



Bron (deels)
Operation, Accidents,
Attacks, and Proliferation

advies
**kappetijn
briks**

Imke Hermans / Kees Kappetijn
22-4-2015

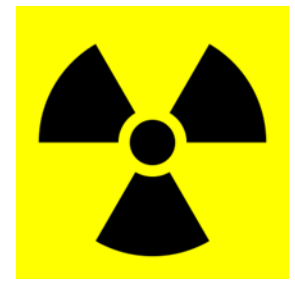
Nucleaire Veiligheid

Inhoud

- Stralingsziekte
- Blootstellingsniveaus
- Verspreiding & agentschappen
- INES & eerdere voorvallen



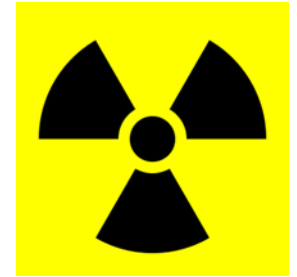
Stralingsziekte



- Grote dosis straling in een kort tijdsbestek
OF
- Laag blootstellingsniveau gedurende een langere periode.
- Symptomen ontstaan omdat men er misselijk van wordt en straling verstoort cel verdeling
- Een cel incident aan straling kan:
 - Zich verdelen als gepland en onaangetast blijven
 - Doodgaan (daarom wordt straling gebruikt bij kankerbestrijding!)
 - Zich incorrect verdelen
 - Als dit het geval is, en deze gemuteerde cellen regenereren, dan maken ze meer en meer gemuteerde cellen = kanker



Stralingsziekte [2]



- Hoe blootstelling wordt gemeten:
 - Rad - 0.01 Joules aan energie per kilogram weefsel
 - (Gy) - 1 joule per kilogram weefsel
dus, 100 rad = 1 Gy
- Om de effecten van de dosis op het weefsel te kunnen bepalen, moet men eerst de specifieke stralingstypen en hun effect op het weefsel weten, **of relative biological effectiveness (RBE)**, welke je vermenigvuldigt met de dosis om het algehele effect te bepalen, gegeven in Sieverts-eenheden (100rem = 1 Sv)
 - De RBE is gegeven in Röntgen-eenheden (of rems) een heet een kwaliteitsfactor en wordt daarom aangegeven met Q.
 - Alfa-Q kan oplopen tot 20
 - Neutron straling – afhankelijk van hun energie
 - Bèta deeltjes, röntgen foto's, en gamma stralen - Q=1

Blootstellingsniveaus [1]

- **0.05 – 0.2 Sv (5 – 20 REM)**
 - Geen symptomen – kan positief zijn? (hormesis)
 - 50 mSv is de jaarlijkse federale limiet voor stralingswerkers in de Verenigde Staten. In het Verenigd Koninkrijk is de jaarlijkse limiet voor een geclassificeerde stralingswerker 20 mSv.
- **0.2 – 0.5 Sv (20 – 50 REM)**
 - Geen merkbare symptomen. Aantal rode bloedcellen loopt tijdelijk terug.
- **0.5 – 1 Sv (50 – 100 REM)**
 - Milde stralingsziekte met hoofdpijn en verhoogd risico op infecties dankzij ontwrichting van immuuncellen. Tijdelijke mannelijke steriliteit is mogelijk.

Blootstellingsniveaus [2]

- **1 – 2 Sv (100 – 200 REM)** *Lichte stralingsziekte, 10% fataliteit na 30 dagen*
 - Typische symptomen zijn milde tot matige misselijkheid (50% waarschijnlijkheid bij 2 Sv), met incidenteel braken, beginnend 3 - 6 u. na blootstelling en blijvend tot op een dag.
 - Gevold door een 10 tot 14 dagen durende latente fase, na welke lichte symptomen als algemeen ziek zijn en vermoeidheid optreden omdat immuunsysteem geraakt is.
 - Tijdelijke mannelijke steriliteit is gewoon.
 - Spontane abortus of doodgeboorte komt voor in zwangere vrouwen.
- **2 – 3 Sv (200 – 300 REM)** *Matige stralingsziekte, 35% fataliteit na 30 dagen*
 - Misselijkheid is gewoon (100%), met 50% kans op braken. Symptomen beginnen 1 – 6 u. na bestraling en duren 1 tot 2 dagen.
 - 7 tot 14 dagen latente fase, na welke de volgende symptomen verschijnen: haarverlies over gehele lichaam (50% waarschijnlijkheid), vermoeidheid en algehele ziekte.
 - Enorm verlies van witte bloedcellen, wat de kans op infectie zeer verhoogd.
 - Permanente vrouwelijke steriliteit is mogelijk.
- **3 – 4 Sv (300 – 400 REM)** *Ernstige stralingsziekte, 50% fataliteit na 30 dagen*
 - Symptomen zijn gelijkend aan de 2–3 Sv dosis gepaard met oncontroleerbaar bloeden in de mond, onderhuids en in de nieren na de latente fase.

Blootstellingsniveaus [3]

- **4 – 6 Sv (400 – 600 REM)** *Acute stralingsziekte, 60% fataliteit na 30 dagen*
 - Fataliteit stijgt van 60% bij 4.5 Sv tot 90% bij 6 Sv (tenzij intensieve medische aandacht wordt geschonken)
 - Symptomen starten 30 min. - 2 u. na blootstelling en duren tot op 2 dagen.
 - 7 tot 14 dagen latente fase, na welke over het algemeen dezelfde symptomen verschijnen als bij 3-4 Sv bestraling, met verhoogde intensiteit.
 - Vrouwelijke steriliteit is gewoon op dit punt.
 - De primaire doodsoorzaken (in het algemeen 2 tot 12 weken na bestraling) zijn infecties en interne bloedingen.
- **6 – 10 Sv (600 – 1,000 REM)** *Acute stralingsziekte, nagenoeg 100% fataliteit na 14 dagen*
 - Overleving hangt af van intensieve medische aandacht.
 - Beenmerg is bijna of volledig vernietigd (beenmergtransplantatie is vereist)
 - Maag- en darmweefsel zijn ernstig beschadigd.
 - Symptomen starten 15 tot 30 minuten na bestraling en duren tot 2 dagen.
 - Latente fase – dood
 - Herstel zou enkele jaren duren en is waarschijnlijk nooit volledig.

Blootstellingsniveaus [4]

- **10 – 50 Sv (1,000 – 5,000 REM) *Acute stralingsziekte, 100% fataliteit na 7 dagen***
 - Een zo hoge blootstelling leidt tot spontane symptomen na 5 tot 30 minuten.
 - Sterke vermoeidheid en onmiddellijke misselijkheid veroorzaakt door directe activering van chemische receptoren in het brein dankzij de bestraling.
 - Er is een periode van enkele dagen van betrekkelijk welzijn (latente fase). Daarna cel dood in het maag- en darmweefsel, wat ernstige diarree, inwendige bloedingen en waterverlies veroorzaakt.
 - Dit leidt tot verstoring van de water-elektrolytenbalans. Dood begint met delirium en coma door stilvallen van circulatie. Dood is onvermijdelijk; enige behandeling is pijntherapie.
- **Meer dan 50 Sv (>5,000 REM) *Dood***
 - Een werknemer die tussen 60 en 180 Sv ontving (18,000 REM) in zijn bovenlichaam bij een ongeluk in Los Alamos, New Mexico, VS in December 1958, overleefde voor 36 uur.

EFFECTS OF RADIATION EXPOSURE

(Exposure in millisieverts)

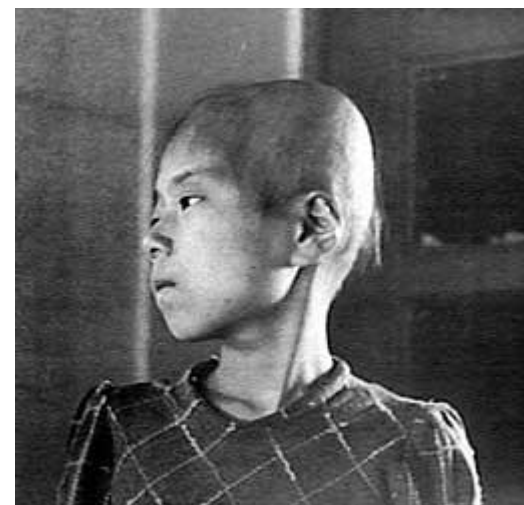
20,000 mSv	Cognitive impairment, convulsions and death within hours of receiving dose of radiation
10,000 mSv	Destruction of intestinal lining, internal bleeding and death with 2 weeks of exposure
6,000 mSv	Typical dosage recorded in Chernobyl workers who died within a month
5,000 mSv	Single dose which would kill half of those exposed
1,000 mSv	Can cause radiation sickness and nausea but not death
750 mSv	Hair loss 2 weeks after exposure
700 mSv	Vomiting begins within hours of exposure
400 mSv	Maximum radiation levels/hour recorded at Fukushima site on 14th March
350 mSv	Exposure of Chernobyl resident who were relocated
100 mSv	Recommended limit for radiation workers every 5 years
10 mSv	Radiation dose in full-body CT scan
9 mSv	Annual exposure rate to airline crew traveling polar route from NY to Tokyo
2 mSv	Natural radiation we are exposed to per year
1.02 mSv	Radiation/hour detected at Fukushima site on 12th March
0.4 mSv	Mammogram breast x-ray exposure
0.1 mSv	Dose of radiation from a chest x-ray
0.01 mSv	Dental x-ray



Thermische straling



10-20 Gy



Haarverlies

Stralingsziekte

- Symptomen
 - Misselijkheid & braken (*bij elke blootstelling*)
 - Kneuzingen & slechte wondheling (*bij matige tot ernstige blootstelling*)
 - Bloeden uit lichaamsopeningen
 - Bloederige diarree en braaksel (*bij matige tot ernstige blootstelling*)
 - Stralingsbrandwonden
 - Haarverlies (*bij matige tot ernstige blootstelling*)
 - Hoofdpijn, zwakte & vermoeidheid (*bij elke blootstelling, pijn niveau hangt af van hoeveelheid Gy*)
 - Mondzweren
 - Trillingen & convulsies
 - Koorts & infecties (*bij matige tot ernstige blootstelling*)
- Bij blootstellingen boven 2 Gy, is stralingsziekte waarschijnlijk fataal zonder directe medische aandacht.
- Bij blootstellingen boven 6 Gy, is stralingsziekte waarschijnlijk fataal, zelfs met directe medische aandacht.

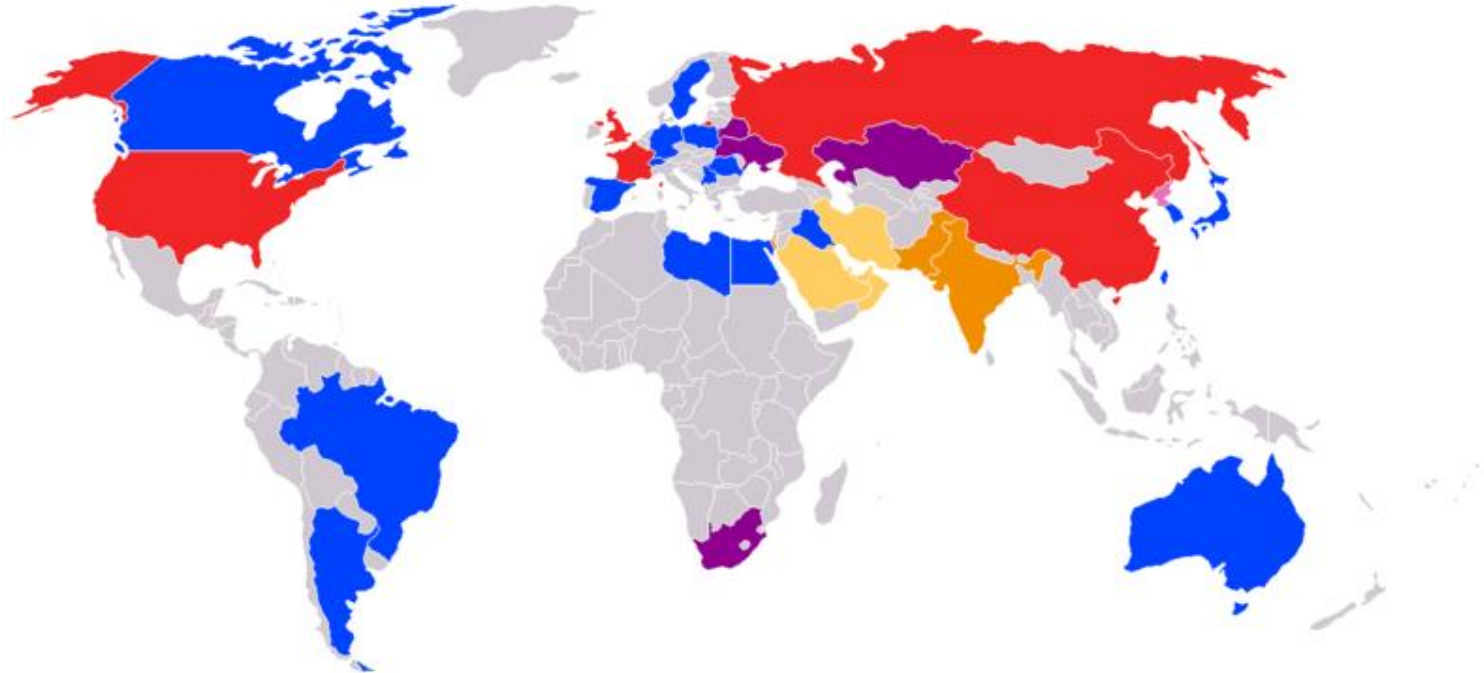
Dus met al deze risico's...
hebben we regels/regelingen
nodig...

- Verspreiding
- Agentschappen

Nucleaire Non-proliferatie Verdrag

- Ondertekenaars: de vijf Nucleaire Wapenstaten (NWS) erkend door de NPT: de Volksrepubliek China, Frankrijk, de Russische Federatie, het Verenigd Koninkrijk, en de VS.
- Opvallende niet-ondertekenaars zijn Israël, Pakistan en India (de laatste twee hebben sindsdien nucleaire wapens getest, terwijl Israël door de meesten wordt gezien als een niet erkende nucleaire wapenstaat). Noord-Korea was ooit ondertekenaar maar trok zich terug in januari 2003. De legaliteit van Noord-Korea's terugtrekking is op voor discussie, maar per 9 oktober 2006 bezit Noord-Korea duidelijk de bekwaamheid om nucleaire wapens te fabriceren.

Nucleaire Verspreiding



Rood
Oranje
Paars
Blauw
Roze
Licht Oranje

Vijf "nucleaire wapenstaten" van de NPT
Andere bekende nucleaire machten
Bezat voorheen nucleaire wapens
Had op een bepaald punt nucleaire macht
Bezit, maar is niet algemeen aangenomen
Verdacht nucleaire macht te hebben

Agentschappen

- Internationaal – **International Atomic Energy Agency (IAEA)**
- VS – Civiele nucleaire veiligheid wordt gereguleerd door de **Nuclear Regulatory Commission (NRC)**.
MAAR
 - De veiligheid van nucleaire installaties en materialen gecontroleerd door de regering van de VS voor onderzoek, wapenproductie en voor de aandrijving van marine voertuigen wordt niet overzien door de NRC.
- Verenigd Koninkrijk – Nucleaire veiligheid wordt gereguleerd door de **Nuclear Installations Inspectorate (NII)** en de **Defence Nuclear Safety Regulator (DNSR)**.
- Nederland – Nucleaire veiligheid wordt gereguleerd door de **Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming**

International Atomic Energy Agency (IAEA)

- Opgericht in 1957 als 's werelds “Atoms for Peace” (“Atomen voor Vrede”) programma
- Promoot vredig gebruik van nucleaire energie en verbied het gebruik voor militaire doeleinden.
- Richtte de International Nuclear Events Scale (INES-schaal) op
- 144 lidstaten
- Wat betreft veiligheid en beveiliging, overzien zij nucleaire installaties, radioactieve bronnen, transport van radioactieve materialen en radioactief afval.
 - “Een kernelement is het instellen en het bevorderen van de toepassing van internationale veiligheidsstandaarden voor het managen en reguleren van activiteiten met nucleaire en radioactieve materialen.” – IAEA
 - “De focus ligt bij staten helpen voorkomen, detecteren en reageren op terroristische of andere kwaadgezinde daden – zoals illegaal bezit, gebruik, verplaatsing en transport – en om nucleaire installaties en transport te beschermen tegen sabotage.” – IAEA



Nuclear Regulatory Commission (NRC)



- Opgericht in 1974
- Reguleert commerciële nucleaire reactoren en andere gebruiken van nucleair materiaal, zoals nucleaire medicijnen, d.m.v. **vergunningen, inspecties en doorvoering van eisen.**
- Hun programma stelt limieten voor stralings-blootstelling op voor werknemers en het volk en vereist dat diegenen die nucleair materiaal gebruiken, actie ondernemen zodat blootstelling ruim onder de limieten blijft.
- Als je radioactief materiaal wil gebruiken, moet je een vergunning aanvragen. Behalve als het gaat om zeer kleine hoeveelheden radioactief materiaal – zoals de kleine stralingsbron in veel rookmelders. Maar de fabrikant van deze en soortgelijke items, vereisen specifieke vergunningen en wettelijke controle.
- Commerciële nucleaire brandstof faciliteiten betrokken bij het verwerken en fabriceren van uraniumerts vereisen vergunningen. Vergunningen voor ander gebruik van radioactieve materialen worden uitgegeven door of de NRC of door staatsregeringen onder NRC-goedgekeurde programma's.
 - Bouwvergunning
 - Exploatievergunning
 - Individuele personeelsvergunningen (Reactor Operator en Senior Reactor Operator)

Nuclear Installations Inspectorate (NII)

Defence Nuclear Safety Regulator (DNSR)



Ministry
of Defence

- Beide agentschappen zijn onderdeel van het Ministerie van Defensie van Groot Brittannië.
- DNSR is de interne toezichthouder voor het Ministerie van Defensie, welke de nucleaire veiligheid op aangewezen locaties door het land controleert.
- NII is onderdeel van het Office for Nuclear Regulations (samen met het Office for Civil Nuclear Security en het Safeguards Office van het Verenigd Koninkrijk)

Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS)



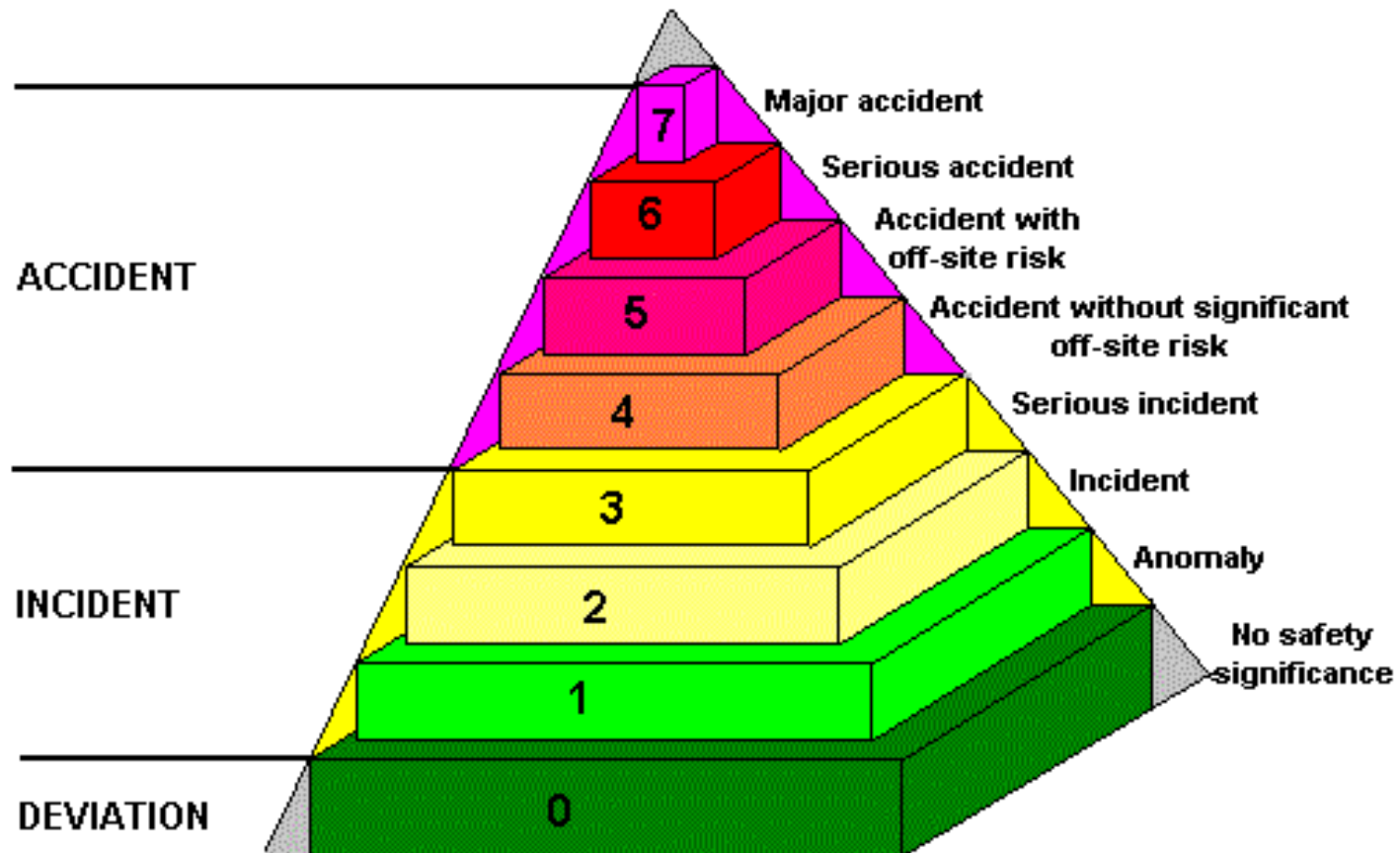
Rijksoverheid

- Samengesteld uit de meest vooraanstaande deskundigen van het land op het gebied van straling en stralingsbescherming.
- Deze autoriteit is leidend in de ontwikkeling van beleid, wet- en regelgeving betreffende nucleaire veiligheid.
- Het behandelt ook vergunning controle, toezicht en handhaving en het onderwijs van mensen.
- De ANVS draagt bij aan onderzoek om de gereedheid van het land in het geval van een nucleair ongeval te waarborgen.

Waar ging het fout?

- INES
- Eerdere voorvallen

International Nuclear Events Scale [1]



International Nuclear Events Scale [2]

- **Opgericht door de IAEA**
- **Level 7**
Enorme off-site gevolgen, grootschalige gezondheids- en milieueffecten.
Voorbeeld: Chernobyl ramp (voormalige Sovjet Unie) in Oekraïne – 1986.
- **Level 6**
Aanzienlijke off-site uitstoting, vereist waarschijnlijk volle verwezenlijking van geplande tegenmaatregelen.
Voorbeeld: Mayak/Kyshtym ongeval (voormalige Sovjet Unie) – 1957.
- **Level 5**
Beperkte off-site uitstoting, vereist waarschijnlijk gedeeltelijke verwezenlijking van geplande tegenmaatregelen.
Voorbeeld: Windscale brand (1957); of ernstige schade aan een reactorkern/radiologische barrières, Three Mile Island ongeval (1979).
- **Level 4**
Geringe off-site invloed resulterend in publieke blootstelling aan de orde van de voorgeschreven limieten, of aanzienlijke schade aan een reactorkern/radiologisch barrières of de fatale blootstelling van een werknemer.
Voorbeelden: Sellafield (UK) - 5 incidenten 1955 tot 1979, Saint-Laurent Nucleaire Kerncentrale – 1980, Buenos Aires – 1983, en Tokaimura nucleair ongeval (Japan) – 1999.
- **Level 3**
Een zeer kleine off-site impact, publieke blootstelling van levels onder de voorgeschreven limieten, of ernstige spreiding van besmetting on-site en/of acute gezondheidseffecten bij een of meerdere werknemers, of het is een “bijna-ongeluk”, wanneer er geen veiligheidslagen overblijven.
Voorbeelden: THORP fabriek, Sellafield (UK) – 2005 en Paks Nucleaire Kerncentrale – 2003.
- **Level 2**
Dit is een incident met geen off-site invloed, hoewel een aanzienlijke besmettingsspreiding on-site kan hebben plaatsgevonden, of overmatige blootstelling van een werknemer, of incidenten met beduidende falen van veiligheidsvoorzieningen.
Voorbeeld: Forsmark Nucleaire Kerncentrale – Zweden 2006
- **Level 1**
Dit is een afwijking voorbij het geautoriseerde werkregime.

Ongevallen Nucleaire Reactoren [1]

- 21 Augustus, 1945 – **Los Alamos, Nieuw Mexico, VS** – Los Alamos Nationaal Laboratorium – Criticaliteits ongeluk
 - Harry K. Daghljan, Jr. liet een wolframcarbide blok vallen op een plutonium kern, waarmee hij onbedoeld een kritieke massa creëerde. Fataal bestraald – gestorven 18/9/1945.
- 8-12 Oktober, 1957 – **Sellafield, Cumbria, Verenigd Koninkrijk** – Windscale Brand – Reactorkern brand – **INES Level 5**
 - Technici oververhitten Windscale Toren nr. 1 omdat slecht geplaatste temperatuursensoren aangaven dat de reactor koelde in plaats van verhitte. De overmatige hitte leidde tot het falen van een nucleaire cassette. De resulterende brand woekerde dagenlang, wat een groot deel van de reactorkern beschadigde. Ongeveer 150 brandende brandstofcellen konden niet uit de kern gehaald worden, maar operatoren verwijderde wel succesvol de nabijgelegen brandstofcellen.
 - Een poging om de grafietkern met water te koelen, bluste uiteindelijk de brand. The reactor had radioactieve gasen losgelaten in de nabijgelegen gebieden, voornamelijk jodium-131. Melk distributie werd verboden in een gebied van 200 vierkante mijl om de reactor voor een aantal weken. Onwaarschijnlijk letsel aan mensen.
- 30 December, 1958 – **Los Alamos, Nieuw Mexico, VS** – Criticaliteits ongeluk
 - Een kritieke massa van een plutoniumoplossing werd per ongeluk gemaakt. Een kraanmachinist stierf onmiddellijk door stralingsziekte.
- Oktober 1988 – **Rocky Flats, Colorado, VS**.
 - In de nucleaire **trigger** montage faciliteit in Rocky Flats in Colorado, ademde twee medewerkers en een inspecteur van het Energiedepartement radioactieve deeltjes in, wat leidde tot sluiting van de fabriek. Meerdere veiligheidsovertredingen werden genoemd, inclusief ongekalibreerde monitoren, ontoereikende brandvoorzieningen en grondwater aangetast door radioactiviteit.

Ongevallen Nucleaire Reactoren [2]

- Juni, 1999 – **Ishikawa Departement, Japan** – Shika Kernreactor – Storing regelstang
 - Operatoren probeerden een regelstang in te brengen tijdens een inspectie, verwaarloosden protocol en trokken er in plaats daarvan drie uit waardoor een 15 minuten durende ongecontroleerde reactie in de nummer 1 reactor van de Shika Kernreactor.
 - Het Hokuriku Elektriciteitsbedrijf wat de reactor bezat hebben het incident niet gemeld en vervalsten papierwerk, waardoor het verborgen bleef tot maart 2007.
- 6 April, 1993 – **Tomsk, Rusland** – Tomsk-7 Siberian Chemical Enterprise – Explosie – **INES Level 4**
 - Explosieve mechanische storing in een reactievat. Door de explosie schoot het betonnen deksel van de bunker, waardoor een groot gat in het plafond van de faciliteit werd geslagen.
 - Het gat liet ong. 6 GBq aan Pu 239 en 30 TBq aan verscheidene andere radionucliden los in het milieu. Het ongeval stelde 160 on-site werkers en bijna 2.000 schoonmaakmedewerkers bloot aan tot wel 50 mSv (de drempelwaarde voor stralingswerkers is 100 mSv per 5 jaar).
- 30 September, 1999 – **Tokaimura, Japan** – Herverwerking Faciliteit – Criticaliteits ongeluk – **INES Level 4**
 - Medewerkers stopten een uranylmetaat oplossing met ong. 16.6 kg uranium, wat meer was dan de kritieke massa, in een neerslagtank. De tank was niet ontworpen op dit soort oplossingen te kunnen ontbinden en was niet aangepast om de uiteindelijke criticaliteit te kunnen voorkomen.
 - Drie medewerkers werden blootgesteld aan neutronstraling in overmatige doses. Twee overleden.

Ongevallen Nucleaire Reactoren [3]

- 10 April, 2003 – **Paks, Hongarije** – Paks Kerncentrale – Fuel damaged – **INES Level 3**
 - Splijtstofstaven die werden schoongemaakt lekten brandstof pellets in de reactor.
 - Boorzuur werd toegevoegd aan de tank om te voorkomen dat de losse pellets criticaliteit bereikten. Ammoniak en hydrazine werden ook toegevoegd om jodium-131 te absorberen.
- 19 April, 2005 – **Sellafield, UK** – Thorp Nucleaire Opwerkingsfabriek – Lekkage nucleair materiaal – **INES Level 3**
 - 20 ton uranium en 160 kilogram plutonium losten op in 83.000 liter salpeterzuur en lekten uit een gebarsten pijp gedurende enkele maanden in een roestvrijstalen zinkput.
 - De deels verwerkte brandstof werd in tanks buiten de fabriek afgevoerd.
- November 2005 – **Braidwood, Illinois, VS** – Exelon's Braidwood Station – Lekkage nucleair materiaal
 - Tritium besmetting van grondwater werd ontdekt bij Exelon's Braidwood station.
 - Off-site grondwater blijft binnen de standaarden voor veilig drinken, hoewel de NRC de fabriek verplicht stelt alle problemen verbonden met de lekkage te verhelpen.
- 6 Maart, 2006 – **Erwin, Tennessee, VS** – Nucleaire brandstofdienst, Erwin fabriek – Lekkage nucleair materiaal
 - 35 liter van een sterk verrijkte uraniumoplossing lekt tijdens een transfer.
 - Zeven maanden durende stillegging en een verplichte publieke hoorzitting over de vergunningen van de fabriek.
- Augustus 2007 – **Clinton, Michigan, VS** – Diefstal nucleaire bronnen

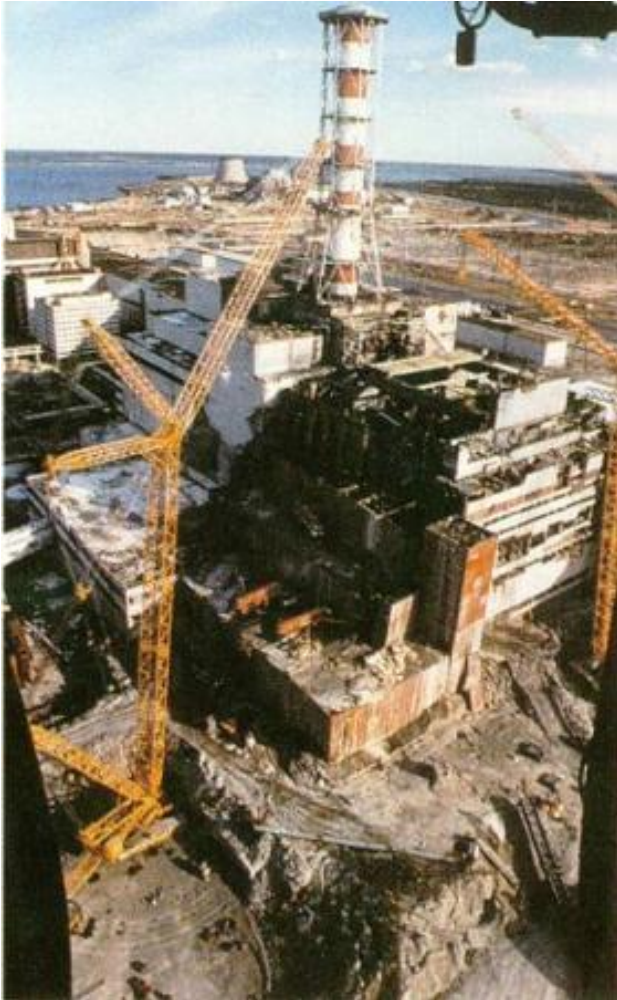
	Location	Country	Date	Top 10	INES scale		
1	Chalk River	Canada	12-12-1952		5		
2	Kyshtym	Rusland	29-9-1957	3	6		
3	Windscale Fire, Sellafield, Cumberland	Engeland	10-10-1957	4	5		
4	SL-1 Experimental Power station, Idaho Falls	USA	3-1-1961	7			
5	Saint-Laurent	Frankrijk	17-10-1969	8	4		
6	Greifswald	Oost Duitsland	7-12-1975		3		
7	Three Mile Island, Pennsylvania	USA	28-3-1979	5	5		
8	Tsurugu	Japan	24-4-1981				
9	Athens, Alabama	USA	15-1-1983				
10	Buenos Aires	Argentinië	23-9-1983	9			
11	Saint-Laurent des Eaux	Frankrijk	13-3-1980		4		
12	Chernobyl	Oekraïne	26-4-1986	1	7		
13	Surry unit 2, Virginia	USA	9-12-1986				
14	Delta, Pennsylvania	USA	31-3-1987				
15	Goiania accident	Brazilië	13-9-1987	6	5		
16	Vandell	Spanje	19-10-1989		3		
17	Sosnovyi Bor, Leningrad	Rusland	24-3-1992				
18	Tomsk-7 explosion	Rusland	6-4-1993		4		
19	Waterford, Connecticut	USA	20-2-1996				
20	Crystal River	USA	2-9-1996				
21	Tokaimura	Japan	30-9-1999	10	4		
22	Fukui Prefecture	Japan	9-8-2004				
23	Forsmark	Sweden	25-7-2006				
24	Fukushima Daiichi,	Japan	11-3-2011	2	7		
25	Marcoule	Frankrijk	12-9-2011				

advies

Chernobyl [1]

- 26 April, 1986 – **Prypiat, Oekraïne (toen USSR)** – Chernobyl Nucleaire Centrale – Elektriciteitsexcursie, explosie, complete kernsmelting – **INES Level 7**
 - Een ongecontroleerde elektriciteitsexcursie tijdens een veiligheidstest zorgde voor een ernstige stoom explosie, kernsmelting en de loslating van radioactief materiaal.
 - Ongeveer vijftig dodelijke slachtoffers resulteerden van het ongeval en nog vele gevallen van kanker (voornamelijk schildklier). De explosie en ontvlaming van de grafiet reactorkern verspreidde radioactief materiaal door een groot deel van Europa. 100,000 mensen werden geëvacueerd uit de direct omliggende gebieden van Chernobyl plus nog 300,000 uit de gebieden getroffen door radioactieve neerslag (Oekraïne, Wit-Rusland en Rusland). Een "Exclusion Zone" werd aangelegd om de plaats van het ongeval van ongeveer 1,000 mi² (3,000 km²) en werd ontoegankelijk verklaard voor menselijke bewoning voor een nog onbepaalde periode.

Chernobyl [2]



Chernobyl [3]

- Oorzaken van het ongeval
 - Structurele fouten in het ontwerp van de reactor, samen met inadequaat opgeleid personeel die deze reactor moesten bedienen.
- Geleerde lessen van Chernobyl
 - De noodzaak voor strikte navolging van internationaal voorgeschreven veiligheidswetten tijdens ontwerp, bouw en bediening van de constructie
 - Kosten voor het verzekeren van navolging van de veiligheidsregels zijn beduidend lager dan de schoonmaakkosten na een grootschalig incident
 - De noodzaak voor een nationaal en van hoog niveau noodhulpteam voor gevallen van menselijke ongevallen
 - De noodzaak voor doorlopende veiligheidsanalyses van de processen binnenin de fabriek

Fukushima Daiichi [1]

- 11 Maart, 2011 – **Fukushima Daiichi, Japan** – Nucleaire kernsmelting van drie van de zes reactoren – **INES Level 7**
 - Nucleaire kernsmelting in drie van de zes reactoren na achtereenvolgend een 9.0 geschaalde aardbeving en een tsunami.
 - Aanzienlijke hoeveelheden radioactief materiaal werden losgelaten de volgende dag al, wat het de op één na grootste nucleaire ramp maakt sinds Chernobyl, en slechts een van twee nucleaire rampen die ooit een 7 kregen op de INES schaal. De meest dringende kwestie tijdens het schoonmaakproces was de zwaar aangetaste watervoorzieningen (waarvan is voorspeld dat ze tientallen jaren zullen duren om schoon te maken). Er zijn echter tot op heden nul slachtoffers gerelateerd aan de nucleaire ramp (meerdere doden door zowel de aardbeving als de tsunami).

Fukushima Daiichi [2]



FUKUSHIMA DAIICHI NUCLEAR PLANT

All times are local

FRIDAY 19:46 Japanese government reveals a cooling problem at TEPCO's* Fukushima Daiichi nuclear plant on the northeast coast which bore the brunt of the quake and tsunami

21:55 Government says radiation has leaked from one of the plant's reactors

SATURDAY 10:07 TEPCO has begun releasing pressure from No. 1 reactor

17:47 Explosion and radiation leak at reactor No. 1 confirmed by government. It was later revealed that part of the concrete structure collapsed but the reactor container was still intact

20:43 TEPCO plans to fill the leaking reactor with sea water and boric acid to cool it and reduce pressure in the unit

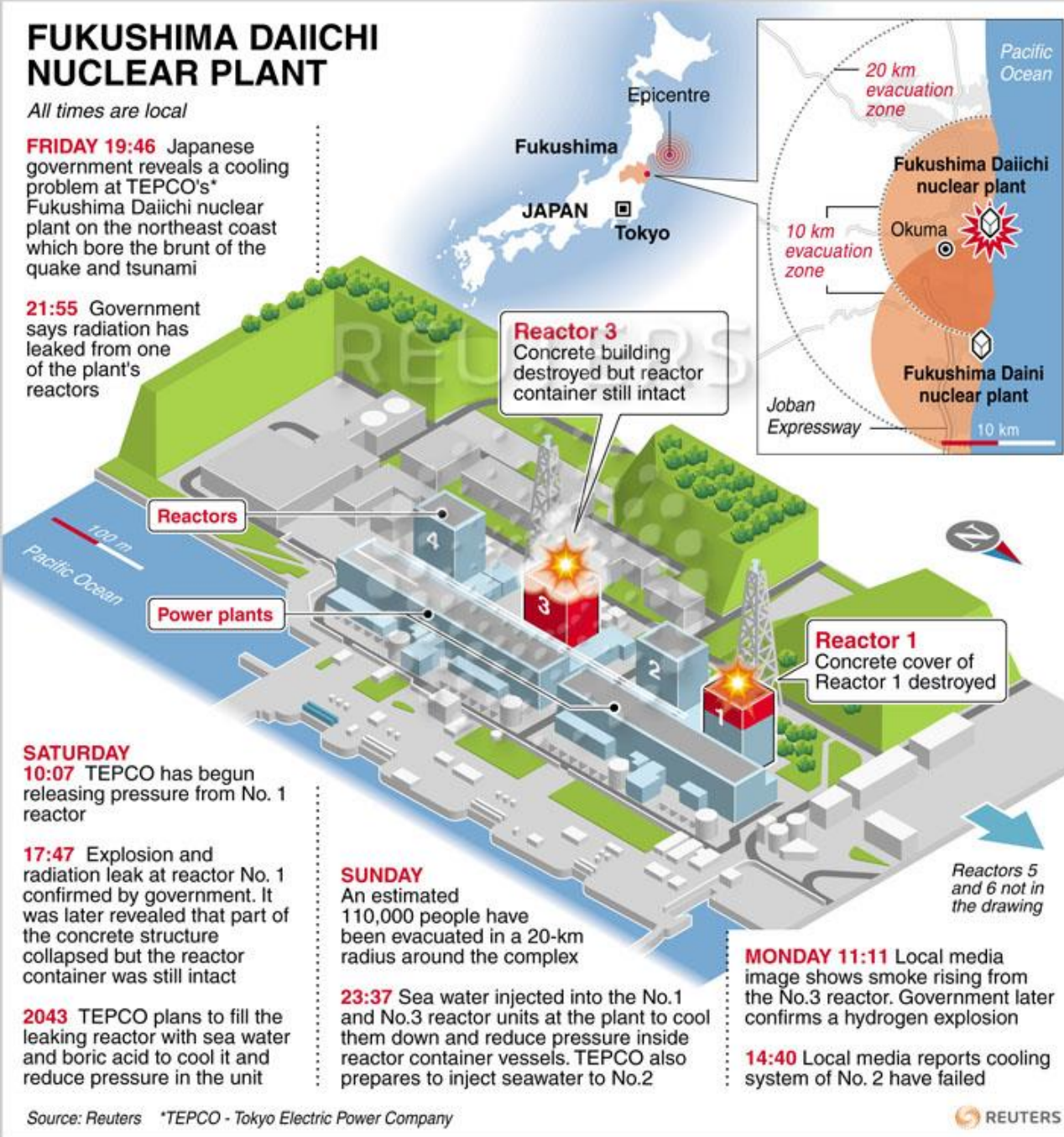
SUNDAY
An estimated 110,000 people have been evacuated in a 20-km radius around the complex

23:37 Sea water injected into the No.1 and No.3 reactor units at the plant to cool them down and reduce pressure inside reactor container vessels. TEPCO also prepares to inject seawater to No.2

MONDAY 11:11 Local media image shows smoke rising from the No.3 reactor. Government later confirms a hydrogen explosion

14:40 Local media reports cooling system of No. 2 have failed

Source: Reuters *TEPCO - Tokyo Electric Power Company



Fukushima Daiichi [3]

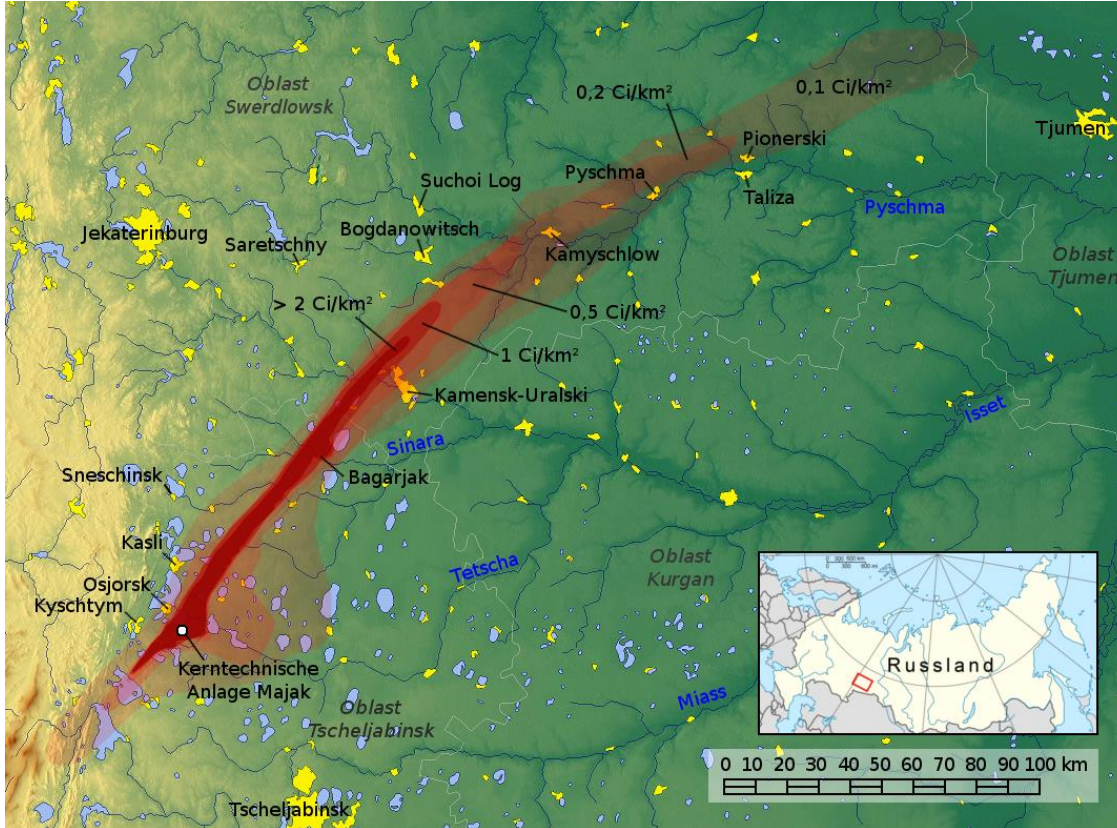
Fukushima Daiichi [4]

- Oorzaken van het ongeval
 - Een 9.0 geschaalde aardbeving veroorzaakte een 15 m. hoge tsunami die de koelsysteem van drie van de zes reactoren beschadigde.
 - Door deze beschadiging aan de koelsystemen, smolten alle drie de reactorkernen binnen 2-3 dagen na de tsunami
- Geleerde lessen van Fukushima Daiichi
 - Dee noodzaak om fabrieksveiligheid te behouden gedurende langdurig verlies van (elektrisch) vermogen
 - Analyseren van potentiële seismische en overstromingsactiviteiten om te bepalen of veiligheidsverhogingen nodig/nuttig zijn
 - Beoordelen van personeelsbezetting en communicatiemogelijkheden als de mogelijkheid bestaat dat meerdere plekken in een geraakt kunnen worden.

Mayak/Kyshtym [1]

- 29 September, 1957 – **Mayak, Rusland** – Nucleaire explosie – **INES Level 6**
- Nucleaire ontploffing in een van de drie reactoren nadat het koelsysteem in gebreke en ongerepareerd bleef.
- Nadat de koelsystemen faalden, begon de temperatuur in de reactor te stijgen tot onveilige hoogtes. Het ammoniumnitraat en de acetaten in de reactor (ammoniumnitraat bom) veroorzaakten een enorme explosie, wat onmiddellijk gebieden van we 300-350 km. ver besmette. De gecreëerde nucleaire wolk besmette nog meer gebieden. Afhankelijk van welk besmettingsniveau gehanteerd wordt, heeft de wolk ongeveer 800-20,000 km² besmet.

Mayak/Kyshtym [2]



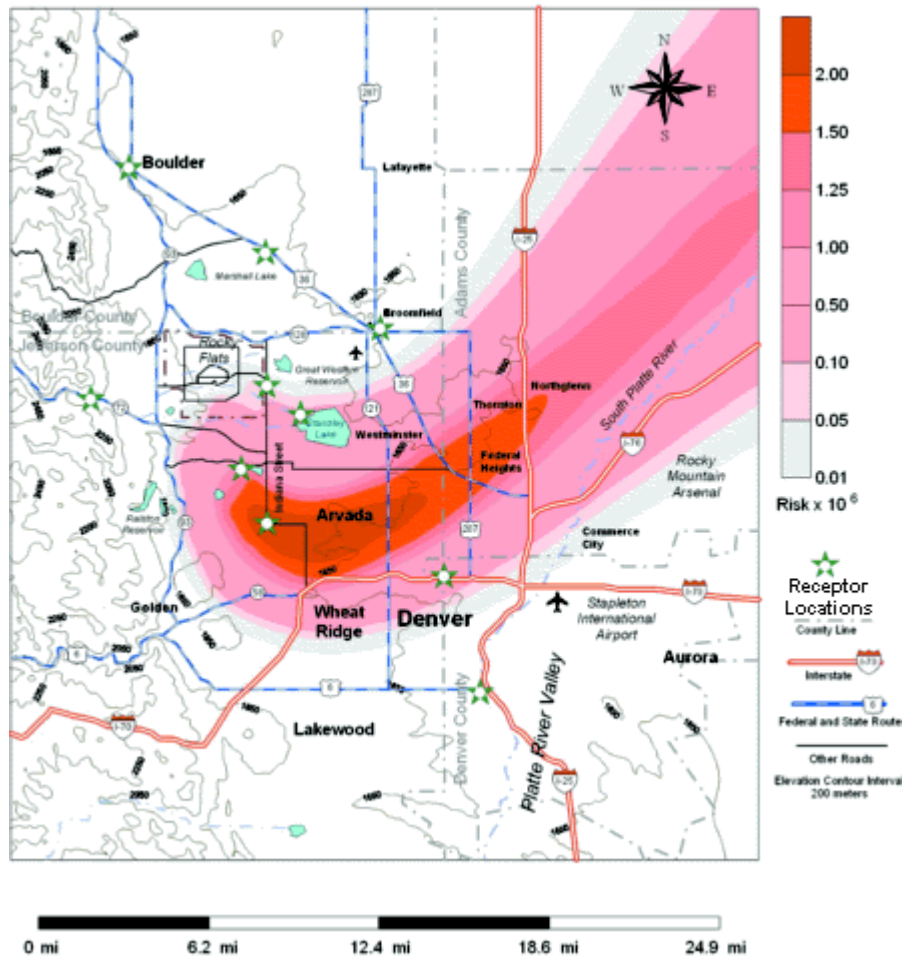
Kyshtym monument

Rocky Flats [1]

- 1952-1989 – **Colorado, VS** – Besmettingsincident
- Gedurende een periode van bijna 40 jaar besmette de Rocky Flats Fabriek een groot deel van zijn eigen gebied, alsmede een deel daarbuiten.
- Door honderden kleine brandjes, lekkages en besmettingen van nabijgelegen waterbronnen moest de fabriek uiteindelijk zijn deuren sluiten

Rocky Flats [2]

Geschatte plutoniumwolk



Windscale Fire [1]

- 10 Oktober, 1957 – **Sellafield, Groot** Brittannië – Brand in één van de twee torens – **INES Level 5**
- Na drie dagen vol problemen met de kerntemperatuur in een van de torens, vatte deze uiteindelijk vlam nadat een ventiel per ongeluk werd geopend, waardoor een cassette oververhit raakte.
- In een poging de vlammen te bedwingen, zetten medewerkers de ventilatoren in de reactor aan op de maximale snelheid. In plaats daarvan werden de vlammen gevoed en zorgde dit ervoor dat de brand woedde voor drie hele dagen. Omdat de brand krachtiger wer, en zich verspreidde naar andere delen van de reactor, verkeerden delen van de installatie in groot gevaar voor instorting. Uiteindelijk werd de brand geblust met water. Volledige ontmanteling van de toren staat gepland voor 2037.

Windscale Fire [2]



Three Mile Island [1]

- 28 Maart, 1979 – **Pennsylvania, VS** – Gedeeltelijke nucleaire kernsmelting – **INES Level 5**
- Een aantal verschillende factoren en incidenten (verlies van koelmiddel, ontwerpfouten, etc.) veroorzaakten een kernsmelting in een van de twee reactoren
- Het incident veroorzaakte opschudding onder antinucleaire activisten, welken zeiden dat dit ongeval had bewezen dat nucleaire energie onveilig is. Of zij gelijk hadden of niet, het incident resulteerde in nieuwe regelgeving voor de nucleaire industrie, en zorgde voor uitstel van de bouw van vele nieuwe reactoren. Latere zorgen waren nog een verhoging van kankerpatiënten, maar studies hebben uitgewezen dat er een kleine maar insignificante stijging is in patiënten.

Three Mile Island [2]



Goiania Incident [1]

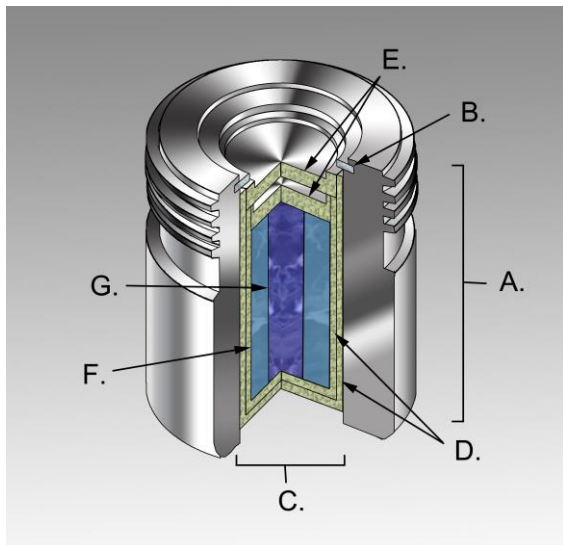
- 13 September, 1987 – **Goiás, Brazilië** – Radioactieve besmetting – **INES Level 5**
- Een oude radiotherapiebron werd gestolen uit een verlaten ziekenhuislocatie in de stad.
- Het werd behandeld door duizenden mensen, waarvan er vier stierven. 112,000 mensen werden onderzocht op radioactieve besmetting: 249 toonden beduidende tekenen van besmetting in of op hun lichaam.

Goiania Incident [2]



Besmet gebied

Gestolen radiotherapiebron:



Tomsk-7/Seversk

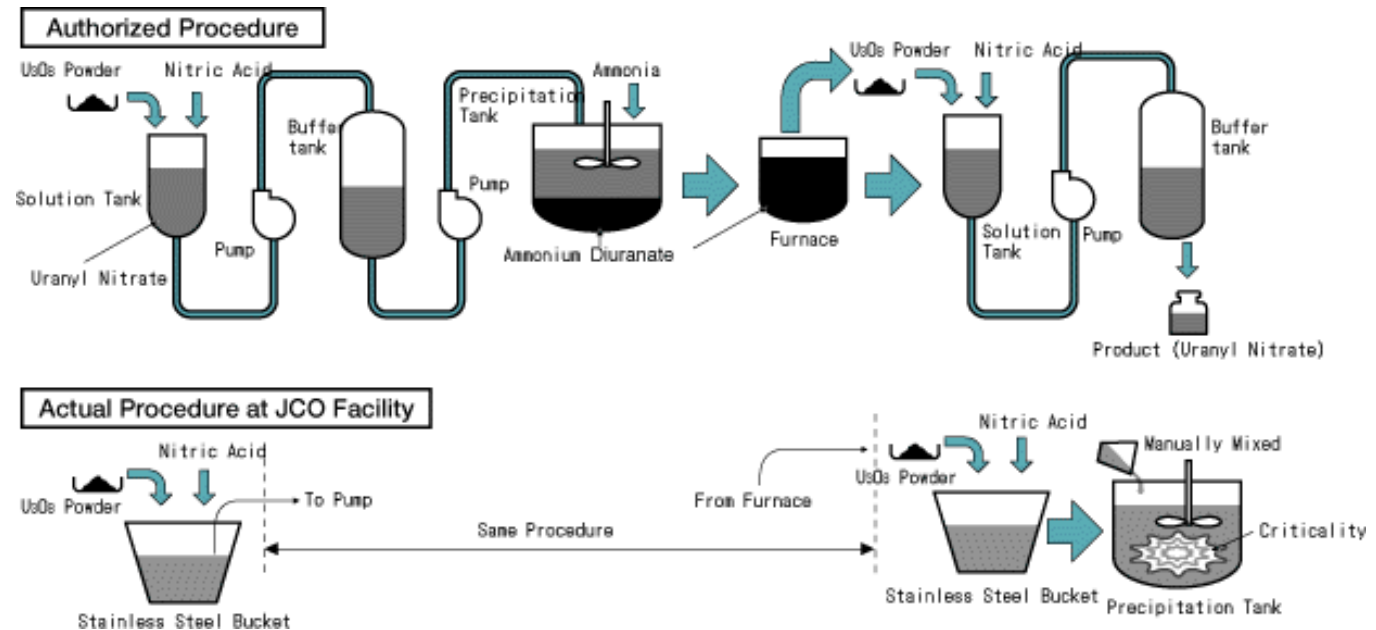
- 6 April, 1993 – **Seversk, Rusland** – Explosie – **INES Level 4**
- De tank bij de Tomsk-7 fabriek explodeerde toen deze werd schoongemaakt met salpeterzuur. Hierdoor ontstond een radioactieve gaswolk.



Tokaimura [1]

- 30 September, 1999 – **Tokai, Japan** – Criticaliteitsongeluk – **INES Level 4**
- Drie onvoldoende getrainde werknemers bedienden de reactor, waardoor ze deze over-vulden. Hoewel er geen explosie plaatsvond, liet de reactor wel substantiële hoeveelheden radioactieve deeltjes los door het gebouw over de volgende uren. Twee medewerkers stierven.
- De reactor werd permanent gesloten, en tientallen omwonenden en hulpverleners moesten worden opgenomen in het ziekenhuis. Later onderzoek wees uit dat de werknemers die het ongeval veroorzaakt hadden, waren blootgesteld aan respectievelijk, 17 Sv, 10 Sv, en 3 Sv (terwijl de maximaal toelaatbare hoeveelheid per jaar 50 mSv is).

Tokaimura [2]



原爆と同じ東海村臨界事故

被害したJCO労働者・篠原理人さん（40歳）の治療経過の写真
（第3回日本臨床救急医学会での公表写真）



- 9月30日 臨界事故で顔や両腕に10シーベルトの中性子を浴びて被ばく。
- 10月10日 外傷はないが紅斑、あうと、下痢、意識障害などがあらわれる。
- 11月10日 皮膚が次々にはがれ、70%がはがれ落ちる。
- 12月20日 両前腕部に皮膚移植をあこなう。
- 1月4日 顔面へも皮膚移植があこなわれたが、DNAの損傷で皮膚の再生能力は失われていた。

Proces dat leidde tot het incident

Informatie

- Verdere informatie, in aparte presentaties, is beschikbaar over de volgende incidenten/rampen:
 - Chernobyl ramp
 - Forsmark incident
 - Fukushima Daiichi
 - Goiania incident
 - Kyshtym ramp
 - Rocky Flats
 - Three Mile Island
 - Tokaimura criticaliteitsongeluk
 - Tomsk-7 incident

Vragen?



info@kappetijnbriks.nl
www.kappetijnbriks.nl