan wel "off-site centra" te noemen^{[77,29][22,79]}. Daarnaast klinkt het idee door "het overkomt ons niet".

Vanuit het beeld dat het Rijk het primaat heeft, is in de meeste A-regio's en gemeenten de preparatie op kernongevallen geen hoge prioriteit en dat geldt nog sterker voor de andere regio's. Hoewel er plaatselijk aan de grens goede contacten over en weer zijn, is de noodzakelijke samenwerking met de buurlanden operationeel slechts beperkt voorbereid. De gesprekken die moeten leiden tot harmonisering tussen de buurlanden worden op regeringsniveau gevoerd, waardoor de veiligheidsregio's niet in dit dossier zijn betrokken.

Al met al zijn vele spelers in het veld bij gemeenten, brandweer, politie, GHOR en ambulance niet goed bekend met de afspraken en de procedures, omdat de responsstructuur bij kernongevallen afwijkt van de reguliere rampbestrijding. De zwakke staat van de voorbereiding was voor het Ministerie van Veiligheid en Justitie ook de aanleiding om in juli 2010 het Project Verbetering Voorbereiding Kernongevallenbestrijding Veiligheidsregio's in te stellen en te bekostigen. Er is op dit terrein nu voorwerk gedaan, maar dat moet veelal nog worden vertaald in daadwerkelijke preparatie.

De medewerkers van de hulpdiensten zijn, net als in Japan, nauwelijks voorbereid op een eventueel optreden in de nucleaire installatie (bijvoorbeeld om de koeling te borgen), want dat is immers niet als mogelijke taak aangeduid. Het kennen van de mogelijkheden en onmogelijkheden van objecten en de risico's van straling en het beschikken over beschermende middelen zijn een voorwaarde om te kunnen handelen en improviseren. In haar evaluatie van "Moerdijk" wijst de Arbeidsinspectie op een kennistekort, een informatietekort en een handelingstekort bij hulpverleners^[78], terwijl hulpverleners veelal redelijk bekend zijn met het optreden bij chemische incidenten, vergeleken met nucleaire incidenten.

Ook de voorbereiding op het bestrijden van de effecten van kernongevallen is beperkt. Het is bij weinigen bekend hoe te opereren in grootschalig besmet gebied. Voorbereidingen voor evacuatie gaan in de meeste regio's momenteel niet veel verder dan (landelijke) planvorming. Opvang van ernstige stralingsslachtoffers beperkt zich tot enkele patiëntplaatsen. Voor grotere aantallen niet-gewonde besmette personen kan de brandweer ontsmettingsstraten inrichten, met een beperkte capaciteit van 90 personen per uur³². Radiologische besmetting veroorzaakt in de meeste gevallen, in tegenstelling tot de chemische besmetting, niet onmiddellijk effecten. Daardoor is zelfredzaamheid mogelijk en bij grootschalige besmetting ook noodzakelijk. Mensen zijn, met een korte instructie, in de meeste gevallen zeer goed in staat om zichzelf te ontsmetten door zich binnen niet al te lange tijd zelf te wassen. Het voorbereidingsniveau van de Nederlandse bevolking is echter, zoals in Fukushima, beperkt.

Op de verschillende aspecten komt de situatie in Nederland in aanzienlijke mate overeen met de situatie zoals deze was in Japan op 11 maart 2011. Smetsers (RIVM) heeft kort vóór de kernramp in Fukushima over de Nederlandse situatie geschreven: *“Vooral de noodzakelijke afstemming onder hoge tijdsdruk tussen het coördinerende rijksniveau en de decentrale overheden met hun operationele taken ligt ingewikkeld. Op de tweede plaats zijn dit soort rampen zo zeldzaam dat veel spelers in het veld weinig ervaren zijn. Dat geldt van hoog tot laag, van topambtenaren die relatief frequent van positie veranderen tot brandweerpersoneel dat op lokaal niveau de stralingskennis in moet brengen maar in de praktijk van alle dag niet of nauwelijks met straling van doen heeft en daardoor geen ervaring opbouwt. Ten derde is de potentiële impact van een kernramp groot en strekt het (potentieel) getroffen gebied zich al gauw uit tot buiten de landsgrenzen. [...] En op de vierde plaats, ten slotte, worden de risico's van straling door veel mensen zwaarder gepercipieerd dan ze in werkelijkheid zijn.”*^[122].

Een bijzonder aspect van de voorbereiding is inkomende (internationale) bijstand. Kijkend naar de vele duizenden medewerkers die in Fukushima de bronbestrijding hebben gedaan en het arsenaal aan manschappen en voertuigen waarover de Japanse brandweer kan beschikken, dan is duidelijk dat Nederland binnen een hele korte tijdspanne buitenlandse hulp nodig zal hebben. Voor een nucleair incident in het nabije buitenland geldt om diezelfde redenen, dat er voor bijstand een beroep op Nederland mag worden verwacht. Voor een aantal taken heeft de IAEA het internationale Response and Assistance Network (RANET) in het leven geroepen^{33 [51]}. In december 2012 hadden vier landen hun medewerking toegezegd (Finland, Mexico, Sri Lanka en de Verenigde Staten)^[55]. Er is dus slechts een begin van een internationale organisatie.

Het besef dat inkomende hulp nodig kan zijn ontbreekt als regel in Nederland en het ontbreekt binnen de regio's aan kennis en kunde op dit terrein, met uitzondering van collega's van USAR.NL³⁴ en enkelen die binnen het EU-Mechanism³⁵ opereren. Binnen het Landelijk Operationeel Coördinatie Centrum (LOCC) is aandacht voor dit onderwerp vanuit EU-perspectief, dat bij de oefening Floodex is

³² De bestaande eenheden hebben een capaciteit van 10 personen per uur. Veiligheidsregio Zeeland heeft 2 van dergelijke eenheden. De nieuwe CBRNe-units hebben een capaciteit van 90 personen per uur met een maximum van 250.

³³ Taken RANET: Het nemen van steekproeven, meten en analyseren. Waarnemen, lokaliseren en identificeren en karakteriseren van radioactief materiaal en van besmetting. Beoordelen van de radiologische consequenties van een incident en het voorspellen van de effecten. Stabilisatie en ontsmetting, medisch advies en -ondersteuning.

³⁴ De staf van USAR.NL is ertoe opgeleid om in buitenlandse landen het plaatselijk commandocentrum op te zetten conform de normen van de Verenigde Naties. Die rol kan de USAR-staf ook in Nederland vervullen.

³⁵ Het European Community Mechanism for Civil Protection bevordert samenwerking op het vlak van 'civil protection' en rampbestrijding. Door deze organisatie wordt o.m. het Monitoring and Information Centre MIC in stand gehouden.

beoefend. Knelpunten binnen het EU-Mechanisme zijn de beperkte inzetervaring en het ontbreken van aansluiting met de wereld van de Verenigde Naties, waar RANET toe behoort, en met de NAVO.

4.6. BESCHERMENDE MAATREGELEN EN OPVANG SLACHTOFFERS

In Fukushima is al spoedig bevel tot evacuatie gegeven. Evacuatie gaat vrijwel altijd gepaard met forse neveneffecten, met in dit geval een aantal sterfgevallen tot gevolg. Evacueren heeft grote invloed op burgers, landbouw en industrie, ziekenhuizen, het hele leven. Door de neveneffecten is het risico aanzienlijk dat de evacuatie een ramp op zichzelf wordt. De gezondheidswinst van evacuatie moet daarom goed worden afgewogen tegen de neveneffecten. Dat is een hele lastige afweging, zoals ook de International Commission on Radiological Protection onderstreept^[60]. “Het zekere voor het onzekere nemen” is daarbij geen goed richtsnoer, tegelijkertijd is er de kans op een spontane evacuatie of vlucht, die wel begeleiding vergt. Bij de besluitvorming is er voorts de ‘beslisparadox’ zoals die door het Rijk is aangeduid bij grootschalige evacuatie vanwege overstroming: om de evacuatie te kunnen uitvoeren moet tijdig worden begonnen, maar de informatie die nodig is om te beslissen komt pas laat beschikbaar^[111,28]. Ondertussen weten mensen niet goed wat ze in geval van een watersnoodramp en bijbehorende evacuatie moeten doen, zo liet minister Schultz van Infrastructuur en Milieu weten^[149]. Bij een nucleaire ramp is ook dat niet anders.

De maatregel jodiumprofylaxe is sterk tijd- en locatiegebonden, terwijl de bevolking er onmiddellijk om gaat vragen. De bevolking moet op het juiste moment in het juiste gebied over jodiumtabletten kunnen beschikken. Gezien het escalatietempo en de mogelijk chaotische logistieke situatie is het van belang dat de juiste zaken afdoende en in goed verband zijn voorbereid. Nederland kent nog geen uniform beleid voor jodiumprofylaxe. Het CKV stimuleert in nauwe samenwerking met GHORNL om tot uniformiteit tussen regio's te komen. Daarbij spelen de aard van het nucleair object, de afstand tot- en de harmonisatie met de buurlanden een belangrijke rol³⁶. Harmonisatie vergt uiteraard politieke wil en ruimte in alle drie de landen, met domino-effecten naar andere landsgrenzen.

In de aanpak van kernongevallen neemt voorkómen en behandelen van besmetting een belangrijke plaats in. In Fukushima was de besmetting van de bevolking op zichzelf een probleem van beperkte omvang, er is veel gemeten en gecheckt, maar er was geen aanleiding tot grootschalige ontsmetting. Bedreiging door acute stralingsziekte heeft zich in een enkel geval voorgedaan en langetermijneffecten, veroorzaakt door lage doses, zijn moeilijk vast te stellen. Een fors percentage van de bevolking sterft namelijk door verschillende oorzaken aan kanker, waardoor een beperkt aantal gevallen extra vanwege een kernongeval niet daartoe kunnen worden herleid. Het lijkt er voorts nog op dat de psychische en sociale effecten, met acuut levensbedreigend gedrag dan wel langdurige stoornissen tot gevolg, vele malen zwaarder wegen dan de fysiek-medische effecten^[162]^[125]. Ook dit pleit voor goede risico- en crisiscommunicatie.

Op medisch gebied leek Japan onvoldoende geprepareerd. Evenals in Japan zijn in Nederland de (para)medische hulpverleners als regel niet getraind om met radiologische besmetting om te gaan.

³⁶ Zeeland en Midden-en West Brabant hebben op grond van oefeningen en internationale ervaringen en in nauwe afstemming met het Ministerie van VWS gekozen voor predistributie op huisadresniveau in de planningszone voor jodiumprofylaxe.

Naast de opvang van mogelijke stralingslachtoffers is ook aandacht gevraagd voor tandartsen (identificatie) en pathologen-anatoom die met radiologisch besmette lichamen om kunnen gaan.

Tenslotte het vraagstuk van de ziektekostenverzekering. Verzekeringsmaatschappijen sluiten schade door atoomkernreacties (veelal) uit. Dit stelt bestuur, hulpdiensten en ziekenhuizen voor onverantwoorde dilemma's, terwijl het publiek hiervan niet is doordrongen. De "kleine lettertjes" worden immers zelden gelezen. Ook de Organisation for Economic Co-operation and Development vraagt op dit punt om oplossingen^[104,21].

4.7. AFHANKELIJKHEID VAN INFRASTRUCTUUR

Goede voorbereiding van hulpverleners en burgers is temeer van belang omdat de gehele bestrijdingsorganisatie drijft op zeer kwetsbare infrastructuur. Zowel vele installaties, als meetsystemen als de organisatie van de rampbestrijding zijn sterk afhankelijk van informatie- en communicatietechnologie: telefoon, computers, internet. De logistiek is afhankelijk van weg, water, spoor en van luchthavens, waar een kleine verstoring al grote effecten kan hebben.

De openbare telecommunicatie is kwetsbaar en dat geldt ook voor de eigen systemen van de hulpdiensten (C-2000), die erop gebaseerd zijn dat de hulpverlener bij uitval onder normale omstandigheden terug kan vallen op mobiele telefonie. De kans dat bij een kernramp beide systemen uitvallen is echter zeker niet ondenkbaar.

Voor handboeken, plannen, checklists en rekenmodellen zijn de hulpdiensten in Nederland, net als in Japan, sterk afhankelijk van computers, dus van elektriciteit en internet. Voor kernongevallen gaat daarenboven specifieke aandacht uit naar het functioneren van het meetnet. Het scenario dat de beleidsteams het moeten doen zonder belangrijke informatie zoals meetgegevens is daarmee realistisch. Bovendien kunnen ook de betrokken commandocentra in bedreigd gebied komen te liggen. Daarom wordt gepleit voor back-upcentra waarheen kan worden uitgeweken.

Fukushima was weliswaar een extreme situatie, maar infrastructuur kan ook bij meer beperkte incidenten uitvallen. Ondanks dat gaat de voorbereiding op kernongevallenbestrijding er vanuit dat bij een kernramp de infrastructuur (ICT, transport) intact blijft en de aanpak van de ramp landelijk kan worden geleid. Voor Zeeland spelen daarbij als extra de perifere ligging en het feit dat wegenstructuur een zeer beperkte capaciteit heeft. De provincie is slechts via enkele wegen te bereiken en te verlaten.

Bij uitval van infrastructuur fragmenteert het werkgebied in kleine eenheden van burgers (en hopelijk hulpverleners), die in aanzienlijke mate op zichzelf aangewezen zijn. Dan gelden improvisatievermogen en zelfredzaamheid als centrale waarden boven coördinatie en aansturing. Uiteraard geldt dit ook bij andere rampen, zoals overstroming. Aandacht voor de veerkracht van de bevolking is daarom van essentieel belang. Het is dan de burger die de ramp samen met de overheid aanpakt.

4.8. COMMUNICATIE

Bij elke ramp is communicatie een centraal vraagstuk geworden, maar zeker bij een ramp met een onzichtbare dreiging. Risico- en crisiscommunicatie zijn essentieel voor het vertrouwen in de overheid en voor het versterken van de noodzakelijke zelfredzaamheid van burgers, hulpverleners en lagere overheden.

“Fukushima” laat zien hoe moeilijk het is om de burgers te bereiken en om het vertrouwen niet te verspelen. Het – in de ogen van burgers – “gegoochel” met getallen en normen is hierbij een specifiek probleem dat ook door de International Commission on Radiological Protection (ICRP) wordt gesignaleerd: het ontbreken van- of onvoldoende duidelijk zijn van internationale richtlijnen van hoe te handelen bij serieuze uitstoot van radioactief materiaal: in hoeverre kunnen zones worden opgerekt of gewijzigd gezien gewijzigde omstandigheden, de prioritering van maatregelen, wanneer kunnen maatregelen worden beëindigd en hoe om te schakelen van een noodsituatie naar een gewone situatie. Normen voor buitengewone omstandigheden kunnen fors afwijken van normen onder gewone omstandigheden, maar dit is niet makkelijk uit te leggen, zeker niet onder druk van omstandigheden^[60].

Ook aangaande evacuatie en jodiumprofylaxe onderstreept “Fukushima” nog eens het belang van goede risico- en crisiscommunicatie.

Een les uit “Moerdijk” was de zeer snelle ontwikkeling van communicatie via de sociale en de andere media, waarbij de overheid achterbleef. Communicatie gebeurde op grond van wat men feitelijk wist, niet over wat men niet wist of over het proces. Daardoor hoort de burger te laat van de overheid^[10,9]. De organisatie van het proces crisiscommunicatie is in onvoldoende mate geschikt voor de eisen van deze tijd^[145]. Nieuwe media vergen een andere benadering en een snellere reactie van autoriteiten. De behoefte aan informatie in de buitenwereld verhoudt zich niet tot de traagheid en krampachtigheid van het informatieproces vanuit de crisisbeheersingsorganisatie^[23]. Omdat een nucleaire ramp zich over het algemeen traag ontwikkelt is een uitgangspunt van de kernongevallenbestrijding dat er tijd is om de over de respons na te denken. “Fukushima” geeft aan dat die tijd kort kan zijn, “Moerdijk” geeft aan dat die tijd er wat de communicatie betreft helemaal niet is. Stelregel moet zijn dat de een kernramp begint op het moment van melding. Het verloop van de gebeurtenissen wordt met name beïnvloed door de beleving van de bevolking en de hulpverleners.

Hoewel “openheid en transparantie” een mantra is die ook in het nucleaire domein wordt gebruikt, hebben de autoriteiten in Japan, zowel van TEPCO als van de overheid, de situatie communicatief klein willen houden. De nucleaire sector heeft de reputatie dat zij zeer terughoudend is met het naar buiten brengen van (negatieve) informatie en deze reputatie is in Fukushima opnieuw bevestigd^[31,34]. Specifiek over een evaluatie van “Fukushima” schrijft Van Vollenhoven: *Men kan zich voorstellen dat hierbij zeer veel tegenstrijdige belangen een rol kunnen gaan spelen, waarbij de betrokkenen niet noodzakelijkerwijs baat hebben bij het aan het licht komen van de waarheid*^[151,2].

4.9. CONCLUSIES VAN DE NEDERLANDSE REGERING

De Nederlandse regering heeft haar respons op “Fukushima” verwoord in een rapport aan de Convention on Nuclear Safety, ter bespreking in augustus 2012^[74]. Minister Verhagen (Economische Zaken) schrijft hierover aan de Tweede Kamer^[76]:

Aan de hand van de 61 ingediende nationaal rapporten is per thema door het International Atomic Energy Agency een samenvatting opgesteld van alle getroffen en voorgenomen maatregelen. Op basis van deze samenvattende rapporten zijn vervolgens de zes thema’s besproken in werkgroepen. De conclusies en aanbevelingen van de werkgroepen zijn uitvoerig samengevat in het Summary Report dat u vindt in de bijlage van deze brief. De conclusies onderschrijven het belang van:

- *(internationale) review missies;*
- *het opnieuw in kaart brengen van natuurlijke risico’s en maatregelen ten behoeven van der beheersing van ernstige ongevallen ten gevolgen van extreme natuurlijke omstandigheden;*

- een effectieve en onafhankelijke «Regulatory Body»;
- het implementeren van IAEA Safety Standards;
- openheid en transparantie;
- veiligheidscultuur en organisatie.

In de IAEA-rapportage waarnaar Minister Verhagen verwijst zijn ook enkele aspecten opgenomen die mede op het terrein van de hulpverlenende diensten liggen^[21]:

- het ontwikkelen van aanvullende beschermende maatregelen voor mensen die op de site moeten werken om de noodzakelijke acties uit te voeren in het geval van een ernstig incident;
- het opnieuw bekijken en bij de tijd brengen van nationale, regionale, provinciale en gemeentelijke rampbestrijdingsplannen of noodplannen en het uitvoeren van oefeningen om meer coördinatie tussen de verschillende organisaties te bewerkstelligen;
- het verbeteren van het monitorsysteem en de mogelijkheden voor openbare communicatie, zoals toegesneden websites;
- het op een hoger plan brengen van off-site commandocentra's;
- het opnieuw bekijken van de wetgeving en het aanpassen van de functies en verantwoordelijkheden van de toezichthouder.

In box 11 zijn enkele standpunten van Mr. P. van Vollenhoven weergegeven, voorheen voorzitter van de Onderzoeksraad voor de Veiligheid, uit zijn boek *Hier onveilig? Onmogelijk!*.

Box 11: Mr. P. van Vollenhoven: Hier onveilig? Onmogelijk!

Uit de in dit boek genoemde, maar evengoed uit vele andere onafhankelijke onderzoeken blijkt telkens weer dat organisaties weinig kritisch kunnen zijn over de risico's die zij zouden moeten beheersen. Hierbij doel ik niet op onbekende, maar vooral op bekende risico's die kunnen voortvloeien uit bijvoorbeeld het onderwerp brandveiligheid. Ook valt op dat de organisaties zich, als de risico-inventarisaties wel zorgvuldig zijn gemaakt, veelal op grond van economische motieven, gemakkelijk laten verleiden om zich niet aan de wettelijke regelgeving te houden. Dit laatste geldt helaas eens te meer voor de normen en richtlijnen van de sector zelf en voor gemaakte afspraken in de eigen organisatie.^[151,5]

... Maar de bestaande overheidsinspecties kennen bij dergelijke onderzoeken ook hun beperkingen, die niet alleen worden veroorzaakt door de grenzen van hun sector. In het bijzonder worden zij bij dergelijke onderzoeken natuurlijk altijd geconfronteerd met hun eigen reilen en zeilen, hun eigen functioneren in het verleden. Zij zien zich gesteld voor de vraag waarom zij in het verleden bepaalde zaken niet eerder hebben gezien, niet voldoende hebben opgetreden of zelfs hebben gedoogd. [4]

... Uit de onafhankelijke onderzoeken bleek bijna altijd dat veel betrokkenen in een organisatie of in een bedrijf volledig bekend waren met bestaande misstanden of onveilige situaties. Maar waar moet je als medewerker met zulke informatie naartoe?

Onze samenleving is niet erg gesteld op mensen die de vuile was buiten willen hangen, maar het binnen de organisatie melden wordt ook niet al te zeer gewaardeerd.^[151,8]

... dat wij allen heel goed beseffen dat het helemaal niet zo goed gesteld is met de veiligheid in onze samenleving en dat de betrokken organisaties weinig tot niet bereid zijn om een aanvaardbaar inzicht te geven in hun doen en laten of in wat zich precies heeft afgespeeld. Deze gevoelens onderschrijf ik van harte, omdat ik in mijn ervaringen met de onafhankelijke onderzoeken heb ervaren dat alles – zeker in eerste instantie – glashard werd ontkend: de ruimten voldeden aan alle brandveiligheidseisen en uit een intern onderzoek was gebleken dat het medisch handelen niet had bijgedragen aan het overlijden van de patiënten etc. [p9]

Uit: Hier onveilig? Onmogelijk!, Mr. P van Vollenhoven^[151]

5. Conclusies en aanbevelingen

Hieronder zijn de conclusies en aanbevelingen opgenomen, met het oog op in de loop van 2013 binnen de hulpdiensten en besturen en met betreffende ministeries te voeren discussies, gericht op verbetering van de regionale voorbereiding op kernongevallen.

De aanbevelingen zijn geadresseerd aan de hulpdiensten en besturen, behalve de laatste, die aan het Rijk is gericht. Onder “besturen” worden verstaan: gemeentebesturen, besturen van de veiligheidsregio’s, de korpsleiding van Nationale Politie en de besturen van de koepelorganisaties Brandweer Nederland en GHORNL. Kernongevallenbestrijding is immers een multidisciplinaire aangelegenheid en verbeteringen vergen als regel mede een multidisciplinaire aanpak.

5.1. KERNONGEVALLLEN BESTAAN

1. Een kernongeval is een realistisch scenario, waarop afdoende voorbereiding van de hulpdiensten noodzakelijk is.

Het beeld binnen de hulpdiensten, dat een kernongeval ons niet zal overkomen, dan wel dat het Rijk in voorkomend geval de problemen gaat aanpakken en oplossen staat een afdoende voorbereiding op kernongevallen in de weg. Voorbereiding is noodzakelijk, het door het CKV ontwikkelde model rampbestrijdingsplan Nucleaire Installaties is daarbij een mogelijke leidraad.

Aanbeveling: neem voldoende kennis van de (afwijkende) responsorganisatie van de kernongevallenbestrijding en van de taken van bestuur en hulpdiensten daarbinnen en vertaal deze naar eigen regionale en lokale plannen en protocollen.

5.2. TAKEN VOOR DE HULPDIENSTEN

2. Brandweer, politie en geneeskundige hulpverlening kunnen bij een kernongeval taken krijgen waarin niet is voorzien, waaronder taken in de nucleaire installatie en in besmet gebied.

Bij ongevallen of problemen met nucleair materiaal in kerncentrales, dus in de reactor of in de bassins met afgewerkte splijtstof, heeft de brandweer op dit moment formeel geen taak. Dat was zo in Japan en is zo in Nederland. TEPCO geeft in haar evaluatie aan dat blusvoertuigen het laatste middel voor de koeling kunnen zijn en dat dus voorbereiding op inzet daarvan nodig is^[133,206]. De hulpdiensten zijn onder omstandigheden waar anderen niet meer wensen of kunnen optreden het vangnet. Het gaat daarbij niet om de bediening van de centrale, maar om zaken als redden, meten, begaanbaar maken, koeling, energievoorziening en ontsmetting. Kennis van de (omliggende) terreinen en de systemen en afstemming met buurbedrijven is daarbij essentieel.

Het idee, dat wel leeft onder hulpverleners, dat er in besmet gebied buiten het object geen taken zijn voor de hulpverlening is onjuist. Geneeskundige hulpverlening en brandweer hebben belangrijke taken in de ontruiming, de politie heeft een belangrijke taak in de bewaking.

Aanbeveling: pas de preparatie zodanig aan, dat een oplossing wordt geboden voor de mogelijke inzet in en om de nucleaire installatie en voor de inzet in besmet gebied.

5.3. VOORBEREIDING, ZELFREDZAAMHEID EN IMPROVISATIE

3. *Er zijn situaties te verwachten waarin de infrastructuur niet meer werkt en burgers, hulpverleners en lagere overheden op zichzelf zijn aangewezen.*

Het werken met beperkte- of zonder ICT-middelen, verstoringen van het transport en de noodzaak tot zelfredzaamheid en improvisatie dienen als een rode draad door de voorbereiding en planvorming te lopen. In de risicocommunicatie met burgers, in de toerusting van hulpverleners en staven in gemeenten en regio's, maar ook in de meetmethoden, de commandovoering, de back-up van commandocentra en de aandacht van de Inspectie Veiligheid en Justitie (voorheen IOOV). Het daadwerkelijk uitvoeren van handelingen en kunnen improviseren in afwijking van het beschreven scenario is voorwaarde. Vakmanschap en improvisatie dienen ruimte te krijgen, zoals ook de NVBR (nu: Brandweer NL) noemt in haar evaluatie van "Moerdijk"^[93]. De laatste decennia is steeds meer accent komen te liggen op procedures, protocollen en coördinatiemechanismen en de toetsvraag is als regel of volgens het boekje is gehandeld ('operatie geslaagd, patiënt overleden'). De enorme veerkracht die bij de Japanse bevolking is gesignaleerd, nodigt ertoe uit om te onderzoeken of en hoe deze houding in Nederland is te ontwikkelen. Daarbij kan ook worden aangesloten op het nabije buitenland. Aanbeveling: bevorder de zelfredzaamheid en het improvisatievermogen van de burgers, de hulpverleners en het lokaal bestuur.

5.4. INTERNATIONALE BIJSTAND

4. *Bij een kernongeval van betekenis is direct (internationale) bijstand nodig.*

Binnen het Nederlandse bestel is het niet realistisch om te veronderstellen dat hulpverleningspersoneel kan worden gedwongen om aan een inzet mee te werken – in Japan was de inzet overigens ook vrijwillig³⁷. Voor een operationele inzet moet kunnen worden geput uit een omvangrijk potentieel, vanwege het vrijwillige karakter van de inzet, de relatief korte inzetijden vanwege bestraling, de psychische effecten tijdens de inzet en de verwachting dat een deel van de hulpverleners met hun gezinnen het gebied zullen verlaten. Een nucleair ongeval vergt dan ook direct bijstand uit andere regio's en al vrij spoedig ook uit het buitenland en van private partijen. Aanbeveling: maak eenheden ook buiten de A-regio's bekend met deze bijstandsverlenende rol en prepareer Nederland op "incoming assistance" uit het buitenland en van private partijen.

³⁷ Wij zien hier af van suggesties als zou in Japan met bepaalde maatregelen tegen weigeraars bedreigd zijn, want daarvoor hebben wij geen bewijs gevonden. De inhoud van het begrip "vrijwillig" is overigens sterk cultureel bepaald en heeft in een groeps cultuur (zoals Japan, maar ook de Nederlandse brandweer) minder betekenis dan in een meer geïndividualiseerde omgeving.

5.5. PLANVORMING

5. De ramp voldeed niet aan het plan.

“If you fail to plan, you plan to fail” betekent niet dat een plan tot in alle details moet zijn uitgewerkt, sterker nog, in de praktijk zal het waarschijnlijk anders verlopen. Dit vereist een generieke aanpak, zoveel mogelijk gelijkend op de dagelijkse routines. Alleen dan is het beoogde gedrag aan te leren en te onderhouden en kan de rampenbestrijding in een Westers land met ‘een chronisch gebrek aan rampen’ succesvol zijn. Iedere afwijking van regulier vergroot de kans op falen.

Aanbeveling: tracht de planvorming voor kernongevallen zoveel als mogelijk aan te laten sluiten op de reguliere rampenbestrijding, met ruimte voor improvisatie.

5.6. BESCHERMENDE MAATREGELEN

6. De specifieke beschermende maatregelen zijn onder rampomstandigheden lastig uitvoerbaar, evacuatie is een risico op zichzelf.

Er zijn bij een kernramp drie beschermende maatregelen die de overheid kan treffen: schuilen, jodiumprofylaxe, evacueren. Dit zijn in zoverre maatregelen uit het laboratorium en van de tekentafel, dat aan een groot aantal voorwaarden moet worden voldaan wil de maatregel uitvoerbaar en succesvol zijn.

Om enkele voorbeelden te noemen. Schuilen kan, maar niet voor perioden van 10 dagen zoals in Fukushima nodig was. Als de burger moet schuilen kan hij niet ook veilig tabletten ophalen bij een distributiepunt of alsnog vluchten of worden geëvacueerd. Jodiumprofylaxe is zinvol onder specifieke condities en op dat moment moeten zowel de tabletten er zijn, als de instructie geregeld, als het sein ‘slikken’ worden gegeven. Voor een besluit tot evacuatie moeten de schadelijke effecten worden afgewogen, terwijl belangrijke informatie ontbreekt (beslisparadox) en de uitvoering van een evacuatie geen sinecure is³⁸.

Er is behoefte aan een goede analyse van de ‘planningsassumpties’ zoals die bijvoorbeeld door het Rijk zijn geformuleerd voor grootschalige evacuatie bij overstroming^[111]. Op basis daarvan kan een operationeel plan worden gemaakt. Eenvoudig is dat niet: al in 2008 was er het voornemen om een landelijk operationeel evacuatieplan op te stellen^[113].

Aanbeveling: analyseer de beschermende maatregelen vanuit een operationele invalshoek en kom tot handreikingen voor de praktijk.

³⁸ Naar aanleiding van het ramptype “overstroming” is gewerkt aan plannen voor grootschalige evacuatie.

5.7. OPVANG EN BEHANDELING SLACHTOFFERS

7. *Bij kernongevallen kan de psychische en sociale schade aanzienlijk groter zijn dan de fysieke gezondheidsschade.*

Er is een sterke inzet op “meten = weten” en op technische voorzieningen om besmetting te voorkomen en besmette slachtoffers te helpen. Deze voorzieningen moeten er uiteraard zijn en zowel het meetsysteem als de opvang vergen aandacht. Gebleken is echter dat een kernramp en de aanpak daarvan bij burgers tot forse psychosociale problemen kunnen leiden, die voornamelijk zwaarder lijken door te werken dan de mogelijke fysieke lange-termijn effecten. Ook indien er van blootstelling en besmetting geen sprake is kunnen deze effecten optreden.

Aanbeveling: versterk de aandacht voor de psychosociale opvang bij nucleaire incidenten.

5.8. MATERIEEL EN MATERIAAL

8. *Afdoende persoonlijke beschermingsmiddelen zijn noodzakelijk voor de hulpdiensten om daadwerkelijk op te kunnen treden.*

Voor de inzet bij een kernongeval zijn voor gemeenten, brandweer, geneeskundige hulpverlening, politie en andere diensten beschermende middelen nodig: dosimeters, wegwerpoverall, volgelaatsmaskers, speciale filterbussen, handschoenen, laarzen, duct tape, et cetera. Dit gaat om grote aantallen aangezien deze materialen na besmetting niet meer kunnen worden gebruikt. Daarenboven is geschikte adembescherming nodig. In Japan waren deze middelen voorradig, zij het plaatselijk in onvoldoende mate, maar dat kon verholpen worden. De Nederlandse hulpdiensten beschikken nauwelijks over deze middelen.

De noodzaak van afdoende persoonlijke beschermingsmiddelen voor de medewerkers van de genoemde diensten is door het CKV, samen met de Landelijke Faciliteit Rampenbestrijding, in beeld gebracht en op Rijksniveau aangekaart. Dit heeft echter nog niet geleid tot de verwerving van deze beschermingsmiddelen. Het CKV is verzocht dit bij het Veiligheidsberaad en het Instituut Fysieke Veiligheid (IFV) neer te leggen.

Duidelijk moet zijn dat zonder de vereiste beschermingsmiddelen de hulpdiensten in het geheel niet kunnen en zullen optreden – niet in het brongebied maar ook niet in het effectgebied, niet bij evacuatie, niet bij brandjes, niet bij gewondenvervoer.

Aanbeveling: zorg voor spoedige beschikbaarstelling van afdoende beschermingsmiddelen.

5.9. COMMUNICATIE

9. *Burgers, bestuurders en hulpverleners overschatten de effecten van straling waardoor uit angst onverstandige keuzes kunnen worden gemaakt.*

Crisiscommunicatie is lastig, de overheid loopt als regel achter de feiten aan. Anders dan de (sociale) media kan de overheid niet met geruchten werken. Des te belangrijker is het om vooraf, door goede risicocommunicatie, de passende beelden te scheppen. Niet alleen voor de beeldvorming op zich, maar evenzeer voor de toerusting van de bevolking, de hulpverleners en de lokale overheden. Zij moeten op eenvoudige wijze bekend zijn met straling en hoe te handelen.

Zeker in de startfase van een ramp staat de bevolking er als eerste en alleen voor. Nadat hulpverleners ter plaatse zijn, zijn de burgers de belangrijkste bondgenoten³⁹. Dit betekent dat gedrag en communicatie van de hulpverleners en de overheid moeten zijn geënt op respect en vertrouwen en op het bevorderen en benutten van zelfredzaamheid. Het gaat bij rampenbestrijding om een coproductie, die niet alleen vraagt om burgerparticipatie, maar net zo goed om afgestemde overheidsparticipatie^[107,7].

Aanbeveling: betrek de burger bij de planvorming en richt de risicocommunicatie mede op de zelfredzaamheid van burgers en op passende beeldvorming.

5.10. BESLUITVORMING EN LEIDING

10. De sturingskracht van een complex samenstel van adviesteams en commandocentra is beperkt.

De Japanse regie en besluitvorming tijdens de kernramp in Fukushima hebben slecht gefunctioneerd, in Nederland is de commando- en adviesstructuur evenals in Japan het geval was complex. Op initiatief van de Ministers van Veiligheid en Justitie en van Economische Zaken en het Veiligheidsberaad wordt de landelijke adviesstructuur momenteel herzien^[144] en wordt ingezet op vereenvoudiging en flexibilisering van de structuren voor de crisisbeheersing^[79]. Leerpunten uit de nationale stafoefening Indian Summer van oktober 2011 en van Chemie-Pack Moerdijk worden daarin meegenomen. Hierbij wordt gedacht aan een landelijk niveau van opschaling, “GRIP 5”^[40]^[144]. De opdracht voor dit project is, dat aanpassingen zich binnen de bestaande complexiteit bewegen en het lijkt erop dat de aanpak van kernongevallen blijft afwijken van de gebruikelijke lijnen. Mocht dit inderdaad zo zijn, dan motiveert “Fukushima” op termijn wellicht tot een meer fundamentele aanpak. Alles wat afwijkt van regulier gaat buiten de routine, kost extra tijd en leidt gemakkelijk tot fouten.

Terwijl in Nederland momenteel de landelijke posities in de crisisbeheersing verder worden ontwikkeld tot GRIP 5 komt de vraag op wat er gebeurt indien er een kernramp binnen de Europese Unie plaatsvindt. Het is niet onwaarschijnlijk dat het Europese Monitoring and Information Centre (MIC) en andere Europese instanties suggesties en richtlijnen aan zullen reiken aan de diverse Nederlandse partijen, dwars door de toch al complexe lijnen heen. Hier schuilt het gevaar van een impliciet nieuw sturingsniveau, dat informeel “GRIP 6” wordt genoemd^[121].

Aanbeveling aan het Rijk: vereenvoudig de responsstructuur en structureer “nucleair” zoveel als mogelijk overeenkomstig andere crisisbeheersing.

0-0-0

Tot slot zijn in box 12 de kernpunten opgenomen die de voorzitter van de commissie die de kernramp onderzocht in opdracht van de Japanse regering, Hatamura, noemde bij de presentatie van zijn rapport.

³⁹ Leren uit het buitenland: In IJsland wordt de burger actief betrokken in de planvorming. Op deze wijze wordt maximaal draagvlak verkregen, waardoor de burger precies weet wat van hem of haar wordt verwacht tijdens een ramp.

⁴⁰ GRIP staat voor de Gecoördineerde Regionale Incidentbestrijdingsprocedure, de algemene structuur voor de rampenbestrijding in Nederland. GRIP kent tot nu toe 4 niveaus van sturing: operationeel, operationeel opgeschaald, gemeente en regio.

Box 12: Hatamura presenteert zijn onderzoeksrapport.

De voorzitter van de commissie die de kernramp onderzocht in opdracht van de Japanse regering, Hatamura, noemde bij de presentatie van zijn rapport^[62] een aantal belangrijke punten:

Belangrijkste versturende factor in het nemen van de juiste voorzorgsmaatregelen is de veiligheidsmythe, het idee dat kernenergie veilig is en dat rampen zoals die in de kerncentrale Three Miles Island (1979), Chernobyl, (1986) en de Indian Ocean Tsunami (2004) in Japan niet zouden kunnen gebeuren.

Deze mythe werd actief in stand gehouden omdat het publiek nou eenmaal niet wil weten wat gevaarlijk is. Hierdoor werden voorzorgsmaatregelen niet genomen uit angst dat deze het publiek zouden wijzen op de gevaren van kernenergie. De veiligheidsmythe kon in stand worden gehouden door de jaren van grote economische groei en technologische ontwikkeling waarin men sterk is gaan geloven in het technologische kunnen. Daarnaast waren overheid en energijmaatschappijen bang dat te strenge naleving van veiligheidsmaatregelen het publiek zou kunnen wijzen op het feit dat kernenergie dus blijkbaar niet 'volkomen veilig is'. De zo ontstane veiligheidsmythe ervoor dat cruciale maatregelen niet werden genomen, als voorbeelden noemt Hatamura:

- *het crisiscentrum was niet bestendig tegen radioactieve straling en tijdens en na de ramp dus ook niet bruikbaar*
- *men was niet voorbereid op het volledig wegvallen van de elektriciteit. Zo'n 20 jaar geleden besloot de Nuclear Safety Committee dat voorbereiding op volledige stroomuitval niet nodig was.*

Gebaseerd op het bovenstaande heeft de commissie Hatamura zeven belangrijke lessen die hij als volgt onder woorden brengt in de hoop dat ze over honderd jaar nog steeds zullen worden nageleefd:

1. *Wat in de lijn van de verwachting ligt zal gebeuren, wat buiten de lijn van verwachting ligt ook.*
2. *Wat je niet wilt zien, zie je niet.*
3. *Flexibiliteit is noodzakelijk.*
4. *Stel je niet tevreden met het creëren van een systeem op zich, de vraag is of het in de praktijk werkt.*
5. *Alles is aan verandering onderhevig, hier moet flexibel op worden gereageerd.*
6. *Geef gevaar toe en creëer een cultuur waarin hierover gediscussieerd kan worden.*
7. *Het is van belang het vermogen te koesteren en te creëren van handelen en oordelen door kijken met je eigen ogen en te denken met je eigen hoofd.*

Bron: Venstra 2012^[148]

0-0-0-0-0

Bijlage 1: Message from the Chairman

THE EARTHQUAKE AND TSUNAMI of March 11, 2011 were natural disasters of a magnitude that shocked the entire world. Although triggered by these cataclysmic events, the subsequent accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant cannot be regarded as a natural disaster. It was a profoundly manmade disaster – that could and should have been foreseen and prevented. And its effects could have been mitigated by a more effective human response. How could such an accident occur in Japan, a nation that takes such great pride in its global reputation for excellence in engineering and technology? This Commission believes the Japanese people – and the global community – deserve a full, honest and transparent answer to this question.

Our report catalogues a multitude of errors and willful negligence that left the Fukushima plant unprepared for the events of March 11. And it examines serious deficiencies in the response to the accident by TEPCO, regulators and the government.

For all the extensive detail it provides, what this report cannot fully convey – especially to a global audience – is the mindset that supported the negligence behind this disaster.

What must be admitted – very painfully – is that this was a disaster “Made in Japan.”

Its fundamental causes are to be found in the ingrained conventions of Japanese culture: our reflexive obedience; our reluctance to question authority; our devotion to ‘sticking with the program’; our groupism; and our insularity.

Had other Japanese been in the shoes of those who bear responsibility for this accident, the result may well have been the same.

Following the 1970s “oil shocks,” Japan accelerated the development of nuclear power in an effort to achieve national energy security. As such, it was embraced as a policy goal by government and business alike, and pursued with the same single-minded determination that drove Japan’s postwar economic miracle.

With such a powerful mandate, nuclear power became an unstoppable force, immune to scrutiny by civil society. Its regulation was entrusted to the same government bureaucracy responsible for its promotion. At a time when Japan’s self-confidence was soaring, a tightly knit elite with enormous financial resources had diminishing regard for anything ‘not invented here.’

This conceit was reinforced by the collective mindset of Japanese bureaucracy, by which the first duty of any individual bureaucrat is to defend the interests of his organization.

Carried to an extreme, this led bureaucrats to put organizational interests ahead of their paramount duty to protect public safety.

Only by grasping this mindset can one understand how Japan's nuclear industry managed to avoid absorbing the critical lessons learned from Three Mile Island and Chernobyl; and how it became accepted practice to resist regulatory pressure and cover up small-scale accidents. It was this mindset that led to the disaster at the Fukushima Daiichi Nuclear Plant.

This report singles out numerous individuals and organizations for harsh criticism, but the goal is not—and should not be—to lay blame. The goal must be to learn from this disaster, and reflect deeply on its fundamental causes, in order to ensure that it is never repeated.

Many of the lessons relate to policies and procedures, but the most important is one upon which each and every Japanese citizen should reflect very deeply.

The consequences of negligence at Fukushima stand out as catastrophic, but the mindset that supported it can be found across Japan. In recognizing that fact, each of us should reflect on our responsibility as individuals in a democratic society.

As the first investigative commission to be empowered by the legislature and independent of the bureaucracy, we hope this initiative can contribute to the development of Japan's civil society.

Above all, we have endeavored to produce a report that meets the highest standard of transparency. The people of Fukushima, the people of Japan and the global community deserve nothing less.

Kiyoshi Kurokawa

Chairman of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission

Bron: Diet^[87,9].

Bijlage 2: Verslag brandweer Tokyo

Verslag Tokyo Fire Department van de inzet Fukushima-Daiichi maart 2011 ^[138]

Vertaling: M. Venstra, HMA-Tokyo

1. Samenvatting van het ongeluk

-zoals bekend-

2. Samenvatting van de uitgezonden eenheden

Op 13 maart plaatst de *Nuclear Safety Committee* (NSC) een verzoek bij de *Fire and Disaster Management Agency* (FDMA) voor het uitzenden van eenheden die voorzien zijn van materiaal voor de koeling van een kernreactor. De *Commissioner Fire and Disaster Management Agency* (CFDMA) stuurt dit verzoek door naar de *Tokyo Fire Department*. In reactie op dit verzoek worden 8 eenheden van in totaal 28 man uitgezonden. Echter na een waterstofexplosie bij Fukushima I om 15:36, besluit het NSC om 18:00 alle eenheden terug te trekken.

Op 13 en 14 maart plaatst het FDMA op aanwijzing van de *Cabinet Secretary* verzoeken bij omringende *Fire Departments* tot het beschikbaar stellen van pompwagens aan TEPCO.

Op 16 maart ontvangt de *Tokyo Fire Department* van de CFDMA het verzoek tot het beschikbaar stellen van *Special Disaster Relief Vehicle* (NB: speciaal voertuig inzetbaar bij chemische en nucleaire rampen), deze vertrekt nog dezelfde dag richting Iwaki, Fukushima, echter als blijkt dat TEPCO niet klaar is om het voertuig te ontvangen wordt de uitzending afgelast.

In de tussentijd groeit het risico op oververhitting van de gebruikte brandstofstaven op het terrein van de kerncentrale. Op 17 maart wordt door de Zelfverdedigings troepen (SDF) vanuit de lucht water geworpen in het bad waarin de staven zich bevinden. De *Tokyo Metropolitan Police* voert sproeiwerkzaamheden uit met een hogedruk sproeiwagen.

Te midden van dit alles verzoekt de premier in de avond van 17 maart de gouverneur van Tokyo tot het uitzenden van eenheden om de installatie te koelen. Via deze weg is het uiteindelijk de CFDMA die bij de *Tokyo Fire Department* een verzoek indient tot het uitzenden van eenheden. In de middag van 18 maart vertrekken 32 eenheden, bestaande uit in totaal 139 man richting Fukushima I.

3. Oefening in Tokyo

Gebaseerd op de sproei-activiteiten van de SDF en de *Tokyo Metropolitan Police Agency* ter plaatse, vonden er experimenten plaats om het juiste materieel en de juiste wagens te kiezen voor het beste effect.

Er is gekozen voor de *super pomper* voor het aanpompen van het water en voor de betonwagen en wagen met ladder van 40 meter om sproeien vanaf grote hoogte mogelijk te maken.

Daarnaast is er een 7 uur durende oefening gehouden met de betrokken eenheden op effectief opereren in korte tijd.

4. Voorbereidingen op het sproeiwerk

In eerste instantie functioneerde het *Fire Defence Headquarter* van de *Fire Department* Iwaki als lokale *response headquarters*, vanaf 19 maart is deze verplaatst naar de sporthal van Iwaki. J-Village functioneert als lokale coördinatie centrum.

Op 18 maart vinden in het lokale *response headquarters* in Iwaki besprekingen plaats tussen *Tokyo Fire Department*, *Iwaki Fire Defence Headquarters* en TEPCO over de te volgen strategie. Tijdens deze vergadering gaf de *Tokyo Fire Department* aan zeewater te willen oppompen vanaf de kade en dit vervolgens via de kortste weg zo dicht mogelijk naar reactor 3 te pompen. TEPCO gaf echter aan dat zij hier niet voor zijn, omdat bij de kortste route de koelings slang van de reactor zou worden gekruist. Besloten werd tot een route waarbij dit voorkomen kon worden. Diezelfde dag werd een oefening gehouden met de betonpomp en de ladderwagen. Als uitkomst van deze oefening werd besloten de betonpomp ter plekke in te zetten, aangezien deze beter bestand leek tegen sterke zeewind.

5. Activiteiten op het terrein van de kerncentrale

a. voorbereidend werk

Zelfs een week na het ongeluk ontbrak het in het *response headquarters* in Iwaki aan gedetailleerde informatie over de situatie ter plekke.

Na afloop van de vergadering op het *response headquarters* op 18 maart vertrekt een deel van de eenheden naar J-Village om te overleggen met TEPCO en aanverwante organisaties.

Nadat in J-Village de inhoud van de opdracht duidelijk was geworden vertrekt rond drie uur de verkennende eenheid richting de kerncentrale om de situatie ter plaatse te bestuderen. De verkennende eenheid draagt boven de radioactieve straling bestendige kleding, vuurbestendige kleding en een beschermend masker. Na het aantrekken van bovenstaande kleding begeven zij zich vanaf de hoofdingang het terrein op. TEPCO had al waarden van radioactiviteit beschikbaar gesteld, maar de eenheid verricht op verschillende plaatsen op het terrein haar eigen metingen.

Rond 17:00 uur voegt de verkennende eenheid zich bij de sproei-eenheid die inmiddels bij de hoofdingang is aangekomen. Gebaseerd op het verrichte onderzoek, blijkt het nodig het oorspronkelijke plan van aanpak te wijzigen (het oorspronkelijk plan was vanaf de kade direct zeewater op te pompen, maar de route die de pompwagen moet nemen is door puin onbegaanbaar geworden).

b. sproeien (eerste sessie)

Na het bepalen van een nieuw plan van aanpak betreden rond 23:30 de eenheden opnieuw het terrein. Nadat de slang van 450 meter is uitgerold wordt deze met nog eens 350 meter verlengd, dit alles door met de hand 100kg zware 50m lange slangen te bevestigen.

Voor het sproeien zijn 46 man aangewezen, voor het toezicht en desinfectie nog eens 36 man. De activiteiten worden uitgevoerd terwijl een *Special Disaster Relief Vehicle* helemaal vooraan geparkeerd staat om te dienen als evacuatie voertuig. Een lid van de meeteenheid meet constant de hoeveelheid straling.

Om 0:30 op 19 maart, wordt met een betonpomp met een spuit op 22 meter hoogte water gesproeid in het bad voor gebruikte brandstofstaven, gelegen op 30 meter hoogte, daarbij moet men over het geraamte van het gebouw van reactor 3 reiken. De aansturende eenheid sproeit zo in 20 minuten 60 ton zeewater, terwijl de hoek van de betonpomp steeds wordt bijgesteld.

c. sproeien (tweede sessie)

13 Uur na het beëindigen van de eerste sessie, wordt om twee uur 's middags op 19 maart begonnen met de tweede sproeisessie. Deze keer gaat het om een sproeisessie van meer dan 13 uur waarbij de hoek van de betonpomp is vastgesteld en de sproeiwagen zelf onbemand is. Voor het sproeien zijn 11 man aangewezen, voor toezicht en desinfectie 22 man.

Na de tweede sproeisessie wordt de aardbevingsbestendige vleugel genomen als het bastion aan het front. In dit gebouw kunnen de beschermende maskers af en is er draadloze communicatie beschikbaar.

Vóór het sproeien blijft de temperatuur van het badwater van de gebruikte brandstofstaven van reactor drie stijgen, echter na het sproeien wordt de temperatuur van het water stabiel. Hieruit wordt geconcludeerd dat het sproeien succesvol is. Met 60 mSv/h is het niveau van straling rond reactor 3 erg hoog, echter doordat de straling niet alleen van de brandstofstaven in het bad, maar bijvoorbeeld ook van omliggend puin verspreid door de explosie komt, is het moeilijk vast te stellen wat het effect van het sproeien is gebaseerd op straling.

Aangezien de tweede sproeisessie 13 uur aan een stuk duurt, raakt het uitlaatgasfilter van de betonpomp verstopt. Omdat reparatie op korte termijn niet mogelijk is, wordt besloten om vanaf de derde sproeisessie een aantal van dezelfde wagens te laten rouleren, rekening houdend met de tijdsduur van het sproeien.

d. sproeien (derde sessie-vijfde sessie)

Tot en met 25 maart wordt verspreid over vijf sessies in totaal meer dan 4000 ton water gesproeid. De vijfde sessie wordt overigens wel voorbereid door het *Tokyo Fire Department*, maar uitgevoerd door het *Kawasaki Fire Department*.

Daarna zijn naast de verschillende *Fire Departments* ook private bouwbedrijven actief met betonwagens die normaal worden ingezet bij de bouw van hoge gebouwen van private bedrijven. Zij voeren op dezelfde manier sproeiwerkzaamheden uit bij de baden met gebruikte brandstofstaven van reactoren 1,3 en 4.

Sproeiperiode		sproeitijd	Hoeveelheid water
Sessie 1	03/19 0:30 t/m 03/19 0:50	20 minuten	60 t
Sessie 2	03/19 14:05 t/m 03/20 3:40	13 uur 35 minuten	2430 t
Sessie 3	03/20 21:30 t/m 03/21 3:58	6 uur 28 minuten	1137 t
Sessie 4	03/22 15:10 t/m 03/22 16:00	50 minuten	150 t
Sessie 5 Uitvoering: <i>Kawasaki Fire Department</i>	03/25 13:30 t/m 03/25 16:50	2 uur 30 minuten	450 t
totaal		23 uur 39 minuten	4227 t

e. communicatie met aanverwante organisaties

Vanaf 20 maart is op het hoofdkwartier van TEPCO een liaison geplaatst die als vertegenwoordiger optreedt van de verschillende *Fire Departments*. Belangrijke taken zijn; algemene aansturing van het *Emergency Disaster Relief Team*, verzoeken aan het FDMA alsmede coördinatie met onder andere de SDF op het gebied van beschikbaarheid van wagens en materieel.

f. toezicht op blootstelling van leden van de eenheid aan radioactieve straling

De *Tokyo Fire Department* heeft als maximale blootstelling tijdens reddingsoperaties een hoeveelheid van 100mSv/h gesteld. Met het hoogste niveau van stralingsblootstelling door een lid

van de eenheid op 29.8 mSv/h en 16 man die zijn blootgesteld aan 10-20 mSv/h is nooit over dit maximum heengegaan (de maximale hoeveelheid voor TEPCO medewerkers is omhoog bijgesteld van 100 mSv/h naar 250mSv/h).

g. bediening van de betonpomp

Op 11 mei heeft TEPCO bij het Tokyo Fire Department een verzoek ingediend voor het gebruik van de betonpomp voor het spuiten van antiscattering agents. Daarop hebben zeven medewerkers van TEPCO in Shibuya, Tokyo onderricht gekregen in het bedienen van de betonpomp. Tussen 27 mei en 10 juni hebben zij bovengenoemde activiteiten ter plaatse uitgevoerd.

6. Samenwerking met speciale adviseurs op het gebied van rampenbestrijding

a. Uitzending

Het *Tokyo Fire Department* maakt gebruik van verschillende specialisten om in tijden van een ramp advies in te winnen.

In het geval van de ramp bij de Fukushima I kerncentrale werd gebruik gemaakt van experts op het gebied van radioactieve besmetting om in het geval van besmetting van een lid van een van de eenheden effectief te kunnen reageren. Het ging hier om twee professoren van Kyorin University (NB: werd in het Nagoya verslag ook genoemd). Zij waren respectievelijk uitgezonden naar de *Fire Defence Headquarter* van de *Fire Department Iwaki* en J-Village.

b. Inhoud van de activiteiten

Ter plaatse hebben de adviseurs veel adviezen gegeven op het gebied van kleding en het gebruik van jodium om het risico van radioactieve besmetting door de eenheden tot een minimum te beperken. De adviseur heeft ook deelgenomen aan de grote algemene vergaderingen die zijn gehouden in J-Village.

Ook na terugkeer hebben de adviseurs toezicht gehouden op de gezondheid van de eenheden van *Tokyo Fire Department* door onder andere de resultaten van medische onderzoeken nauwkeurig te onderzoeken en te voorzien van hun medische opinie.

Geïnspireerd door het adviseursstelsel van het *Tokyo Fire Department* heeft ook het FDMA tussen 21 maart en 1 april een nood-arts en tussen 23 maart en 3 april een medisch stralingsdeskundige naar Fukushima gezonden.

7. Logistieke ondersteuning

a. communicatie

Activiteiten bestaan uit het verzorgen van de communicatie tussen het J-Village en het eenheden ondersteuningscentrum (satellietverbinding), communicatie tussen J-Villagen en de eenheden die in het veld actief zijn (verbinding via de nationale radiogolf 150 MHz).

b. onderhoud van de wagens

In de periode 18 maart tot 2 april zijn achtereenvolgens in 6 eenheden van totaal 27 man uitgezonden naar Iwaki, Fukushima om daar zich bezig te houden met het onderhoud van 7 wagens.

Deel II Evacuatie

1. Samenvatting van de evacuatie

Vanaf 15 maart was voor een straal tussen 20 km en 30 km vanaf de Fukushima kerncentrale een gebod tot binnenblijven. Vanaf 25 maart zet de regering dit om in beleid tot evacuatie op vrijwillige basis. Hierdoor werd een groter beroep op de hulpdiensten verwacht voor het evacueren van patiënten van ziekenhuizen in dit gebied. Op 26 maart werd daarom na verzoek van de CFDMA de ambulance-eenheden als *Disaster Relief Team* uitgezonden.

Op twee verschillende plaatsen in Fukushima (te weten: de sportschool in Motomiya en de brandweer academie in Fukushima stad) kwamen in totaal 107 ambulance-eenheden uit tien verschillende prefecturen bij elkaar.

2. Samenvatting van de activiteiten

Tegen de tijd dat het *Disaster Relief Team* zich in zijn geheel heeft verzameld, blijkt de vraag om extra ambulances voor evacuatie kleiner dan verwacht. Als gevolg hiervan blijven de eenheden een aantal dagen op *stand-by*.

Gedurende deze dagen krijgen de leden van de eenheden onderwijs in radioactieve besmetting, het beschermen van de ambulance wagens en dergelijke.

Vanaf 7 april worden de ambulances ingezet in Soma stad, waar de plaatselijke ambulances als gevolg van de tsunami verwoest zijn. Daarnaast wordt deelgenomen aan het bezoeken van mensen die op eigen kracht zijn geëvacueerd (samen met artsen van onder andere de SDF, Fukushima prefecturele overheid, gemeente en eerstehulpartsen).

Na uitbreiding van de activiteiten van de eenheden naar binnen de zone van 30 km, is op advies van de adviseurs van het *Tokyo Fire Department Special* het toezicht op de veiligheid van de leden versterkt met persoonlijke stralingmeters en speciale kleding,

Vanaf 21 april is het *stand-by* kwartier verplaatst van Motomiya naar de brandweeracademie in Fukushima stad. Samen met de eenheden uit 7 andere prefecturen is op roulerende basis ingegaan op verzoeken om ambulancebijstand. Het *Tokyo Fire Department* ambulanceteam heeft tijdens haar uitzending in totaal in 9 gevallen (in totaal 10 mensen) ambulance-assistentie verleend.

Bijlage 3: Bronnen

Ten behoeve van de lezer en van de transparantie is, waar beschikbaar, de vindplaats op internet vermeld.

5

1.	AD, "Nog ruim 2800 vermisten na tsunami Japan", 23 september 2012 http://www.ad.nl/ad/nl/3702/Aardbeving-en-tsunami-in-Japan/article/detail/3314519/2012/09/11/Nog-ruim-2800-vermisten-na-tsunami-Japan.dhtml
2.	Akashi, M., "Research center for radiation emergency Medicine", National Institute of Radiological Sciences annual report april 2010-march 2011; http://www.nirs.go.jp/ENG/publications/2010/5.pdf
3.	Asahi Shimbun, "TEPCO videos: Sans equipment, staff, Fukushima crisis spun out of control", 5 september 2012; http://ajw.asahi.com/article/0311disaster/fukushima/AJ201209050060
4.	Bader, S. en H.Slaper, "De respons van het Back Office Radiologische Informatie op de kernramp in Fukushima", Nederlands Tijdschrift voor Stralingsbescherming, jaargang 3, nummer 2, najaar 2012.
5.	Banyan, "The Fukushima black box; A dangerous lack of urgency in drawing lessons from Japan's nuclear disaster", Economist, 7-01-2012
6.	BBC, "Timeline: Japan power plant crisis", 13 maart 2011; http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-12722719
7.	Becker, S., "Learning from the 2011 Great East Jan Disaster: Insights from a special Radiological Emergency Assistance Mission", Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice and Science, Volume 9, Number 4, 2011;
8.	Beek, P. van, "Fukushima, de grootste kernramp na Tsjernobyl, hoofdpunten eerste weken", Veiligheidsregio Zeeland, 15 juni 2011
9.	Bekhuis, P., "Fukushima Daiichi", TU Delft, 2012
10.	Berenschot, <i>Evaluatie Indian Summer</i> , 29 februari 2012 ; http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2012/05/31/evaluatie-indian-summer.html
11.	Bird, W., Grossman, E., "Chemical aftermath", Environmental Health Perspectives, volume 119, number 7, juli 2011; http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3222972/
12.	Blandford, D., May, M., <i>Lessons Learned from "Lessons Learned": The Evolution of Nuclear Power Safety after Accidents and Near-Accidents</i> Cambridge, Mass.: American Academy of Arts and Sciences, 2012; http://www.amacad.org/pdfs/lessonsLearned.pdf
13.	BNdeStem, "Kernfysische Dienst: Borssele is veilig", 3 oktober 2012; http://www.bndestem.nl/algemeen/binnenland/kernfysische-dienst-borssele-is-veilig-1.2027968

14.	Boer, R. de, <i>Verloren vertrouwen, lessen uit de Utrechtse asbestzaak</i> , Veen, Diemen, 2012
15.	Boice, J.D., "Radiation Epidemiology: a perspective on Fukushima", <i>Journal of Radiological Protection</i> , 32 (2012) N33-N40
16.	Boice, J.D., "Radiation Epidemiology and Reflections on Fukushima", National Council on Radiation Protection & Measurements, Vanderbilt University Medical Center, 7 februari 2012; http://www.pitt.edu/~super7/47011-48001/47911-47921.pdf
17.	Cabinet Office, Japan, Support team of Residents Affected by Nuclear Incidents, "Designating and Rearranging the Areas of Evacuation", 23 juli 2012, http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/shingikai/700/14/240723/BM-1-1.pdf
18.	Calmthout, M. van, "Interview met prof. Wim Turkenburg", <i>Volkskrant</i> , 7 maart 2012
19.	Christian Relief, Assistance, Support and Hope, "What to Do When Media Attention has Gone but the Needs Still Remain?", 26 september 2012; http://opsafeintl.com/category/humanitarian-work/
20.	Communicatie, "Nucleair Nederland", 1 juli 2011; http://www.communicatieonline.nl/opinie/bericht/nucleair-nederland/
21.	Convention on Nuclear Safety, 2 nd Extraordinary Meeting of the Contracting Parties to the Convention of Nuclear Safety, 27-31 August 2012 Vienna, Austria; https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/25422/blg-190403?resultIndex=5&sorttype=1&sortorder=4
22.	Convention on Nuclear Safety, <i>National report of the kingdom of the Netherlands fifth review meeting, april 2011</i> , September 2010;
23.	Crisisplan, <i>Praktijkervaringen en lessen, crisiscommunicatie tijdens en na de brand bij chemie-pack</i> , 1 augustus 2011; http://www.veiligheidsregiomwb.nl/Organisatie/~media/Files/veiligheidsregiomwb_nl/documenten/Moerdijk/Rapport_CPBV-rapport-VR_MWB_15082011.ashx
24.	CZ, "Verzekeringsvoorwaarden", CZ zorg-op-maat-polis, 1 januari 2013; http://www.cz.nl/consument/zorgverzekering/basisverzekering/cz-zorg-op-maatpolis/overzicht-vergoedingen-zom
25.	Daily Yomiuri Online, "573 deaths 'related to nuclear crisis'", 5 februari 2012; http://www.yomiuri.co.jp/dy/national/T120204003191.htm
26.	Daily Yomiuri Online, "N-accident zones set at 30-km radius / NRA decides to use IAEA standards", 1 november 2012, http://www.yomiuri.co.jp/dy/national/T121031003759.htm
27.	Damveld, H., "Opruimen 'Fukushima' zeker nog tot 2040", <i>Technisch Weekblad Special</i> , 38-2012; http://www.tw-digitaal.nl/web/2012/TW38/63/3246/opruimen_fukushima_zeker_tot_2040.html
28.	Denki Shimbun, "Survey revealed psychological trauma in Fukushima nuclear plant workers", 28 augustus 2012; http://www.shimbun.denki.or.jp/en/news/20120828_02.html
29.	<i>Disaster Prevention Systems; Municipal Disaster Prevention Systems and Activities at the Time of the Great East Japan Earthquake</i> http://www.clair.or.jp/e/index.html
30.	Dykstra E., J. de Lege, <i>Verslag Stakeholdersmeeting nucleaire ongevallen Zeeland</i> , 9 maart 2012
31.	Dykstra, E., <i>Kernenergie en crisismanagement, onderzoeksrapport n.a.v. Fukushima disaster; what if ...?i</i> , DIEM/IKP, oktober 2011; http://www.greenpeace.nl/Global/nederland/report/2011/Dykstra%20-%20stresstest.pdf

32.	Earthquake report, <i>Japan 366 days after the quake</i> , 10 maart 2012; http://earthquake-report.com/2012/03/10/japan-366-days-after-the-quake-19000-lives-lost-1-2-million-buildings-damaged-574-billion/
33.	Fukushima Prefecture and Fukushima Medical University, "Information about the Fukushima Health Management Survey"; www.fmu.ac.jp_univ_chiiki_health_survey_pdf_en_en_zip.pdf
34.	Fukushimavoice, "Fukushima Thyroid Examination", 17 september 2012, http://fukushimavoice-eng.blogspot.nl/
35.	Fukushimavoice, "Letter from Oguni Elementary School", 20 september 2012; http://fukushimavoice-eng.blogspot.nl/
36.	Fukushimavoice, "Nuclear cleanup workers sent in to Fukushima Dai-ichi with 'fake resumes'", 19 september 2012; http://fukushimavoice-eng.blogspot.nl/
37.	Global Post, "Japan: Inside the Fukushima disaster zone", 15 april 2011; http://www.globalpost.com/dispatch/news/regions/asia-pacific/japan/110414/japan-fukushima-nuclear-disaster-zone
38.	Government of Japan, <i>Additional Report of the Japanese Government to the IAEA</i> , Nuclear Emergency Response Headquarters, September 2011; http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/japan-report2/japanreport120911.pdf
39.	Greenpeace, <i>Lessons from Fukushima</i> , februari 2012; http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Nuclear-reports/Lessons-from-Fukushima/
40.	Gundersen, A., "Can Spent Fuel Pools Catch Fire?", 19 augustus 2012; http://fairewinds.org/content/can-spent-fuel-pools-catch-fire
41.	Gundersen, A., "Ongoing Disaster Fukushima its effects on Japan", 30 juli 2012; http://www.youtube.com/watch?v=l2wJol6NB5Q
42.	Het Parool, "Japan verbiedt voor het eerst verkoop van rijst uit Fukushima", 17 november 2011; http://www.parool.nl/parool/nl/225/BUITENLAND/article/detail/3038980/2011/11/17/Japan-verbiedt-voor-het-eerst-verkoop-van-rijst-uit-Fukushima.dhtml
43.	Hiroshima University, "Hiroshima University Hospital REMAT No. 2 Dispatched to the Tohoku", 20 maart 2011; http://www.hiroshima-u.ac.jp/news/show/lang/en/id/739/dir_id/0
44.	HLN.BE Geld, "Aandeel Tepco sluit derde hoger na verkiezingssucces van voorstanders kernenergie", 17 december 2012, http://www.hln.be/hln/nl/942/Economie/article/detail/1550038/2012/12/17/Aandeel-Tepco-sluit-derde-hoger-na-verkiezingssucces-van-voorstanders-kernenergie.dhtml
45.	HM Chief Inspector of Nuclear Installations, <i>Japanese earthquake and tsunami: Implications for the UK nuclear industry, Final Report</i> , Office for Nuclear Regulation, september 2011; http://www.oecd-nea.org/nsd/fukushima/documents/UK_2011_10_finalChiefInspectorreport.pdf
46.	Holt, M. e.a., <i>Fukushima Nuclear Disaster</i> , Congressional Research Service 18 januari 2012; http://www.fas.org/sgp/crs/nuke/R41694.pdf
47.	Homeland Security Watch, "Lessons learned, and not learned, from Fukushima", 23 juni 2011; http://www.hlswatch.com/2011/06/23/lessons-learned-and-not-learned-from-fukushima/
48.	ib-consultancy, <i>Current Events Report 3: Fukushima; Another Wakeup Call</i> , 26-04-2011; http://ib-consultancy.eu/wp-content/uploads/2011/04/CER3-Fukushima.pdf
49.	Inspectie Openbare Orde en Veiligheid, <i>Brand Chemie-Pack Moerdijk, Een onderzoek naar de bestrijding van (de effecten van) het grootschalig incident</i> , augustus

	2011; http://www.ivenj.nl/Images/rapportagechemie-packmoerdijk_tcm131-476427.pdf
50.	Inspectie Openbare Orde en Veiligheid, <i>Quick scan regionale voorbereiding op een nucleair ongeval</i> , september 2011; http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2012/05/31/quick-scan-regionale-voorbereiding-op-een-nucleair-ongeval.html
51.	International Atomic Energy Agency, <i>IAEA Response and Assistance Network</i> , 01 januari 2011; http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/ranet2010_web.pdf
52.	International Atomic Energy Agency, “INES, The international nuclear and radiological event scale”; http://www-ns.iaea.org/tech-areas/emergency/ines.asp
53.	International Atomic Energy Agency, <i>Fukushima Daiichi Status Report</i> , 27 juli 2012; http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/statusreport270712.pdf
54.	International Atomic Energy Agency, <i>Fukushima Daiichi Status Report</i> , 31 augustus 2012; http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/statusreport310812.pdf
55.	International Atomic Energy Agency, “Global nuclear response network launches”, 8 december 2012;
56.	International Atomic Energy Agency, <i>IAEA Action Plan on Nuclear Safety</i> , september 2011; http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/Documents/gc55-14.pdf
57.	International Atomic Energy Agency, <i>Lessons learned from the JCO nuclear criticality accident in Japan in 1999</i> ; http://www-ns.iaea.org/downloads/iec/tokaimura-report.pdf
58.	International Atomic Energy Agency, <i>MISSION REPORT THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE EXPERT MISSION</i> , IAEA international fact finding expert mission of the fukushima dai-ichi npp accident following the great east japan earthquake and tsunami, 16 juni 2011
59.	International Atomic Energy Agency, <i>Report of Japanese Government to IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety - Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations</i> , 7 juni 2011; http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/japan-report/
60.	International Commission on Radiological Protection, <i>Report of ICRP Task Group 84 on Initial Lessons Learned from the Nuclear Power Plant Accident in Japan vis-à-vis the ICRP System of Radiological Protection</i> , 22 november 2012; www.icrp.org_docs_ICRP_TG84_Summary_Report
61.	International Radiation Protection Association, <i>Living with Radiation - Engaging with Society; Book of abstracts</i> , IRPA 13, mei 2012; http://www.irpa13glasgow.com/2012/05/irpa13-downloads-page/
62.	Investigation Committee on the Accident at the Fukushima Nuclear Power Stations, <i>Final Report</i> , 23 juli 2012; http://icanps.go.jp/eng/final-report.html
63.	Investigation Committee on the Accident at the Fukushima Nuclear Power Stations, <i>Interim Report</i> , 26 december 2011; http://icanps.go.jp/eng/interim-report.html
64.	Japan Atomic Energy Agency / NEAT, “Early responses op Nuclear Emergency Assistance and Training Center to the Fukushima NPPs accidents”, 22 maart 2012
65.	Japan Atomic Energy Agency / NEAT, “The Critical Accident in JCO Fuel Fabrication Plant”, 21 maart 2012
66.	Japan Atomic Energy Agency / NEAT, “NEAT Center”, 2012
67.	Japan Nuclear Energy Safety Organization, “Off-site Center”; http://www.ansn-elibrary.org/images/5/55/Nuclear_Emergency_Response_Operations_Facility_(OFFSITE_CENTER).pdf
68.	Japan Medical Association, “JMA Disaster Headquarters Status Reports”, 15 maart tot 28 april 2011; http://www.med.or.jp/english/report/index.html

69.	Japan Medical Association, "Japan Medical Association Team's (JMAT) Activities and Nuclear Accident in Fukushima after the Great East Japan Earthquake", Masami ISHIIJMAJ, January / February 2012 — Vol. 55, No. 1; http://www.med.or.jp/english/report/index.html
70.	Koninklijke Landmacht, "Chemische Biologische Radiologische Nucleaire (CBRN) respons capaciteit", 2012; http://www.infopuntveiligheid.nl/Publicatie/DossierItem/81/3853/factsheet-chemische-biologische-radiologische-nucleaire-cbrn-respons-capaciteit.html
71.	Lewin, R., "In the Shadow of Fukushima: Facing the Fires of a Meltdown", 27 juni 2012; http://www.hstoday.us/industry-news/general/single-article/in-the-shadow-of-fukushima-facing-the-fires-of-a-meltdown/242a4119dabc5511e28a97a206016ef6.html
72.	Meineke, V. en Dörr, H., "The Fukushima radiation accident: consequences for radiation accident medical management", Health Physics Society, augustus 2012;
73.	MijnAnalist, "Dramatische val aandeel TEPCO", 6 juni 2011; http://www.analist.nl/hottopics/2011/06/06/11339/Dramatische+val+aandeel+Tepco
74.	Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, <i>Netherlands' National Report For the 2nd Convention on Nuclear Safety (CNS) Extraordinary Meeting to be held in August 2012</i> , mei 2012; https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/25422/blg-168426?resultIndex=14&sorttype=1&sortorder=4
75.	Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, "Opwerking van radioactief materiaal", Kst. 25422-93, 6 juli 2012; https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/25422/kst-25422-93?resultIndex=11&sorttype=1&sortorder=4
76.	Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, "Opwerking van radioactief materiaal", kst-25422-96, 24 oktober 2012; https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/25422/kst-25422-96?resultIndex=6&sorttype=1&sortorder=4
77.	Ministerie van Infrastructuur en Milieu, VROM-Inspectie, <i>Responsplan; Nationaal Plan Kernongevallenbestrijding versie 3.0</i> , augustus 2011; http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/09/09/responsplan-nationaal-plan-kernongevallenbestrijding/responsplan-npk-3-0.pdf
78.	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Arbeidsinspectie, <i>Veilig werken door Hulpverleningsdiensten</i> , 24 augustus 2011; http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/08/24/veilig-werken-door-hulpverleningsdiensten.html
79.	Ministerie van Veiligheid en Justitie, Brief aan de Tweede Kamer; Rampenbestrijding en crisisbeheersing, 24 mei 2012; https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/25422/kst-25422-93?resultIndex=11&sorttype=1&sortorder=4
80.	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, "Brief aan repatrianten uit Japan", 19 maart 2011
81.	Ministeries van VROM, SZW, EZ, BZ, BZK, <i>Convention on Nuclear Safety, National report of the kingdom of the Netherlands fifth review meeting, april 2011</i> , September 2010; https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/25422/blg-77856?resultIndex=44&sorttype=1&sortorder=4
82.	Ministry of Economy, Trade and Industry, Japanese Government, <i>Japan's Nuclear Accident - Update -</i> , 2 mei 2011; http://www.iaea.org/newscenter/news/tsunamiupdate01.html
83.	Mishar, M., "Responding to Public Fears on Transboundary Radioactive Contamination from Fukushima Daiichi Accident", Atomic Energy Licensing Board, Malaysia, mei 2011
84.	Moyer, M., "Are Babies Dying in the Pacific Northwest Due to Fukushima? A Look at the Numbers", Scientific American Blogs, 21 juni 2011; http://blogs.scientificamerican.com/observations/2011/06/21/are-babies-dying-in-the-pacific-northwest-due-to-fukushima-a-look-at-the-numbers/

85.	Nagoya Fire Department, "Nagoya Fire Department Fukushima activiteiten overzicht", vertaling M.Venstra, Hare Majesteits Ambassade Tokyo, 2012
86.	Nagoya Fire Department, "Nagoya Fire Department Fukushima, verslag", vertaling M.Venstra, Hare Majesteits Ambassade Tokyo, 2012
87.	National Diet of Japan, <i>The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, chapter 1-6</i> , 2012; http://naiic.go.jp/wp-content/uploads/2012/07/NAIIC_report_lo_res.pdf
88.	National Institute of radiological sciences, "NIRS's Support Measures and Activities to TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station", National Institute of Radiological Sciences, 2011; http://www.nirs.go.jp/ENG/data/pdf/nirs_activities.pdf
89.	National Institute of radiological sciences, <i>REMAT, the Radiation Emergency Medical Assistance Team</i> , februari 2010; http://www.nirs.go.jp/ENG/info/100202.shtml
90.	National Museum of emerging science and innovation, "Case March 11, Schematic view of a plant building and its vicinity", http://case311e.miraikan.jst.go.jp/home/pics/npp2
91.	National Police Agency of Japan, "Damage Situation and Police Countermeasures", Emergency Disaster Countermeasures Headquarters, 12 september 2012; http://www.npa.go.jp/archive/keibi/wiki/higaijokyo_e.pdf
92.	Nederlands Tijdschrift voor de Geneeskunde, website, "Reacties op Stalpers", 22 oktober 2012; http://www.ntvg.nl/publicatie/medische-en-biologische-gevolgen-van-kernrampen
93.	Nederlands Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding, <i>Leerarena Moerdijk</i> , augustus 2011; http://www.brandweernederland.nl/service/publicaties/handreikingen_e_d/leerarena-moerdijk/
94.	NHK Documentary March to Recovery Series, "Voices from 3.11, Their Fate in Their Hands, Miharū, Fukushima Prefecture", MissingSky101, 3 november 2012; http://www.youtube.com/watch?v=A7_YCBx6qKc
95.	Ninokata, H., "Responses taken to fight the nuclear accident and to mitigate the consequences", Politecnico di Milano, KIVI Symposium, Den Haag, 23 november, 2012; http://www.kiviniria.net/media/Techniekpromotie/Thema_SKIVINIRIA/Energie/kivi_ninokata_20121123.pdf
96.	NOS, "Steun voor TEPCO na ramp Fukushima", 4 november 2011; http://nos.nl/artikel/310112-steun-voor-tepco-na-ramp-fukushima.html
97.	NRC.nl, "Zware aardbeving treft noordoosten Japan", 7 december 2012; http://www.nrc.nl/nieuws/2012/12/07/zware-aardbeving-treft-noordoosten-japan/
98.	NU.nl, "Tepco geeft toe tsunamigevaar te hebben gebagatelliseerd", 12 oktober 2012; http://www.nu.nl/buitenland/2932426/tepco-geeft-toe-tsunamigevaar-hebben-gebagatelliseerd.html
99.	NU.nl, "Vissen Fukushima nog nooit zo besmet"; http://www.nu.nl/buitenland/2890028/vissen-fukushima-nog-nooit-zo-besmet.html
100.	NU.nl, "Brandweer Tokyo bluste reactoren onder dwang", 23 september 2012; http://www.nu.nl/buitenland/2473793/brandweer-tokio-bluste-reactoren-dwang.html
101.	NU.nl, "Regering Japan wil af van kernenergie", 14 september 2012; http://www.nu.nl/buitenland/2909299/regering-japan-wil-af-van-kernenergie.html
102.	NU.nl, "Tepco sluit niet uit dat centrale Fukushima nog lekt", 27 oktober 2012; http://www.nu.nl/buitenland/2943442/tepco-sluit-niet-centrale-fukushima-nog-lekt.html

103.	Onderzoeksraad voor de veiligheid, <i>Brand bij Chemie-Pack te Moerdijk</i> , 5 januari 2011; http://www.brandweerkennisnet.nl/%4031379/onderzoeksrapport/
104.	Organisation for Economic Co-operation and Development, Nuclear Energy Agency, "Basic design information for Boiling Water Reactors", 16 maart 2011; http://www.oecd-nea.org/press/2011/BWR-basics_Fukushima.pdf
105.	Osaka Municipal Fire Department, "Our organisation", 16 augustus 2012; http://www.city.osaka.lg.jp/contents/wdu020/shobo/english/e01/index.html
106.	Overwater, R., <i>Metingen in buitenlucht op het RIVM-terrein te Bilthoven na het Fukushima kernongeval in maart 2011</i> , RIVM, 2011; www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/610891001.pdf
107.	Portefeuillehoudersoverleg Crisisbeheersing, <i>Visie op zelfredzaamheid 2011-2015: de burger als bondgenoot</i> , 30 mei 2011; http://www.veiligheidsregio-ijsselland.nl/data/styleit/files/Definitief_concept_Visie_op_zelfredzaamheid_burger_als_bongenoot_POC_30_mei_2011(1).pdf
108.	Provinciale Zeeuwse Courant, "Mutatie vlinders na kernramp Fukushima", 15-08-2012
109.	Provinciale Zeeuwse Courant, "Opstelten: meer oefenen op bestrijden kernramp", 12 december 2012; http://www.pzc.nl/regio/zeeuws-nieuws/opstelten-meer-oefenen-op-bestrijden-van-kernramp-1.3557731
110.	Research Institution for Radiation Biology and Medicine, Seminar on Fukushima Reconstruction, hosted by ISTR/STCU, Hiroshima University, 4 februari 2012; http://www.iae.or.jp/jyosen/pdf/Fukushima(Feb_4th)/16_KAMIYA(Japan)/Prof_Kamiya(Japan)_English.pdf
111.	Rijksoverheid.nl, "Nationale Veiligheid, Capaciteiten-analyse voor de taak 'grootschalige evacuatie'", 30 mei 2008, http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2008/05/30/capaciteitenanalyse-voor-de-taak-grootschalige-evacuatie.html
112.	Rijksoverheid.nl, "Europese stresstest kerncentrales", juni 2012; http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kernenergie/europese-stresstest-kerncentrales
113.	Rijksoverheid.nl, "Factsheet grootschalige evacuatie", 23 mei 2008; http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/brochures/2008/05/23/factsheet-grootschalige-evacuatie.html
114.	RIKILT, "RIKILT in het kort", Wageningen UR; http://www.wageningenur.nl/upload/2fb9a8cb-1134-43c8-af0a-7a59b15af841_RIKILT%20in%20het%20kort%20HR.pdf
115.	RIVM, "Nationaal Meetnet Radioactiviteit", 5 januari 2013; http://www.rivm.nl/Onderwerpen/Onderwerpen/N/Nationaal_Meetnet_Radioactiviteit
116.	RIVM, Smetsers, R., <i>Radiologische basiskennis Kernongevallenbestrijding</i> , maart 2005; (op diverse websites beschikbaar)
117.	RIVM, NRG en Erasmus MC, <i>Radiologisch handboek hulpverleningsdiensten</i> , 2004-2010; http://www.infopuntveiligheid.nl/Infopuntdocumenten/Radiologisch%20Handboek.pdf.pdf
118.	Rooijen, W.F.G, "The Fukushima nuclear accident and radiological consequences", Research Institute of Nuclear Engineering, University of Fukui Tsuruga, Japan, KIVI Symposium, Den Haag, 23 november, 2012; http://www.kiviniria.net/media/Techniekpromotie/Thema_SKIVINIRIA/Energie/kivi_rooijen_20121123.pdf
119.	Sasakawa Peace Foundation, The Fukushima Nuclear Accident and Crisis Management — Lessons for Japan-U.S. Alliance Cooperation —, september 2012, http://www.spf.org/jpus/img/investigation/book_fukushima.pdf
120.	Schreurs, H., "Japan Earthquake and tsunami Seconded to the MIC as Technical expert", 18 november 2011; www.hetlocc.nl
121.	Schreurs, H., mondelinge mededelingen, 29 oktober 2012

122.	Smetsers, R., <i>Risicoschatting en –management bij radiologische en nucleaire incidenten</i> , Laboratorium voor Stralingsonderzoek RIVM, 11 maart 2011; http://www.vn.nl/web/file?uuid=36b228ba-6781-4058-8bd2-0d6800ec210a&owner=4aab3242-1f1d-4321-aed2-d13130550469
123.	Spiegel online, “It's Amazing How Traumatized They Are”, 28 februari 2012; http://www.spiegel.de/international/world/the-fukushima-psychiatrist-it-s-amazing-how-traumatized-they-are-a-818054.html
124.	Stad Antwerpen, “Haven van Antwerpen – Fukushima”, memo F. Vercruyse, 7 december 2012
125.	Stalpers, L. e.a., “Medische en biologische gevolgen van kernrampen, medische stralingsrisico’s overdreven; psychologische risico’s onderschat” <i>Nederlands Tijdschrift voor de Geneeskunde</i> , 2012, 156:A4394;
126.	Structurele Evaluatie Milieuwetgeving, <i>Evaluatie Kernenergiewet</i> , STEM publicatie 2006/4, Maastricht, 2007
127.	Ten Hoeve, J., M.Jacobson, “Worldwide health effects of the Fukushima Daiichi nuclear accident”, <i>Energy & Environmental Science</i> , The Royal Society of Chemistry 2012; http://www.stanford.edu/group/efmh/jacobson/TenHoeveEES12.pdf
128.	The Guardian, “Fukushima fishermen battle to turn the tide on a crippled industry”, 9 augustus 2012; http://www.guardian.co.uk/environment/2012/aug/09/fukushima-fishermen-crippled-industry
129.	The Japan Times OnLine, “Fukushima finds first child thyroid cancer after 3/11”, 13 september 2012; http://www.japantimes.co.jp/text/nn20120913b7.html
130.	The Japan Times OnLine, “NRA commissioners tap views of non-Japanese nuclear experts”, 15 december 2012; http://www.japantimes.co.jp/text/nn20121215a7.html
131.	The Telegraph, “Nearly 36pc of Fukushima children diagnosed with thyroid growths”, 19 juli 2012; http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/japan/9410702/Nearly-36pc-of-Fukushima-children-diagnosed-with-thyroid-growths.html
132.	Thompson, J., “Fukushima and its consequences”, <i>Nuclear Future</i> , volume 8, issue 2; http://www.safetyinengineering.com/FileUploads/Fukushima%20and%20its%20consequences_1333975176_2.pdf
133.	Tokyo Electric Power Company, <i>Fukushima Nuclear Accident Analysis Report</i> , 20 juni 2012; http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu12_e/images/120620e0104.pdf Japanse versie: http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu12_j/images/120620j0306.pdf
134.	Tokyo Electric Power Company, “Status of TEPCO's Nuclear Power Stations after the Tohoku-Chihou-Taiheiyu-Okai Earthquake”, 14 augustus 2012; http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2012/1211890_1870.html
135.	Tokyo Electric Power Company, <i>Survey Result Map on Nuclide Analysis of Ocean Soil within 20 km Radius Area from Fukushima Daiichi Nuclear Power Station</i> 26 maart 2012; http://enenews.com/most-contaminated-soil-sample-is-near-fukushima-daiichi-not-daiichi-map
136.	Tokyo Electric Power Company, “TEPCO's Efforts towards Nuclear Reform”, 15 oktober 2012; http://www.tepco.co.jp/en/index-e.html
137.	Tokyo Fire Department, “Fukushima No. I Nuclear Power Plant”, DVD 2011.
138.	Tokyo Fire Department, “Verslag inzet Fukushima”, vertaling M.Venstra, Hare Majesteits Ambassade Tokyo, 2012
139.	Tokyo Shinbin, “Fukushima I Nuke Plant: Safety Equipment (Rupture Disk) Delayed the Vent”, 29 augustus 2012 via http://ex-skf.blogspot.com.au/2012/08/fukushima-i-nuke-plant-safety-equipment.html

140.	United Nations Environment Programme, <i>Managing post-disaster debris the Japan experience</i> , 2012; http://www.unep.org/pdf/UNEP_Japan_post-tsunami_debris.pdf
141.	USNRC Technical Training Center, "Boiling Water Reactor Systems"; http://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/teachers/03.pdf
142.	Vandaag.be, "Vrijwilligers meten straling in Fukushima", 13 januari 2013; http://www.vandaag.be/buitenland/75484_vrijwilligers-meten-straling-fukushima.html
143.	Vano, E. e.a., "Radiation risks and radiation protection training for healthcare professionals: ICRP and the Fukushima experience." <i>Journal of radiological Protection</i> , 31 (2011) 285-287, IOP Publishing; http://iopscience.iop.org/0952-4746/31/3/E03/pdf/0952-4746_31_3_E03.pdf
144.	Veiligheidsberaad i.s.m. Nationaal Coördinator Terrorismebestrijding en Veiligheid, Advies Bestuurlijke Werkgroep Bovenregionale Samenwerking, juni 2012; http://www.burgemeesters.nl/node/3520
145.	Veiligheidsregio Midden- en West Brabant, "Bestuurlijke verantwoording naar aanleiding van de zeer grote brand op 5 januari 2011 in Moerdijk", 17 augustus 2011; http://www.veiligheidsregiomwb.nl/Organisatie/~media/Files/veiligheidsregiomwb_nl/documenten/Moerdijk/Bestuurlijke_verantwoording_aanpak_brand_Chemie_definitieve_versie.ashx
146.	Veiligheidsregio Zeeland, <i>Rampbestrijdingsplan Nucleaire Installaties</i> , 28 september 2011; http://www.vrzeeland.nl/vrz-organisatie/publicaties-2
147.	Venstra, M., "Memo ziektekostenverzekeringen", Hare Majesteits Ambassade, Tokyo, 13 januari 2013
148.	Venstra, M., "Verslag van de presentatie van het eindrapport van de Investigation Committee on the Accident at the Fukushima Nuclear Power Plant of Tokyo Electric Power Co door voorzitter Yotaro HATAMURA aan de Minister President.", Hare Majesteits Ambassade, Tokyo, 23 juli 2012
149.	Volkskrant.nl, "'Nederland slecht voorbereid op watersnoodramp', minister Schultz waarschuwt", 26 januari 2013; http://m.volkskrant.nl/article/carrousel/3383240/Nederland-niet-goed-voorbereid-op-watersnoodramp.html
150.	Volkskrant.nl, "Nieuwe Japanse premier kiest onverkort voor kernenergie", 29 december 2012; http://krant.volkskrant.nl/ipaper-online/print/article/8002/21707/NL/1471547
151.	Vollenhoven, P. van, "Hier onveilig? Onmogelijk!", passages uit het boek van Mr. P. van Vollenhoven, VARA 2013; http://pauwenwitteman.vara.nl/fileadmin/uploads/penw/be_users/images/2012/201212/20121213/Hier_onveilig_Onmogelijk_Samenvatting.pdf
152.	Wakeford, R., "And now, Fukushima", <i>J. Radiol. Prot.</i> 31 (2011) 167–176; http://iopscience.iop.org/0952-4746/31/2/E02/fulltext/huh.html
153.	Wakeford, R., "The silver anniversary of the Chernobyl accident. Where are we now?", <i>J. Radiol. Prot.</i> 31 (2011) 1–7; http://iopscience.iop.org/0952-4746/31/1/E02/
154.	Wetten.nl, "wet aansprakelijkheid kernongevallen", 7 januari 2013; http://wetten.overheid.nl/BWBR0003234/geldigheidsdatum_07-01-2013
155.	Wikipedia, "2011 Tōhoku earthquake and tsunami", 28 oktober 2012; http://en.wikipedia.org/wiki/2011_T%C5%8Dhoku_earthquake_and_tsunami
156.	Wikipedia, "Fukushima 50", 14 september 2012, http://en.wikipedia.org/wiki/Fukushima_50
157.	Wikipedia, "Kernenergiecentrale Fukushima I", 15 oktober 2012; http://nl.wikipedia.org/wiki/Kernenergiecentrale_Fukushima_I
158.	Wikipedia, "Timeline of the Fukushima nuclear accidents", 1 september 2012, http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Fukushima_nuclear_accidents

159.	Wikipedia, "Tōkai Nuclear Power Plant", 3 oktober 2012; http://en.wikipedia.org/wiki/T%C5%8Dkai_Nuclear_Power_Plant
160.	Wikipedia, "Tokaimura nuclear accident", 25 oktober 2012; http://en.wikipedia.org/wiki/Tokaimura_nuclear_accident
161.	Wikipedia, "Zeebeving Sendai 2011", 1 september 2012; http://nl.wikipedia.org/wiki/Zeebeving_Sendai_2011#cite_note-4 .
162.	Wilson, R., "Evacuation criteria after a nuclear accident: a personal perspective", Dose-Response, University of Massachusetts, 2012; http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3526323/
163.	World news, "Ex-Tokyo FD head regrets Fukushima order", 8 maart 2012; http://www.upi.com/Top_News/World-News/2012/03/08/Ex-Tokyo-FD-head-regrets-Fukushima-order/UPI-74411331236423/
164.	World Nuclear News, "New Japanese regulator takes over", 19 september 2012; http://www.world-nuclear-news.org/RS-New_Japanese_regulator_takes_over-1909125.html
165.	Yoshida, "Report of the earthquake experience", 11 tot 14 maart 2011; http://www.civil.tohoku-gakuin.ac.jp/yoshida/Earthquake/IndexE.html ; http://www.youtube.com/watch?v=qOIL2kbKGfQ

Bijlage 4: Toelichting technische termen

De onderstaande toelichting is opgesteld o.m. met behulp van de uitgave van het RIVM, dr. R.Smetsers, *Radiologische basiskennis Kernongevallenbestrijding*^[116]. Daarna is een overzicht opgenomen van de in Nederland gehanteerde interventiewaarden^[22,80].

inleiding

Een atoom bestaat uit een compacte atoomkern, met daaromheen een aantal elektronen. De atoomkern is op zijn beurt opgebouwd uit een aantal deeltjes. Sommige atoomkernen zijn opgebouwd uit een stabiele combinatie, andere uit een onstabiele combinatie van deeltjes. De onstabiele kern zal vroeg of laat vervallen, d.w.z. dat de samenstelling van de atoomkern verandert, onder uitzending van straling. Dat verschijnsel heet radioactiviteit; atoomkernen die radioactief verval vertonen heten radionucliden of radio-isotopen.

becquerel

De mate waarin een voorwerp radioactief is wordt uitgedrukt in 'het aantal kerndeeltjes dat per seconde verval'. De eenheid van radioactiviteit is dus $[s^{-1}]$, maar hieraan is de aparte naam becquerel [Bq] gegeven. In de dagelijkse praktijk komen we activiteiten tegen die uitgedrukt worden in kBq, MBq of GBq. Bij kernongevallen kunnen echter zeer grote hoeveelheden radioactiviteit vrijkomen. Het gaat dan al snel om TBq (tera = 10^{12}) of PBq (peta = 10^{15}).

De hoeveelheid natuurlijke radioactieve stoffen in het menselijk lichaam is zo'n 120 Bq/kg. De gemiddelde mens is dus een radioactieve bron van ca. 8500 Bq.

gray

Naast het afgeven van straling kan de mens ook bestraald worden. Hoge stralingsdoses worden aangeduid met de eenheid gray [Gy]. Bij volledige bestraling van het lichaam nemen we boven 1 Gy de eerste symptomen van stralingsziekte waar (misselijkheid, hoofdpijn, braken, diarree).

sievert

Basisgrootheden, zoals activiteit [Bq] en geabsorbeerde dosis [Gy] zijn prima geschikt om natuurkundige processen te beschrijven maar ze vormen niet altijd een goede maat voor de biologische schadelijkheid van straling. Daarom zijn er speciale grootheden gedefinieerd, waarbij rekening wordt gehouden met de verschillen in schadelijkheid tussen soorten straling en met de verschillende gevoeligheid van organen voor straling en het ontstaan van kanker. De bijbehorende eenheid is sievert [Sv].

Het gemiddelde jaarlijkse dosisequivalent ten gevolge van achtergrondstraling ligt rond de 2,5 mSv (afhankelijk van de plaats op aarde). Ter vergelijking: een röntgenfoto levert een totaal dosisequivalent van 0,1 tot 1,0 mSv, een CT-scan levert al gauw zo'n 10 mSv op.

Zie tabel onder voor de interventiewaarden die in Nederland gelden.

CPM

De CPM, "counts per minute" is het aantal deeltjes dat een teller in de lucht meet. De schadelijkheid hangt mede af van het type deeltje, maar daarin maakt de eenheid CPM geen verschil. Zonder de karakteristieken van het meetinstrument kunnen deze meetwaarden niet zelfstandig worden geïnterpreteerd.

Interventiewaarden

In Nederland worden de volgende interventiewaarden gehanteerd:

Maatregel	Interventiewaarden
Preventive evacuation:	1000 mSv H_{eff} (24 hours dose)
First day evacuation:	200 mSv H_{eff} (48 hours)
Late evacuation:	50-250 mSv (first year dose)
Relocation/return:	50-250 mSv (first 50 years after return)
Iodine prophylaxis:	100 mSv (child, 48 h); 1000 mSv (adult, 48 h)
Sheltering:	10 mSv H_{eff} (48 h)
Cattle grazing prohibition:	5000 Bq I-131 per m ²
Milk (products), drinking water etc:	500 Bq/l I, 1000 Bq/l Cs, 125 Bq/l Sr, 20 Bq/l alpha emitters

Bron: Convention on Nuclear Safety, *National report of the kingdom of The Netherlands, fifth review meeting*, april 2011; p.80.

Bijlage 5: Afkortingen

A-regio's	De regio's met een nucleair object van de A-categorie zoals bedoeld in de Kernenergiewet (Noord-Holland-Noord, Haaglanden, Rotterdam-Rijnmond, Zeeland, Midden- en West Brabant, Brabant-Noord en Twente)
BWR	Boiling Water Reactor
C-2000	Communicatie 2000, het communicatiesysteem van de Nederlandse hulpdiensten
EPRC	Emergency Preparedness and Response Centers
EPA-n	De Eenheid Planning en Advies Nucleair
ERSS	Emergency Response Support System (Japan)
GHOR	Geneeskundige Hulpverlening bij Ongevallen in de Regio
GRIP	Gecoördineerde Regionale Incidentbestrijdingsprocedure
HMA	Hare Majesteits Ambassade
IAEA	International Atomic Energy Agency
INES	Nuclear and Radiological Event Scale
ICRP	International Commission on Radiological Protection
JCO	Japan Nuclear Fuel Conversion Co.
JMA	Japan Medical Association
LOCC	Landelijk Operationeel Coördinatiecentrum
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry (Japan)
MEXT	Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (Japan)
MIC	Monitoring and Information Centre van dit Mechanism (Europese Unie)
NEAT	Nuclear Emergency and Training (Japan)
NERHQ	Nuclear Emergency Response Headquarters (landelijk)
NERLHQ	Nuclear Emergency Response Local Headquarters (off-site)
NIRS	National Institute of Radiological Sciences (Japan).
NISA	Nuclear and Industrial Safety Agency (Japan)
NPK	Nationaal Plan Kernongevallenbestrijding
NRA	Nuclear Regulation Authority (Japan)
NSC	Nuclear Safety Commission (Japan)
NSIC	Nuclear Safety Investigation Committee (Japan)
RANET	Response and Assistance Network (IAEA)
rbpNI	Rampbestrijdingsplan Nucleaire Installaties
REMAT	Radiation Emergency Medical Assistance Teams (IAEA)
RIKILT	Rijks Kwaliteitsinstituut voor Land- en Tuinbouwproducten
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
SPEEDI	<i>System for Prediction of Environment Emergency Dose Information</i> (Japan)
TEPCO	Tokyo Electric Power Company
UNEP	United Nations Environment Program