

Toelichting op het technisch reglement van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle van 27/05/2021 tot bepaling van de praktische invulling van de nucleaire veiligheidsdoelstelling conform artikel 3/1 van het koninklijk besluit houdende veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties.

Contents

1. Inleiding.....	2
2. Beschouwing van het technisch reglement TR-NVD	2
Aanhef.....	3
Artikel 1 Definities	3
Artikel 2 Toepassingsgebied	4
Hoofdstuk 2: Overkoepelende nucleaire veiligheidsdoelstelling.....	5
Artikel 3 Bereiken van de nucleaire veiligheidsdoelstelling	5
Artikel 4 Indeling van omstandigheden beschouwd in de veiligheidsdemonstratie	6
Artikel 5 Implementatie van maatregelen op de verschillende niveaus van het concept van gelaagde bescherming	6
Artikel 6 Praktische uitsluiting	7
Hoofdstuk 3: Radiologische doelstellingen	8
Art.7 Doelstelling RSO1	8
Art.8. Doelstelling RSO2	9
Art. 9. Doelstelling RSO3.....	9
Art. 10 Voorziene activiteiten tijdens een ongeval of ernstig ongeval.....	11
Art. 11 Bepaling van de radiologische gevolgen	12
Hoofdstuk 4: Externe risico ´s van natuurlijke oorsprong en van onopzettelijk door de mens veroorzaakte gevaren.....	12
Art. 12 Trapsgewijze aanpak voor externe risico ´s.....	13
Art. 13 Te beschouwen externe risico ´s	14
Art. 14 Relatie tussen te beschouwen externe risico ´s en radiologische doelstellingen	16
Referenties	16

1. Inleiding

Het technisch reglement (TR-NVD; Technisch Reglement-Nucleaire VeiligheidsDoelstelling) van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle van 27/05/2021 tot bepaling van de praktische invulling van de nucleaire veiligheidsdoelstelling [4], werd opgesteld in uitvoering van het artikel 3/1 van het koninklijk besluit van 30 november 2011 houdende veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties [1] (hierna: "KB VVKI").

Het FANC legde eerder haar verwachtingen met betrekking tot de veiligheidsdemonstratie voor nieuwe klasse I kerninstallaties vast in de richtlijn [5]. Deze richtlijn werd ontwikkeld om een aanvrager van een vergunning voor een nieuwe kerninstallatie een concreet inzicht te geven in de verwachtingen met betrekking tot de onderliggende veiligheidsdemonstratie, waar mogelijk ondersteund door kwantitatieve objectieven en duidelijke methodieken. De invoering van artikel 3/1 in het KB VVKI maakt het mogelijk en noodzakelijk om de genoemde richtlijn om te zetten in een technisch reglement. De richtlijn [5] vervalt als gevolg van het technisch reglement. De niet-bindende FANC richtlijnen [15][16][17] en in het bijzonder de Bel V guidance [14] geven aanvullende uitleg met betrekking tot specifieke externe risico's als ook voor de berekening van de radiologische gevolgen van een lozing.

Artikel 3/1 van het KB VVKI vindt zijn oorsprong in richtlijn 2014/87/EURATOM van de Europese Raad houdende wijziging van richtlijn 2009/71/Euratom tot vaststelling van een communautair kader voor de nucleaire veiligheid van kerninstallaties [6]. Deze richtlijn verplicht de lidstaten om ervoor te zorgen dat nucleaire installaties worden ontworpen volgens een benadering die gebaseerd is op het concept van gelaagde bescherming en met als doel om vroegtijdige en massale lozingen te vermijden. Deze richtlijn van de Raad is sterk geïnspireerd door diverse teksten die werden ontwikkeld door de IAEA en WENRA, de "Western European Nuclear Regulators Association" en die veelal uitgebreider zijn. Het zijn in het bijzonder de documenten van WENRA die gebruikt worden om het technisch reglement te voorzien van meer context.

Artikel 3/1 van het KB VVKI stelt onder meer dat het Agentschap de mogelijkheid heeft om middels technische reglementen de praktische invulling van de nucleaire veiligheidsdoelstelling opgenomen in artikel 3/1 van het KB VVKI te verduidelijken om te zorgen voor coherentie met de bepalingen van het koninklijk besluit van 1 maart 2018 tot vaststelling van het nucleair en radiologisch noodplan voor het Belgisch grondgebied [2] (hierna "KB NRN").

Met deze nota beoogt het Agentschap een zelfdragende toelichting te geven bij de bepalingen in het technisch reglement in relatie tot de bepalingen in artikel 3/1 van het KB VVKI, diverse andere bepalingen in het reglementair kader en internationale documentatie.

Hierna wordt elk onderdeel van het technisch reglement aangehaald en wordt een uitleg en onderbouwing gegeven van elk artikel.

2. Beschouwing van het technisch reglement TR-NVD

Structuur van het technisch reglement.

Het technisch reglement is als volgt gerelateerd aan de bepalingen opgenomen in artikel 3/1 van het KB VVKI:

- De aanhef introduceert de context van het technisch reglement;
- Hoofdstuk 1 definieert diverse termen en preciseert het toepassingsgebied;
- Hoofdstuk 2 beschrijft de overkoepelende nucleaire veiligheidsdoelstelling om de gevolgen

van een ongeval te beperken en het vermijden van vroegtijdige of massale lozingen in relatie tot de concepten van de gelaagde bescherming en bijbehorende radiologische doelstellingen, (artikel 3/1, punt b) tot en met e) KB VVKI), en het concept van praktische uitsluiting;

- Hoofdstuk 3 beschrijft de radiologische doelstellingen die gerelateerd zijn aan de bepalingen van het ARBIS of die coherent zijn met de bepalingen van het KB NRN;
- Hoofdstuk 4 beschrijft de wijze waarop aangetoond dient te worden hoe de impact van externe risico's tot een minimum wordt beperkt (artikel 3/1, punt a KB VVKI), en hoe dit in relatie staat tot het concept van gelaagde bescherming.

Aanhef

De aanhef van het TR-NVD voorziet in de reglementaire vereisten die eraan ten grondslag liggen alsook in de gebruikte (internationale) referenties. Tevens refereert de aanhef aan een aantal richtlijnen van het FANC en Bel V die die specifieke elementen toelichten die in relatie staan tot de bepalingen van het TR-NVD. Het feit dat deze richtlijnen worden gerefereerd in de aanhef verandert hun statuut (i.e. als niet-bindende richtlijn) niet.

Ten aanzien van artikel 3/1 van het KB VVKI kan worden opgemerkt dat punt f) – het beheer van noodsituaties – geen expliciet onderdeel is van het TR-NVD omdat dit reeds is opgenomen in enerzijds het KB NRN, en anderzijds artikel 16 van het KB VVKI en, voor de vermogensreactoren, ook in artikel 31 van het KB VVKI.

Hoofdstuk 1 Algemeen

Artikel 1 Definities

“

1. *Noodplanningszones (schuilzone en evacuatiezone): de gebieden rond een kerninstallatie die zijn gespecificeerd in artikel 7.2.1 van de bijlage aan het KB NRN.*
2. *Consumeerbaar: een voedingsmiddel bestemd voor menselijk en/of dierlijke consumptie wordt als consumeerbaar beschouwd indien het radioactieve contaminatieniveau in dat voedingsmiddel lager is dan de contaminatie referentieniveaus die zijn gespecificeerd in art. 6.3.5 van de bijlage aan het KB NRN.”*

In het TR-NVD wordt gebruik gemaakt van de vooraf gedefinieerde noodplanningszones, te weten de schuilzone en de evacuatiezone. Deze zijn voor elk van de bestaande klasse I inrichtingen gespecificeerd in artikel 7.2.1 van de bijlage aan het KB NRN. Voor een site op een nieuwe locatie is er nog geen sprake van vastgelegde noodplanningszones en is het aangewezen om deze zones onderwerp te laten zijn van een vooroverleg zoals voorzien in artikel 16/1 van de wet van 15 april 1994 betreffende de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortvloeiende gevaren en betreffende het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle.

Veel andere termen die worden gebruikt in het TR-NVD, werden reeds gedefinieerd in het KB VVKI, in het bijzonder:

- *Trapsgewijze aanpak: proces of methode volgens welke de nauwkeurigheid van de controlemaatregelen en de toe te passen condities in de mate van het mogelijke, overeenstemmen met de risico's;*
- *Ontwerp: het ontwerp bevat de ontwerpbasis en de ontwerpuitbreiding;*

- *Ontwerpbasis: de reeks omstandigheden en gebeurtenissen waarmee rekening is gehouden initieel met inbegrip van upgrades, van een kerninstallatie, overeenkomstig vastgestelde criteria, op zodanige wijze dat die installatie weerstand kan bieden aan die gebeurtenissen zonder dat de vergunde grenswaarden worden overschreden bij de geplande werking van de veiligheidssystemen;*
- *ontwerpuitbreiding: de reeks omstandigheden en gebeurtenissen die complexer of ernstiger zijn als diegene die deel uitmaken van de ontwerpbasis. Deze omstandigheden kunnen worden veroorzaakt door meerdere initiërende gebeurtenissen, meerdere falingen, zeer onwaarschijnlijke gebeurtenissen of kunnen gepostuleerde omstandigheden zijn.*
- *Gelaagde bescherming: hiërarchische installatie van verschillende niveaus van verschillende uitrustingen en procedures om de vermenigvuldiging van voorziene bedrijfsincidenten te voorkomen en om de doeltreffendheid van fysieke barrières tussen een stralingsbron of radioactieve stoffen en werknemers, personen van het publiek en het leefmilieu te behouden, in verschillende bedrijfsomstandigheden en, voor bepaalde barrières, in ongevalomstandigheden;*
- *Ontwerpbasisongeval: een ongeval dat is beschouwd in de ontwerpbasis;*
- *Ontwerpuitbreidingsongeval: een ongeval dat is beschouwd in de ontwerpuitbreiding. Twee categorieën van ongevallen worden beschouwd:*
 - *Ontwerpuitbreidingsongevallen binnen het domein "A" (DEC-A) waarvoor het mogelijk is om, vroegtijdige of massale radioactieve lozingen te vermijden alsook in voorkomend geval brandstofschaade*
 - *Ontwerpuitbreidingsongevallen binnen het domein "B" (DEC-B of Ernstige ongevallen) waarvoor het niet mogelijk is om, vroegtijdige of massale radioactieve lozingen alsook, in voorkomend geval, brandstofschaade te vermijden;*
- *Vroegtijdige of massale radioactieve lozingen: Een radioactieve lozing die ofwel noodmaatregelen buiten de site noodzakelijk maken, maar waarvoor onvoldoende tijd rest om die ten uitvoer te brengen ofwel beschermingsmaatregelen vergen die niet beperkt kunnen worden in tijd of ruimte;*
- *Beschermingsconcept: globale strategie om een bescherming te waarborgen tegen gebeurtenissen van natuurlijke oorsprong, zowel deze die in de ontwerpbasis als deze die bij de ontwerpuitbreiding werden opgenomen.*

Merk op dat de definitie in het KB VVKI van DEC-B in tegenspraak lijkt te zijn met artikel 3/1 van het KB VVKI waarin staat dat stelt dat een vroegtijdige of massale lozing vermeden dient te worden. Het doel van het beschouwen van ontwerpuitbreidingsongevallen binnen het domein "B" is om door het postuleren van een massale vrijzetting binnen de (laatste) confinement barrière van de installatie, zoals een kernsmelt in een reactor, te bepalen welke ontwerpmaatregelen getroffen dienen te worden om een vroegtijdige of massale lozing te vermijden.

Artikel 2 Toepassingsgebied

"Dit technisch reglement is, conform artikelen 3/1 en 3/2 van het KB VVKI, van toepassing op installaties van klasse I zoals gedefinieerd in artikel 3.1, a) van het ARBIS met uitzondering van de installaties louter bestemd voor de eindberging van radioactief afval."

Het TR-NVD is niet van toepassing op inrichtingen en installaties van een lagere klasse dan klasse I.

Indien er sprake is van een gemengde inrichting, waarbij voor een lagere klasse installatie het klasse I vergunningsproces wordt gevolgd conform artikel 11 van het ARBIS, dan is de toepasbaarheid van het TR-NVD afhankelijk van het rechtstreeks verband tussen deze installatie en de klasse I installatie: als dit rechtstreeks verband technisch van aard is, bijvoorbeeld door het hebben van gemeenschappelijke systemen, structuren of componenten, dan is het TR-NVD toepasbaar op dat gemeenschappelijke deel omdat dat onderdeel is van een klasse I installatie; het TR-NVD is niet van toepassing op het resterende deel van het lager geklasseerde deel van de installatie waarvoor geen rechtstreeks verband is met de klasse I installatie.

Volgens artikel 3/2 van het KBVVKI moet de nucleaire veiligheidsdoelstelling opgenomen in artikel 3/1 (en verduidelijkt in het TR-NVD) als referentie gehanteerd worden voor **bestaande installaties**, meer bepaald wat betreft het tijdig implementeren van redelijkerwijs haalbare maatregelen ter verbetering van de veiligheid van de installaties, onder andere in het kader van de periodieke veiligheidsherziening. Het behalen van de objectieven van het TR-NVD is dus enkel vereist voor bestaande installaties in de mate dat het redelijk haalbaar is. Een aftoetsing ten opzichte van deze objectieven is een onderdeel van de methodologie die de exploitant moet opstellen in het kader van een volgende periodieke veiligheidsherziening conform aan het document [7]. Tijdens de evaluatie van deze methodologie kan het FANC de specifieke verwachtingen voor deze aftoetsing verder bespreken met de exploitant, rekening houdende met de aard van de installaties, de beschikbaarheid van bestaande ongevalsstudies, en de mogelijkheden om de veiligheid van de installaties verder te verhogen op basis van nieuw uit te voeren studies.

De mate waarin het TR-NVD wordt toegepast bij de **wijzigingen** vallend onder artikel 12 van het algemeen reglement, hangt af van de aard van de wijziging. Indien de wijziging van de inrichting een uitbreiding met een nieuwe installatie betreft dan is het TR-NVD van toepassing en indien het een wijziging van een bestaande installatie betreft dan is het van toepassing als referentie, en dat zal besproken met het FANC worden tijdens de evaluatie van de wijziging.

Hoofdstuk 2: Overkoepelende nucleaire veiligheidsdoelstelling

Artikel 3 Bereiken van de nucleaire veiligheidsdoelstelling

“De nucleaire veiligheidsdoelstelling omvat dat ongevallen moeten voorkomen worden en, indien een ongeval zich voordoet, de gevolgen van dat ongeval moeten worden beperkt en vroegtijdige of massale radioactieve lozingen moeten worden vermeden. Aan deze nucleaire veiligheidsdoelstelling wordt tegemoetgekomen door de implementatie van maatregelen op de verschillende niveaus van het concept van gelaagde bescherming en door het praktisch uitsluiten van situaties die tot vroegtijdige of massale radioactieve lozingen kunnen leiden.”

Het eerste deel van dit artikel herhaalt de doelstelling die is opgenomen in de eerste paragraaf van artikel 3/1 van het KB VVKI. Het tweede deel geeft aan dat er twee mogelijkheden zijn om deze doelstelling te verwezenlijken, namelijk de implementatie van maatregelen op de verschillende niveaus van het concept van gelaagde bescherming (zie ook [8] en [12]) en, als dat niet mogelijk is, door het praktisch uitsluiten van situaties die tot vroegtijdige of massale radioactieve lozingen kunnen leiden (zie ook [10]).

Paragraaf 3 van artikel 3/1 van het KB VVKI geeft aan dat de nucleaire veiligheidsdoelstelling verwezenlijkt wordt door het toepassen van het concept van gelaagde bescherming. De in paragraaf 3 opgesomde items zijn expliciet onderdeel van het TR-NVD, in het bijzonder artikel 5 en hoofdstuk 4.

Er kan echter sprake zijn van situaties waarvoor het niet mogelijk is om (efficiënte) maatregelen te implementeren op de verschillende niveaus van het concept van gelaagde bescherming terwijl die situaties wel kunnen leiden tot een vroegtijdige of massale lozing. In dat geval dient de situatie praktisch uitgesloten te worden om een vroegtijdige of massale lozing te vermijden.

Dit is consistent met objectief O3 [12] dat 2 mogelijkheden voorziet in geval van een kernsmelt: ofwel wordt een situatie die zou leiden tot een vroegtijdige of massale lozing praktisch uitgesloten ofwel zijn worden er maatregelen geïmplementeerd die de gevolgen van die situatie voldoende beperken zodat er geen sprake is van een vroegtijdige of massale lozing. Merk daarbij op dat objectieven O1 en O2 een verdere invulling geven van het concept van gelaagde bescherming.

Artikel 4 Indeling van omstandigheden beschouwd in de veiligheidsdemonstratie

“De omstandigheden die onder meer op basis van art. 7.3 van het KB VVKI zijn geïdentificeerd als onderdeel van het ontwerp of een herziening daarvan, worden als volgt ingedeeld in de categorieën gedefinieerd in artikel 1 van het KB VVKI:

- C2: Voorziene bedrijfsincidenten;
- C3a: Ontwerpbasisongevallen;
- C3b: Ontwerpuitbreidingsongevallen binnen het domein "A" (DEC-A);
- C4: Ontwerpuitbreidingsongevallen binnen het domein "B" (DEC-B of ernstige ongevallen).

Situaties die praktisch worden uitgesloten, worden ingedeeld in:

- P: Praktisch uitgesloten situaties.”

Het KB VVKI vereist dat gebeurtenissen worden geïdentificeerd als onderdeel van het ontwerp of de herziening daarvan. Conform artikel 3 van het TR-NVD dienen deze gebeurtenissen gecategoriseerd en beschouwd te worden en hiertoe introduceert artikel 4 van het TR-NVD diverse categorieën.

Een eerste groep bevat de categorieën C2, C3a, C3b en C4¹ overeenkomend met de definities in artikel 1 van het KB VVKI en waarvoor op basis van veiligheidsstudies de nodige maatregelen om vroegtijdige of massale lozingen te vermijden zullen worden geïdentificeerd en geïmplementeerd. De andere mogelijkheid betreft situaties die praktisch zullen/moeten uitgesloten en die worden ingedeeld in een aparte categorie P. De reden voor dit onderscheid is dat er aan de categorieën C2, C3a, C3b en C4 een specifieke radiologische doelstelling (RSOx) wordt gekoppeld in artikel 5 van het TR-NVD, terwijl er voor praktisch uitgesloten situaties geen radiologische doelstelling wordt gegeven. Dit laatste is consistent met WENRA [8] *“Accident sequences that are practically eliminated have a very specific position in the Defense-in-Depth approach because provisions ensure that they are extremely unlikely to arise so that the mitigation of their consequences does not need to be included in the design.”*

Artikel 7.3 van het KB VVKI stelt zoals gezegd dat er een lijst met alle vooronderstelde initiatorgebeurtenissen wordt opgesteld die alle gebeurtenissen omvat die de nucleaire veiligheid van de kerninstallatie in het gedrang kunnen brengen en dit ten behoeve van de selectie van ontwerpbasisongevallen.

Een grondige ontwerp-specifieke studie dient uitgevoerd te worden om alle mogelijke gebeurtenissen te bepalen en hun relevantie te kunnen inschatten. De wijze waarop dit gebeurt kan sterk afhangen van het type kerninstallatie en haar complexiteit. In veel gevallen zal er sprake zijn van iteraties waarbij het ontwerp wordt gedetailleerd en aangepast op basis van de resultaten van de diverse studies en analyses.

Artikel 5 Implementatie van maatregelen op de verschillende niveaus van het concept van gelaagde bescherming

“Veiligheidsstudies dienen aan te tonen dat aan de implementatie van maatregelen op de verschillende niveaus van het concept van de gelaagde bescherming, opgenomen in tabel 1, is voldaan en dat aan de radiologische doelstellingen is voldaan.

Tabel 1. Relatie tussen de niveaus van de gelaagde bescherming en de radiologische doelstellingen.

Niveau	Doel	Omstandigheid	Radiologische doelstelling
1	Voorkomen van voorziene bedrijfsincidenten of falingen (KB VVKI art.3/1 punt b))	C1: Normaal bedrijf	(zie ARBIS artikel 20.1.4)
2	Beheersen van voorziene bedrijfsincidenten en detecteren van defecten/afwijkingen (KB VVKI art.3/1 punt c))	C2: Voorziene bedrijfsincidenten	RSO1 (zie art.7)
3	Beheersen van ontwerpbasisongevallen (KB VVKI art.3/1 punt d))	C3a: Ontwerpbasisongevallen	RSO2 (zie art. 8)
	Beheersen van omstandigheden van de uitbreiding van het ontwerp en voorkomen dat ongevallen escaleren naar ernstige ongevallen (KB VVKI art.3/1 punt e))	C3b: Ontwerpuitbreidingongevallen binnen domein "A" (DEC-A)	RSO2 (zie art. 8)
4	Beperken van gevolgen van ernstige ongevallen (KB VVKI art.3/1 punt e))	C4: Ontwerpuitbreidingsongevallen binnen domein "B" (DEC-B of ernstige ongevallen)	RSO3 (zie art. 9)
5	Beheer van noodsituaties	zie KB NRN	-

De veiligheidsstudies waarmee aangetoond wordt dat aan de radiologische doelstellingen is voldaan, mogen voor omstandigheden ingedeeld als C3b en C4 minder conservatief zijn dan voor omstandigheden ingedeeld als C2 en C3a."

De wijze waarop het concept van **gelaagde bescherming** wordt georganiseerd, vindt zijn oorsprong in de wijze waarop WENRA het concept heeft opgebouwd [8]. De tabel maakt de link tussen de indelingen van de omstandigheden, de punten uit artikel 3/1 van het KB VVKI en de radiologische doelstellingen die zijn opgenomen in hoofdstuk 3 van het TR-NVD.

Artikel 6 Praktische uitsluiting

"Situaties waarvoor de implementatie van maatregelen op de verschillende niveaus van het concept van gelaagde bescherming niet kan verhinderen dat die situaties leiden tot een massale of vroegtijdige radioactieve lozingen, dat wil zeggen lozingen die één of meerdere criteria van RSO3 schenden, dienen praktisch te worden uitgesloten.

Een situatie is praktisch uitgesloten indien, indien deze:

- *fysisch onmogelijk is, of*
- *uiterst onwaarschijnlijk is met een hoge mate van vertrouwen.*

Voor een situatie die praktisch uitgesloten is, wordt geen studie uitgevoerd van de radiologische gevolgen van de situatie. De justificatie van het praktisch uitsluiten van een situatie wordt opgenomen in het veiligheidsrapport."

Het concept van **praktische uitsluiting** wordt toegepast op gebeurtenissen of omstandigheden die kunnen leiden tot een vroegtijdige of massale radiologische lozing en waarvoor het niet praktisch mogelijk is om maatregelen te implementeren op de verschillende niveaus van het concept van gelaagde bescherming. Om deze situaties, in overeenstemming met de nucleaire

¹ Merk op dat zoals in Tabel 1 van het TR-NVD aangegeven categorie C1 overeenkomt met normaal bedrijf.

veiligheidsdoelstelling, te vermijden, dienen deze situaties fysiek onmogelijk te zijn of uiterst onwaarschijnlijk met een hoge mate van vertrouwen.

Bij de bepaling van de situaties die praktisch uitgesloten dienen te worden, wordt gekeken naar de omstandigheden waarbij er sprake is van een massale vrijzetting binnen de (laatste) confinement barrière van de installatie in combinatie met omstandigheden die kunnen leiden tot het verlies van die barrière, of haar bypass, of wanneer ze niet operationeel is. Als gevolg van de analyse of een bepaalde situatie praktisch kan worden uitgesloten, is het mogelijk dat al voorziene maatregelen worden versterkt of dat nieuwe maatregelen worden geïntroduceerd.

Naast aantonen dat een situatie fysiek onmogelijk is, kan een situatie ook praktisch uitgesloten worden als aangetoond wordt dat deze situatie uiterst **onwaarschijnlijk is met een hoge mate van vertrouwen**. Dit laatste is niet alleen op een probabilistische beschouwing gebaseerd maar ook op deterministische argumenten zoals het implementeren van aanvullende maatregelen en kwaliteitsvereisten.

Verdere aanwijzingen en verwachtingen met betrekking tot praktische uitsluiting zijn beschikbaar in het specifieke rapport van WENRA [10] waarin een discussie beschikbaar is van voorbeelden van situaties die praktisch uitgesloten kunnen of dienen worden, van de relatie met het concept van gelaagde bescherming als ook van de wijze waarop praktische uitsluiting kan worden aangetoond.

Een typisch voorbeeld van een situatie die praktisch dient te worden uitgesloten is het catastrofaal falen van het reactordrukvat van een vermogensreactor: indien dit zou gebeuren dan is er vrijwel direct sprake van een massale vrijzetting van radioactieve materiaal te samen met aanzienlijk energetische en slechtgekende fenomenen als gevolg waarvan het behoud van de omhulling niet gegarandeerd kan worden wat dus zou leiden tot een massale lozing.

Hoofdstuk 3: Radiologische doelstellingen

Art.7 Doelstelling RSO1

“Voor incidenten ingedeeld onder C2 wordt aangetoond dat de radiologische gevolgen dusdanig verwaarloosbaar zijn dat zelfs bij het optreden van meerdere van dergelijke incidenten, het niet te verwachten is dat de dosislimieten voor de personen van het publiek opgenomen in artikel 20.1.4 van het ARBIS overschreden worden. Hiervoor dient aangetoond te worden dat:

- *De effectieve dosis voor een persoon van het publiek kleiner is dan 0,1 mSv per incident en de equivalente schildklier dosis kleiner is dan 0,3 mSv per incident, als verwacht wordt dat het incident tenminste eenmaal per jaar optreedt, en;*
- *De effectieve dosis voor een persoon van het publiek kleiner is dan 0,5 mSv per incident en de equivalente schildklier dosis kleiner is dan 1,5 mSv per incident, als verwacht wordt het incident minder dan eens per jaar optreedt.*”

Voor personen van het publiek geldt, zie ARBIS artikel 20.1.4 een effectieve-dosislimiet van 1 mSv per jaar. Deze waarde is van toepassing bij de beoordeling van de aanvaardbaarheid van radioactieve lozingen in normale omstandigheden.

De doelstelling RSO1 geeft in het algemeen voldoende zekerheid dat aan de dosislimieten voor personen van het publiek opgenomen in artikel 20.1.4 van het ARBIS voldaan zal zijn bij het optreden van één of meerdere voorziene bedrijfsincidenten. Merk op dat in zeer specifieke gevallen het nodig kan zijn om ook een beschouwing te maken voor de andere limieten (ooglen en huid) die zijn opgenomen in artikel 20.1.4 van het ARBIS.

Art.8. Doelstelling RSO2

“Voor ongevallen ingedeeld onder C3a en C3b wordt aangetoond dat de radiologische gevolgen voor een representatieve persoon buiten de site zeer beperkt zijn, en dat er in het bijzonder geen noodzaak is voor het treffen van specifieke beschermingsmaatregelen, te weten schuilen of evacuatie, en dat er geen noodzaak is voor de inname van stabiel jodium, overeenkomstig het KB NRN. Hiervoor dient aangetoond te worden dat voor een representatief persoon van het publiek:

- *de effectieve dosis per ongeval is kleiner dan 5 mSv over een periode van 24 glijdende uren, en;*
- *de equivalente dosis voor de schildklier per ongeval is kleiner dan 10 mSv.*

Tevens dient aangetoond te worden dat voldaan is aan de voorwaarden met betrekking tot de producten van de voedselketen en de levensduur effectieve dosis voor een representatief persoon van het publiek zoals die zijn opgenomen in artikel 9 van het huidige reglement (doelstelling RSO3).”

De resultaten van de veiligheidsanalyses voor de diverse omstandigheden ingedeeld als C3a of C3b dienen aan te tonen dat voldaan is aan de radiologische doelstelling RSO2 volgens artikel 5 van het TR-NVD. Om tot de kwantitatieve invulling te komen van deze radiologische doelstelling die coherent is met de bepalingen van het KB NRN, wordt gebruik gemaakt van het veiligheidsobjectief O2 opgesteld door WENRA [11], te weten:

“O2 ... accidents without core melt induce no off-site radiological impact or only minor radiological impact (in particular, no necessity of iodine prophylaxis, sheltering nor evacuation)”.

RSO2 zoals opgenomen in artikel 8 is een directe vertaling van dit onderdeel van WENRA O2 en geconcretiseerd door de specifieke limieten die opgenomen zijn in tabel 5 van de bijlage van het KB NRN: indien de effectieve dosis per ongeval is kleiner dan 5 mSv over een glijdende periode van 24 uur, dan is er geen noodzaak voor schuilen (en evacuatie) en indien de equivalente dosis voor de schildklier per ongeval is kleiner dan 10 mSv, dan is er geen noodzaak is voor de inname van stabiel Jodium.

Voor wat betreft de inname van stabiel jodium wordt opgemerkt dat de waarde van 10 mSv equivalente schildklier dosis volgens het KB NRN van toepassing is op kinderen, zwangere vrouwen en vrouwen die borstvoeding geven. Een hogere waarde van 50 mSv wordt gehanteerd voor overige volwassenen. Het onderscheid tussen vrouwen die zwanger zijn of borstvoeding geven en de overige volwassenen is op het niveau van de veiligheidsdemonstratie evenwel niet te maken en daarom wordt de limiet van 10 mSv equivalente schildklier dosis gehanteerd voor de veiligheidsobjectieven RSO2 en RSO3.

De integratie periode voor de inname van stabiel jodium betreft in het KB NRN de periode tijdens het voorbijtrekken van de radioactieve wolk; voor de veiligheidsstudies zal deze periode dus door de uitbater onderbouwd moeten worden in functie van het beschouwd ongeval.

Art. 9. Doelstelling RSO3

“Voor ongevallen ingedeeld onder C4 wordt aangetoond dat er geen sprake is van vroegtijdige of massale radioactieve lozingen oftewel dat de radiologische gevolgen voor een representatieve persoon buiten de site dusdanig beperkt zijn dat de benodigde beschermingsmaatregelen beperkt kunnen zijn in tijd en ruimte. In het bijzonder betekent dit dat:

- *er geen noodzaak is voor permanente relocatie, en*
- *er geen noodzaak is voor evacuatie buiten de evacuatiezone, en*
- *er slechts sprake is van een beperkte noodzaak voor schuilen en de inname van stabiel jodium, en*
- *er geen sprake is van lange termijn maatregelen voor de voedselketen, en*
- *er voldoende tijd is voor de implementatie van de beschermingsmaatregelen (evacuatie, schuilen, inname van stabiel jodium en bescherming van de voedselketen).*

Het gebrek aan een noodzaak voor permanente relocatie is aangetoond indien de levensduur effectieve dosis per ongeval voor een representatief persoon van het publiek, inclusief de bijdrage van ingestie, kleiner is dan 1 Sv per ongeval waarbij wordt geïntegreerd over een periode van 50 jaar na het passeren van de radioactieve wolk.

Het gebrek aan een noodzaak voor evacuatie buiten de evacuatiezone is aangetoond indien de effectieve dosis per ongeval voor een representatief persoon van het publiek opgelopen op 7 (glijdende) dagen buiten de evacuatiezone kleiner is dan 50 mSv.

Het voldoende beperkt zijn van de noodzaak voor schuilen en de inname van stabiel jodium is aangetoond indien:

- *de effectieve dosis per ongeval voor een representatief persoon van het publiek opgelopen buiten de schuilzone opgelopen op 24 (glijdende) uren kleiner is dan 5 mSv, en*
- *de equivalente dosis per ongeval voor de schildklier voor een representatief persoon van het publiek buiten de schuilzone kleiner is dan 10 mSv.*

Het gebrek aan noodzaak van lange termijn maatregelen voor de voedselketen is aangetoond indien per ongeval de producten van de voedselketen overal consumeerbaar zijn vanaf één jaar na de start van het ongeval behoudens eventueel in een gebied waarvan het totale oppervlak niet groter is dan dat van de schuilzone."

De resultaten van de veiligheidsanalyses voor de diverse omstandigheden ingedeeld als C4 dienen aan te tonen dat voldaan is aan de radiologische doelstelling RSO3 volgens artikel 5 van het TR-NVD. Om tot de kwantitatieve invulling te komen van deze radiologische doelstelling die coherent is met de bepalingen van de bijlage van het KB NRN, wordt gebruik gemaakt van het tweede onderdeel van veiligheidsobjectief O3 opgesteld door WENRA [11], te weten:

"O3 ...design provisions have to be taken so that only limited protective measures in area and time are needed for the public (no permanent relocation, no need for emergency evacuation outside the immediate vicinity of the plant, limited sheltering, no long term restrictions in food consumption) and that sufficient time is available to implement these measures."

RSO3 zoals opgenomen in artikel 9 is een vrijwel directe vertaling van dit onderdeel van WENRA O3 en geconcretiseerd door de specifieke limieten die opgenomen zijn in tabel 5 van het KB NRN en de noodplanningszones opgenomen in tabel 9 van het KB NRN. In de noodplanningszones werden voorbereidingen getroffen om de specifieke maatregelen te implementeren indien nodig. Een radioactieve lozing die niet leidt tot maatregelen anders dan de specifieke maatregelen in de noodplanningszones wordt dus gezien als voldoende beperkt in ruimte. Het betreft hierbij in het bijzonder de maatregelen schuilen en evacuatie en in analogie van RSO2 werd ook een eis opgenomen die betrekking heeft op de inname van stabiel jodium.

Naast evacuatie en schuilen bevat RSO3 nog een aantal andere elementen, te weten dat:

- er geen noodzaak is voor permanente herhuisvesting;
- er geen noodzaak is voor het treffen van lange termijn maatregelen met betrekking tot de voedselketen; en
- dat er voldoende tijd is om elke noodzakelijke noodplan maatregel te implementeren.

De achtergrond van deze elementen wordt hierna besproken.

Het referentieniveau voor **herhuisvesting** is opgenomen in §6.3.4.3 van de bijlage aan het KB NRN en betreft een effectieve (levensduur)dosis van 20 mSv over 12 glijdende maanden, waarboven tijdelijke herhuisvesting overwogen wordt. Een periode van 50 jaar wordt gezien als "permanent" wat een effectieve (levensduur)dosis van 1 Sv levert over deze periode. Het criterium van 1 Sv over 50 jaar wordt gezien als waarde waar beneden er geen sprake is van permanente herhuisvesting en is opgenomen in het TR-NVD. Hier is ook voldaan indien wordt aangetoond dat

de effectieve (levensduur)dosis lager is dan 20 mSv over 12 glijdende maanden omdat in dat geval er ook geen noodzaak zou zijn voor tijdelijke herhuisvesting.

De overwegingen om maatregelen te treffen aangaande **voedingsmiddelen** bestemd voor menselijke consumptie zijn opgenomen in artikel 6.3.5.1 van de bijlage aan het KB NRN en de kwantitatieve uitwerking daarvan is sterk afhankelijk van de context van het ongeval (isotoop-specifiek maar ook specifiek voor de omgeving van de kerninstallatie en de omstandigheden van het ongeval). Opgemerkt wordt dat deze maatregelen worden gecategoriseerd als indirecte maatregelen omdat het geen rechtstreekse blootstelling (door externe bestraling, externe contaminatie of interne contaminatie door inhalatie) betreft. Door geschikte maatregelen te treffen kan een blootstelling via voedingsmiddelen efficiënt voorkomen worden. Aan de doelstelling van het voorkomen van een massale lozing is voor dit aspect voldaan indien aangetoond wordt dat er na 1 jaar geen noodzaak meer is om maatregelen te treffen met betrekking tot voedingsmiddelen en dit behoudens eventueel een gebied waarvan de oppervlakte niet groter is dan de noodplanningszone voor schuilen. De termijn van 1 jaar is overgenomen uit [8]. Normale landbouwpraktijken, zoals ploegen, mogen voor de berekening verondersteld worden om plaats te vinden in het eerste jaar na het ongeval.

Tevens dient er in het kader van RSO3 **voldoende tijd** te zijn om eventuele maatregelen te implementeren en dit vanwege de doelstelling om vroegtijdige lozingen te voorkomen. De tijd nodig om maatregelen te treffen is geen onderdeel van het KB NRN en kan zeer specifiek zijn voor de omgeving van de kerninstallatie en de omstandigheden van het ongeval. Het is niet mogelijk om deze tijd op een coherente wijze te concretiseren in het TR-NVD.

Art. 10 Voorziene activiteiten tijdens een ongeval of ernstig ongeval

"Voor activiteiten die tijdens een ongevalssituatie uitgevoerd moeten worden zoals voorzien in het veiligheidsrapport of die hun oorsprong vinden in reglementaire verplichtingen, wordt aangetoond dat de dosislimieten voor beroepshalve blootgestelde personen zoals vastgelegd in artikel 20.1.3 van het ARBIS worden gerespecteerd. Bij het aantonen dat aan deze doelstelling is voldaan, dienen de activiteit zelf, de duur daarvan en ook de eventuele verplaatsingen nodig voor de activiteit in rekening te worden gebracht."

In het kader van de veiligheidsdemonstratie kan het voorkomen dat er voor de beheersing van een ongeval een noodzaak zou zijn dat een personeelslid een vooraf voorziene activiteit moet ondernemen of moet blijven ondernemen waarbij er in die omstandigheden mogelijk sprake is van een verhoogde blootstelling aan ioniserende stralingen als gevolg van het ongeval. Voorbeelden van dergelijke activiteiten voorzien in het ontwerp zijn:

- Het verblijven en uitvoeren van taken in de controlezaal, in één van noodplancoördinatiecentra of op de bewakingsposten;
- Het uitvoeren van handelingen aan bepaalde systemen of componenten, bijvoorbeeld een afsluiter, of van de verificatie van de werking daarvan;
- Het nemen van stalen;
- Het uitvoeren van testen.

Onderstreept wordt dat het hier activiteiten betreft die ofwel vereist zijn op basis van het reglementaire kader ofwel expliciet voorzien zijn in de veiligheidsdemonstratie en dan nodig zijn als onderdeel van de beheersing van omstandigheden geclassificeerd als C3a, C3b of C4. Het betreft hier niet (daadwerkelijke) interventies zoals bedoeld in artikel 20.2 van het ARBIS en het is ook niet van toepassing op personeel dat geëvacueerd wordt in ongevalssituaties.

Voor dergelijke vooraf voorziene activiteiten dient in de veiligheidsdemonstratie aangetoond te worden dat de dosislimieten voor beroepshalve blootgestelde personen zoals vastgelegd in ARBIS artikel 20.1.3 worden gerespecteerd. Bij het aantonen dat aan deze doelstelling is voldaan, dienen

de activiteit zelf, de duur daarvan en ook de eventuele verplaatsingen nodig voor de activiteit in rekening te worden gebracht.

Art. 11 Bepaling van de radiologische gevolgen

"Bij de bepaling van de radiologische gevolgen van een gebeurtenis wordt als volgt rekening gehouden met verschillende bijdragen:

- *voor de effectieve dosis wordt rekening gehouden met de effecten van directe bestraling, inhalatie en, indien relevant, bestraling als gevolg van de passage van de radioactieve wolk en als gevolg van depositie op oppervlaktes;*
- *voor de equivalente dosis voor de schildklier wordt rekening gehouden met de effecten van inhalatie tijdens de passage van de radioactieve wolk;*
- *voor de levensduur effectieve dosis wordt rekening gehouden met de effecten van ingestie, inhalatie en bestraling als gevolg van depositie op oppervlaktes.*

Bij de bepaling van de radiologische gevolgen van een gebeurtenis wordt geen rekening gehouden met beschermingsmaatregelen die buiten de site getroffen zouden worden, behalve eventuele maatregelen met betrekking tot de voedselketen."

Bel V heeft een **aanvullende guidance** opgesteld [14] waarin aanbevelingen zijn opgenomen met betrekking tot de berekening van de radiologische impact in relatie tot de radiologische doelstellingen RSO2 en RSO3. Als onderdeel daarvan worden ook aanbevelingen gegeven voor wat betreft de karakteristieken van een representatief persoon en het verschil tussen conservatieve en minder-conservatieve berekeningen.

Hoofdstuk 4: Externe risico's van natuurlijke oorsprong en van onopzettelijk door de mens veroorzaakte gevaren

Artikel 3/1 van het KB VVKI stelt dat: *"de impact van externe risico's van natuurlijke oorsprong, inclusief extreme risico's, en van onopzettelijk door de mens veroorzaakte gevaren, tot een minimum wordt beperkt;"*.

Om dit te bereiken dienen externe risico²'s (i.e. de risico's verbonden aan natuurverschijnselen en de risico's verbonden aan voorvallen die voortvloeien uit menselijke activiteiten) beschouwd te worden in het ontwerp zowel als onderdeel van de ontwerpbasis als van de ontwerpuitbreiding.

In artikel 13, worden er risico's van verschillende intensiteiten gekozen (de "intensiteit" kan zijn e.g. de piekgrondversnelling, de windkracht, het vliegtuigtype, etc.). Deze intensiteiten van een extern risico worden "hazard levels" of HL genoemd.

Het verband tussen een risico van een bepaalde "intensiteit" en de radiologische doelstellingen wordt weergegeven in artikel 14 van het TR-NVD.

De analyses van externe risico's (de bepaling van de intensiteit en de impact op de kerninstallatie) en de bescherming daartegen vergen evenwel aanzienlijke inspanningen die niet voor elke kerninstallatie gerechtvaardigd is. Het is daarom dat een trapsgewijze aanpak wordt gehanteerd, op basis van het gevaar van de kerninstallatie (artikel 12 van het TR-NVD). Hiertoe wordt de kerninstallatie voor de beschouwde externe risico types, ingedeeld op basis van de potentiële radiologische gevolgen in een categorie, de graded approach category of GAC. Die categorie is bepalend voor de mate waarin bepaalde externe risico's beschouwd moeten worden in de veiligheidsdemonstratie .

² De term "risico" wordt hier gebruikt als verwijzing naar een "gebeurtenis" / "fenomeen" analoog aan de Engelse term "(natural) hazard"

De volgorde van de genoemde artikelen in het TR-NVD sluit aan bij de werkwijze die in de praktijk zal worden gebruikt: eerst de trapsgewijze aanpak alvorens de externe risico's in detail te karakteriseren en ze op te nemen in de ontwerpbasis.

Art. 12 Trapsgewijze aanpak voor externe risico's

"De impact van externe risico's van natuurlijke oorsprong, inclusief extreme risico's, en van onopzettelijk door de mens veroorzaakte gevaren, wordt tot een minimum beperkt door deze externe risico's te beschouwen in het ontwerp en als onderdeel van de veiligheidsdemonstratie waarbij een trapsgewijze aanpak kan worden toegepast.

- *Een hypothetisch scenario wordt bepaald dat omhullend is voor wat betreft de schade aan de installatie en de resulterende radiologische gevolgen voor het geval dat één van de beschouwde externe risico's zou optreden met een intensiteit gelijk of groter dan het extreem extern risico. HL2 gedefinieerd in artikel 13. Bij de justificatie dat het hypothetisch scenario omhullend is mag gebruik gemaakt worden van deskundigen oordeel.*
- *Eén of meerdere hypothetische scenario's dienen te worden gedefinieerd om alle verschillende externe risico's te behandelen.*
- *Voor elk hypothetisch scenario worden op conservatieve wijze de radiologische gevolgen bepaald. Op basis van deze radiologische gevolgen wordt de kerninstallatie voor de externe risico's behorend bij het hypothetische scenario als volgt ingedeeld in een "graded approach categorie" (GAC):*
 - *GAC1: de radiologische gevolgen van het hypothetisch scenario voor een persoon van het publiek zijn minder dan een effectieve dosis van 0.5 mSv en minder dan een equivalente dosis voor de schildklier van 1.5 mSv;*
 - *GAC2: de radiologische gevolgen van het hypothetisch scenario voldoen aan doelstelling RSO2 en voldoen niet aan doelstelling RSO1;*
 - *GAC3: de radiologische gevolgen van het hypothetisch scenario voldoen aan doelstelling RSO3 en voldoen niet aan doelstelling RSO2;*
 - *GAC4: de radiologische gevolgen van het hypothetisch scenario voldoen niet aan doelstelling RSO3.*
- *Indien de exploitant kan aantonen dat de radiologische gevolgen van een hypothetisch scenario voldoen aan doelstelling RSO3 als hij gebruik maakt van een minder conservatieve berekeningswijze, dan kan hij aan het Agentschap voorstellen de kerninstallatie voor de externe risico's behorend bij het hypothetische scenario in te delen als GAC3 in plaats van GAC4."*

Ten behoeve van de trapsgewijze aanpak voor externe risico's dient een **hypothetisch scenario** te worden voorgesteld dat overkoepelend is aan één of meerdere extreme externe risico's. Zo kan voor een scenario worden gekozen waarbij de gehele installatie instort en waarbij brand ontstaan. Een dergelijk scenario zou dan omhullend kunnen zijn voor de gevolgen van een aardbeving en diverse andere externe risico's.

Voor dit scenario worden dan de radiologische gevolgen bepaald op een relatief eenvoudige en conservatieve wijze. De volgende aspecten dienen daarbij zeker in rekening gebracht te worden:

- De gehele bronterm (grootte en samenstelling);
- De directe straling;
- De mate waarin de bronterm kan vrijkomen;
- De externe verspreidbaarheid van de vrijgekomen bronterm;

Een aantal relevante factoren met betrekking tot de bronterm zijn:

- Type radio-isotopen, dan wel radio-isotoop specifiek of via groepen als α , $\beta\gamma$, edelgassen, tritium, jodium, etc.
- Mobiliteit en fysicochemische vorm, zoals bijvoorbeeld vast, vloeibaar of gasvormig.

Bij de mate waarin de bronterm vrij kan komen, dient aandacht besteed te worden aan:

- De invloed van het externe risico: verschillende externe risico's kunnen een verschillende impact hebben op de mate waarin de bronterm zich kan verspreiden. Om dit in rekening te brengen is het niet nodig om een uitgebreid site-specifiek onderzoek van het extern

risico uit te voeren. Op basis van algemene (expert) kennis wordt een extreem extern risico gepostuleerd dat qua intensiteit vergelijkbaar of extremer is dan een HL2 gebeurtenis.

- De invloed van de kerninstallatie: nadelige karakteristieken van de kerninstallatie dienen in rekening gebracht te worden. Indien positieve karakteristieken in rekening worden gebracht, zoals het gegarandeerd bestand zijn van een specifieke component tegen een extreem extern risico, dan dient dit onderbouwd te worden;
- Voor de vrijzettingfactor van de bronterm wordt in het algemeen 100% aangenomen tenzij een andere waarde gejustificeerd kan worden.

De aldus bepaalde radiologische gevolgen worden gebruikt om de kerninstallatie in te delen in een graded approach categorie (GAC1 t/m GAC4) die gerelateerd zijn aan de radiologische doelstellingen RSO1, RSO2 en RSO3. Deze indeling, die dus een maat is voor het risico gemoeid met de kerninstallatie, is bepalend voor de mate waarin bepaalde externe risico's beschouwd moeten worden in de veiligheidsdemonstratie.

Voor de bepaling van de externe verspreiding en de radiologische impact dienen methoden en aannames gedaan te worden die in eerste aanleg niet anders zijn dan de conservatieve werkwijze voor ontwerpbasis omstandigheden (i.e. C3a).

Art. 13 Te beschouwen externe risico's

"Afhankelijk van de "graded approach categorie", dienen er verschillende analyses uitgevoerd worden van een extern risico:

Graded approach categorie	Extern risico te beschouwen?		
	HL1	HL1*	HL2
GAC1	<i>Ja (beperkt)</i>	-	-
GAC2	<i>Ja</i>	-	-
GAC3	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	-
GAC4	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>

Waarbij:

- HL1 betreft een extern risico waarvan de intensiteit als volgt wordt bepaald op basis van de overschrijdingsfrequentie:
 - Een installatie ingedeeld als GAC1 mag ontworpen worden op basis van conventionele codes en normen met betrekking tot externe risico's. Deze codes en normen bepalen de facto de intensiteit van het risico en de daaraan verbonden overschrijdingsfrequentie. HL1 betreft in het algemeen een extern risico overeenkomend met een overschrijdingsfrequentie van enkele procenten over de levensduur van de kerninstallatie;
 - Voor installaties ingedeeld als GAC3 of GAC4 is de overschrijdingsfrequentie orde grootte 10^{-6} per jaar voor onopzettelijk door de mens veroorzaakte risico's;
 - In alle overige gevallen (i.e. voor natuurlijke risico's voor GAC2, GAC3 en GAC4 en voor onopzettelijk door de mens veroorzaakte risico's voor GAC2) is de overschrijdingsfrequentie lager dan 10^{-4} per jaar.
- HL1* betreft een extern risico met een maximale intensiteit zodat de radiologische gevolgen, bepaald op minder conservatieve wijze, nog voldoen aan doelstelling RSO2. Het bepalen van HL1* is niet nodig indien aangetoond wordt dat de radiologische gevolgen voor HL2 voldoen aan doelstelling RSO2.
- HL2 betreft een extreem extern risico dat zeer onwaarschijnlijk is én met een overschrijdingsfrequentie lager, tenminste 1 orde grootte, dan de overschrijdingsfrequentie voor HL1.

Indien de overschrijdingsfrequentie voor een extern risico niet of niet met voldoende vertrouwen kan worden bepaald, wordt een gebeurtenis waarmee een gelijkwaardig beschermingsniveau kan worden bereikt, opgenomen in het ontwerp.

Indien de karakterisering van een extern risico op basis van een "overschrijdingsfrequentie" niet gangbaar of mogelijk is, dan wordt gebruik gemaakt van een alternatieve methode waarmee een gelijkwaardig beschermingsniveau kan worden bereikt.

In dit artikel wordt gespecificeerd welke externe risico's en de geassocieerde intensiteit beschouwd moeten worden in het ontwerp en als onderdeel van de veiligheidsdemonstratie en dit in functie van de graded approach categorie (GAC) die werd bepaald middels artikel 12 van het TR-NVD.

Voor GAC1 wordt verwacht dat de kerninstallatie tenminste ontworpen wordt op basis van conventionele normen en standaarden, wat gewoonlijk overeenkomt met tenminste een dusdanige intensiteit dat de overschrijdingsfrequentie enkele procenten betreft gedurende de levensduur van de installatie. Indien die niet beschikbaar zouden zijn voor een specifiek extern risico dan kan voor de karakterisering van dat externe risico een jaarlijkse overschrijdingsfrequentie worden gehanteerd die overeenkomt met enkele procenten over de levensduur van de kerninstallatie (i.e. typisch orde grootte 10^{-2} - 10^{-3} per jaar). Deze waarden zijn gebaseerd op een Poissonverdeling waarmee het verband tussen de levensduur van de beschouwde installatie TL, de overschrijdingskans P en de terugkeerperiode van een gebeurtenis TR wordt gegeven door volgende formule: $TR = - TL / \ln(1-P)$. Indien voor de overschrijdingskans P een waarde 4% verondersteld wordt, de levensduur (operationele fase) van de beschouwde installatie TL wordt vastgelegd op 50 jaar, dan is de terugkeerperiode TR gelijk aan 1225 jaar.

Voor GAC3 en GAC4 wordt verwacht dat voor HL1 een overschrijdingsfrequentie orde grootte 10^{-6} per jaar wordt gehanteerd voor onopzettelijk door de mens veroorzaakte risico's terwijl dit 10^{-4} per jaar is voor alle overige gevallen. Dit is consistent met de WENRA reference levels issue TU [13] die hetzelfde onderscheid maken tussen natuurlijke en door de mens veroorzaakte externe risico's, en met artikel 21/1.3 van het KB VVKI.

De reden van dit onderscheid komt voort uit de grote onzekerheden gemoeid met externe risico's van natuurlijke oorsprong in het bijzonder voor zeer kleine overschrijdingsfrequentie. Dit betekent dat indien een kleinere overschrijdingsfrequentie dan $10^{-4}/y$ gevraagd zou worden, de eisen voor het ontwerp gedreven zullen worden door de marges worden ingebouwd om die onzekerheden af te dekken.

Voor de relevante onopzettelijk door de mens veroorzaakte externe risico's zijn de onzekerheden vaak kleiner. Tevens is de overschrijdingsfrequentie van deze risico's typisch van orde grootte 10^{-6} per jaar waardoor het vereisen van een overschrijdingsfrequentie groter dan 10^{-6} per jaar tot gevolg zou hebben dat veel door de mens veroorzaakte externe risico's niet in de ontwerpbasis zouden worden beschouwd. Hierbij wordt opgemerkt dat dergelijke risico's wel reeds werden meegenomen in het ontwerp van bestaande kerninstallaties die als GAC3 of GAC4 kunnen worden beschouwd.

Met behulp van HL1* wordt bepaald hoeveel marge er beschikbaar is in de ontwerpbasis en het voldoen aan objectief RSO2 enerzijds door de intensiteit van het externe risico te verhogen en anderzijds minder conservatieve methodes toe te passen. Zowel in het geval van GAC3 als GAC4 verschaft deze marge bepaling belangrijke inzichten over het al dan niet aanwezig zijn van cliff-edge effecten. Tevens wordt inzicht verkregen in welke delen van het ontwerp minder sterk zijn dan andere delen.

Opgemerkt wordt tenslotte dat voor specifieke externe risico's het FANC richtlijnen [15][16][17] heeft opgesteld die een verdere invulling geven over welke elementen belangrijk worden geacht

bij het bepalen van de te beschouwen intensiteit van een extern risico en het uitvoeren van de veiligheidsstudie.

Art. 14 Relatie tussen te beschouwen externe risico's en radiologische doelstellingen

"De toestand van de kerninstallatie als gevolg van het optreden van een extern risico HL1 wordt op conservatieve wijze bepaald en ingedeeld als ontwerpbasisongeval (C3a). Een veiligheidsstudie toont vervolgens aan dat aan doelstelling RSO2 wordt voldaan.

De toestand van de kerninstallatie als gevolg van het optreden van een extreem extern risico HL2 mag op minder conservatieve wijze worden bepaald. In principe wordt deze toestand ingedeeld als DEC-A (C3b) en de veiligheidsstudie toont aan dat aan doelstelling RSO2 wordt voldaan. Indien dit leidt tot de noodzaak van het treffen van disproportionele of contraproductieve maatregelen voor het ontwerp dan kan de exploitant aan het Agentschap voorstellen de toestand van de installatie in te delen als DEC-B (C4) waarbij aangetoond wordt dat aan doelstelling RSO3 is voldaan."

Dit artikel legt net als artikelen 4 en 5 van het TR-NVD een relatie tussen de beschouwde gebeurtenis, de indeling daarvan en de radiologische doelstellingen. Hierbij wordt opgemerkt dat het doel voor externe risico's, ook de meer extreme, is om hun invloed zo veel mogelijk buiten de installatie te houden. Meestal is dat vrij eenvoudig door geschikte "siting" en ontwerp (e.g. flooding, wind, ...). Voor enkele externe risico's zoals aardbeving is het vrijwel onmogelijk om de invloed buiten te houden. De algemene verwachting is dus dat externe risico's niet leiden tot aanzienlijke lozingen, met radiologische gevolgen groter dan de objectief RSO2, omdat de invloed buiten de installatie kan worden gehouden; er zijn echter ook duidelijke uitzonderingen waarvoor dit lastiger te realiseren is en vandaar ook dat het TR-NVD toelaat om te onderbouwen dat het niet redelijk is om RSO2 te vereisen en om voor die externe risico's RSO3 toe te passen.

Referenties

- [1] Koninklijk besluit van 30 november 2011 houdende veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties
- [2] Koninklijk besluit van 1 maart 2018 tot vaststelling van het nucleair en radiologisch noodplan voor het Belgisch grondgebied
- [3] Koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen
- [4] FANC, Technisch reglement van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle van 27/05/2021 tot bepaling van de praktische invulling van de nucleaire veiligheidsdoelstelling dat ongevallen moeten voorkomen worden en, indien een ongeval zich voordoet, de gevolgen van dat ongeval worden beperkt en vroegtijdige of massale radioactieve lozingen worden vermeden.
- [5] FANC, Guideline - Safety demonstration of new class I nuclear installations - Approach to Defence-in-Depth, radiological safety objectives and application of a graded approach to external hazards, 2013-05-15-NH-5-4-3-EN, 20 april 2017
- [6] Richtlijn 2014/87/EURATOM van de Europese Raad houdende wijziging van richtlijn 2009/71/Euratom tot vaststelling van een communautair kader voor de nucleaire veiligheid van kerninstallaties
- [7] FANC, Technisch reglement van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle tot bepaling van de modaliteiten van de periodieke veiligheidsherzieningen van inrichtingen van klasse I, met uitzondering van de vermogensreactoren, 2 februari 2021
- [8] WENRA, Safety of new NPP designs, RHWG, March 2013

- [9] IAEA, Defence in depth in nuclear safety - INSAG-10, 1996
- [10] WENRA/RHWG, Practical Elimination Applied to New NPP Designs - Key Elements and Expectations, September 2019
- [11] WENRA, statement on safety objectives for new nuclear power plants, November 2010
- [12] WENRA, Safety Objectives for New Power Reactors, 2009
- [13] WENRA, WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors, 2020
- [14] Bel V, Guidance on the application of conservative and less conservative approaches for the analysis of radiological consequences, R-SG-17-001-0-e-0, 2017
- [15] FANC, Guideline on the evaluation of the seismic hazards for new class I nuclear installations, 2014-03-28-NH-5-4-4-EN, February 2015
- [16] FANC, Guideline on the categorization and assessment of accidental aircraft crashes in the design of new class I nuclear installations, 2014-03-18-RK-5-4-4-EN, February 2015
- [17] FANC, Guideline on the evaluation of external flooding hazard for new class I nuclear installations, 2014-03-13-RK-5-4-2-EN, February 2015

Brussel,