

**sck cen**



## **Niet-technische samenvatting van de Milieueffectbeoordeling**

In het kader van het uitstel van de desactivatie van de kerncentrales

Doel 4 en Tihange 3

In opdracht van Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie

Onder referentie 2022/77251/E2/EIE (Ref. SCK CEN: CO-90-22-6049-00)

Publicatiedatum: 20 maart 2023

© SCK CEN - Publication date: 20/03/2023

Stichting van Openbaar Nut - Fondation d'Utilité Publique - Foundation of Public Utility

**Registered Office:**

Avenue Herrmann Debroux 40 - 1160 Brussel – Belgium

**Research Centres:**

Boeretang 200 - 2400 Mol - Belgium

Chemin du Cyclotron 6 - 1348 Ottignies-Louvain-la-Neuve - Belgium

<http://www.sckcen.be>

**Deskundigen die meewerkten aan de milieueffectbeoordeling:**

Radiologische/Nucleaire aspecten: *Johan Camps (SCK CEN), Eef Weetjens (SCK CEN), Lieve Sweeck (SCK CEN), Geert Olyslaegers (SCK CEN), Hildegard Vandenhove (SCK CEN).*

Niet-radiologische aspecten Doel 4: *Koen Couderé (KENTER), Katelijne Verhaegen (KENTER), Annemie Pals (Mieco Effect), Johan Versieren (Joveco).*

Niet-radiologische aspecten Tihange 3: *Xavier Musschoot (SERTIUS), Maureen de Hertogh (SERTIUS), Pierre Jacques (SERTIUS), Amélie de Pierpont (SERTIUS).*

Coördinatie: *Johan Camps (SCK CEN)/ Koen Couderé (Kenter).*

## Inhoud

1	Context van de milieueffectbeoordeling .....	4
2	Doelstelling van het project: garanderen van de bevoorradingszekerheid .....	5
3	Initiatiefnemer en team van deskundigen .....	5
4	Voorwerp van de milieueffectbeoordeling .....	5
5	Werking van de kerncentrales Doel 4 en Tihange 3.....	7
6	Alternatieven.....	9
7	Referentietoestand en referentiescenario.....	9
8	Procedure.....	10
9	Selectie van de mogelijk aanzienlijke effecten .....	11
9.1	Effecten van het Project.....	11
9.2	Vermeden effecten van het Project.....	11
9.3	Effecten op het Project .....	11
10	Overzicht van de milieueffecten .....	12
10.1	Niet-radiologische effecten .....	12
10.2	Radiologische effecten.....	13
10.2.1	Impact op mens en milieu bij normale uitbating .....	13
10.2.2	Impact op mens en milieu bij een ongeval .....	14
10.2.3	Impact op de productie van afval en verbruikte splijtstoffen.....	16
11	Grensoverschrijdende effecten .....	17
11.1	Doel 4.....	17
11.2	Tihange 3 .....	18
12	Milderende maatregelen .....	18
13	Leemten in de kennis.....	19
13.1	Niet-radiologische effecten.....	19
13.2	Radiologische effecten.....	19
14	Algemeen besluit .....	20

## 1 Context van de milieueffectbeoordeling

Kernenergie is sinds de ingebruikname van de verschillende reactoren op de sites van Doel en Tihange in de jaren 1975-1985 de voornaamste bron van elektriciteit in België, met een productieaandeel op jaarbasis tussen ongeveer 40 en 60 % in de laatste 35 jaar.

De geleidelijke uitstap van het gebruik van kernenergie voor elektriciteitsproductie op het Belgische grondgebied is geregeld door de wet van 31 januari 2003 (wet op de kernuitstap). Hierin werd vastgelegd dat de kerncentrales 40 jaar na de datum van hun industriële ingebruikname zouden worden gedesactiveerd, en dat alle individuele vergunningen met betrekking tot de elektriciteitsproductie door die centrales op hetzelfde moment een einde zouden nemen. De wet stelt ook dat geen enkele nieuwe nucleaire centrale voor de industriële elektriciteitsproductie door splijting van kernbrandstoffen kan worden opgericht en/of in exploitatie gesteld.

De wet op de kernuitstap werd een eerste keer gewijzigd in 2013 om de exploitatieduurverlenging voor de industriële elektriciteitsproductie van Tihange 1 met 10 jaar te verlengen. De wet op de uitfasering van kernenergie werd opnieuw gewijzigd bij de wet van 28 juni 2015 (wet die op 5 maart 2020 door het Grondwettelijk Hof nietig werd verklaard en vervangen werd door de wet van 11 oktober 2022) om de energiebevoorrading te verzekeren. Hierbij werd toelating gegeven om Doel 1 opnieuw op te starten (deze centrale was reeds stilgelegd conform de wet van 2003) en werd de desactivatie van Doel 2 met 10 jaar uitgesteld. In Tabel 1 is een overzicht van de actuele data voor desactivatie per kerncentrale opgenomen.

*Tabel 1: Desactivatiekalender volgens de oorspronkelijke wet op de kernuitstap van 2003 en zijn latere wijzigingen (status 1 januari 2023)*

Centrale	Datum van industriële ingebruikname	Datum van desactivatie (oorspronkelijke wet van 2003)	Datum van desactivatie (wijzigingen van wet van 2003, status 1 januari 2023)
<b>Doel 1</b>	15 februari 1975	15 februari 2015	15 februari 2025
<b>Doel 2</b>	1 december 1975	1 december 2015	1 december 2025
<b>Doel 3</b>	1 oktober 1982	1 oktober 2022	1 oktober 2022
<b>Doel 4</b>	1 juli 1985	1 juli 2025	1 juli 2025
<b>Tihange 1</b>	1 oktober 1975	1 oktober 2015	1 oktober 2025
<b>Tihange 2</b>	1 februari 1983	1 februari 2023	1 februari 2023
<b>Tihange 3</b>	1 september 1985	1 september 2025	1 september 2025

Eind december 2021 vroeg de regering aan het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) en FOD Economie (DG Energie) om tegen 17 januari een analyse te maken van de acties die nodig zijn voor het activeren van het zogenaamde plan B (het langer dan gepland openhouden van de kernreactoren Doel 4 en Tihange 3) met het oog op het verzekeren van de elektriciteitsbevoorrading in België na 2025.

Uit de analyse van het FANC bleek dat een verlenging van de uitbatingstermijn voor de jongste kernreactoren op het vlak van de nucleaire veiligheid mogelijk was, weliswaar mits de nodige reglementaire aanpassingen en veiligheidsverbeteringen van de installaties. Voor een uitbatingstermijnverlenging is ook een milieueffectrapport vereist.

Op 18 maart 2022 besliste de federale regering vervolgens om effectief over te gaan tot een verlenging van de uitbatingstermijn van Doel 4 en Tihange 3 en zo een nucleaire productiecapaciteit van 2 gigawatt te behouden.

Op 9 januari 2023 kwamen de Belgische regering en uitbater ENGIE Electrabel tot een akkoord om het tien jaar langer dan hun geplande sluitingsdatum in 2025 openhouden van de twee jongste kernreactoren van het land, Doel 4 en Tihange 3, te bewerkstelligen.

## 2 Doelstelling van het project: garanderen van de bevoorradingszekerheid

Elia heeft recent (2021) berekend dat er in 2025, na de vooropgestelde sluiting van alle kerncentrales, nood zou zijn aan een bijkomende flexibel inzetbare productiecapaciteit van circa 3,6 GW om aan de normen op het vlak van bevoorradingszekerheid en flexibiliteit te kunnen voldoen. Tegen 2032 zou die behoefte gestegen zijn tot 4,6 GW, in de eerste plaats als gevolg van de toenemende elektrificatie van de economie en de samenleving.

Invoer van elektriciteit vormt geen afdoende antwoord op die vraag. Het is te verwachten dat in de huidige marktcondities, in combinatie met de afbouw van fossiele installaties in onder meer Duitsland en de gedeeltelijke onbeschikbaarheid van het Franse nucleaire park, op bepaalde momenten weinig capaciteitoverschot zal zijn op de Noordwest-Europese markt.

Elia stelt dat het tekort aan capaciteit vanaf het jaar 2025 niet op korte termijn en in voldoende mate zal ingevuld worden door de marktwerking. Daarom werd het opzetten van een CRM-mechanisme (capaciteitsremuneratiemechanisme) voorgesteld, dat niet alleen voldoende capaciteit moet leveren, maar die capaciteit ook voldoende flexibel moet kunnen inzetten. Uitbouw van dit mechanisme en van de bijhorende productie-eenheden is momenteel volop bezig.

In de huidige context van onzekerheid op het vlak van energiebevoorrading, van hoge energieprijzen en van geopolitieke instabiliteit wenst de Regering sterker in te zetten op binnenlandse (niet-fossiele) productiecapaciteit, en de afhankelijkheid van (buitenlandse) fossiele bronnen te verlagen.

De levensduurverlenging van Doel 4 en Tihange 3 is in die context een logische beslissing; ze laat toe op relatief korte termijn een gegarandeerde capaciteit van 2 GW terug (i.e. nadat de centrales in 2025 zijn stilgelegd en na de nodige aanpassingen en procedures terug zijn opgestart) ter beschikking te stellen van het net.

## 3 Initiatiefnemer en team van deskundigen

De initiatiefnemer van de milieubeoordeling over de beslissing is de Belgische Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, Vooruitgangstraat 50, 1210 Brussel.

De milieueffectbeoordeling is opgemaakt door een team van erkende radiologische en niet-radiologische MER-deskundigen. De algemene projectleiding en de radiologische/nucleaire disciplines waren in handen van SCK CEN. KENTER bv was verantwoordelijk voor de coördinatie van de niet-radiologische delen van het milieueffectrapport en specifiek ook deze voor Doel 4. SERTIUS was verantwoordelijk voor de niet-radiologische disciplines voor Tihange 3.

## 4 Voorwerp van de milieueffectbeoordeling

Het project dat het voorwerp vormt van de milieueffectbeoordeling heeft betrekking op de strategische beslissing en de werken (zoals gekend bij het uitvoeren van de beoordeling) voor de levensduurverlenging van de kernreactoren Doel 4 en Tihange 3 met een periode van 10 jaar, vanaf de datum van de eerste industriële elektriciteitsproductie na de sluiting (zoals voorzien in de wet op de kernuitstap van 2003). De uiterlijk voorziene datum voor stillegging bij verlenging met 10 jaar is 31 december 2037 (zie Tabel 2)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Indien we naar de verlenging van Doel 4 en Tihange 3 verwijzen in dit rapport bedoelen we steeds de verlenging zoals hier gedefinieerd, ook als omwille van praktische redenen specifieke data worden vermeld.

Tabel 2: Verlenging van de reactoren Doel 4 en Tihange 3 voor industriële elektriciteitsproductie zoals beschouwd in deze milieueffectbeoordeling. Deze timing is conform met het ontwerp van wet goedgekeurd op de ministerraad van 1 april 2022.

Reactor	Voorziene sluiting Wet op kernuitstap 2003	Verlenging	Uiterlijk voorziene datum desactivatie bij verlenging
Doel 4	1 juli 2025	Periode van tien jaar vanaf de datum van de eerste industriële elektriciteitsproductie na 1 juli 2025	31 december 2037
Tihange 3	1 september 2025	Periode van tien jaar vanaf de datum van de eerste industriële elektriciteitsproductie na 1 september 2025	31 december 2037

Doel 4 en Tihange 3 maken respectievelijk deel uit van de site van de kerncentrale van Doel (KC Doel), gelegen langs de Schelde, aan de Scheldemolenstraat, Haven 1800, 9130 Doel en van de site van de kerncentrale van Tihange (Centrale Nucléaire de Tihange, CN Tihange), gelegen langs de Maas, aan de Avenue de l'Industrie 1, 4500 Huy (Figuur 1), en worden uitgebaut door Electrabel nv.



Figuur 1: Situering van de kerncentrales van Doel en Tihange (oranje), de kernenergiecentrales aan de grenzen met België (groen) en andere Klasse 1 nucleaire installaties in België (blauw).

Voor wat de veiligheid betreft voldoen momenteel alle kernreactoren aan de geldende wettelijke veiligheidsvoorschriften. Deze voorschriften werden in 2020 aangescherpt met bijkomende veiligheidsvereisten, die gelden vanaf 2025. Aangezien Doel 4 en Tihange 3 tot de meest moderne kernreactoren in België behoren en vermits ze reeds het voorwerp hebben uitgemaakt van diverse verbeteringsprojecten (in het kader van de vorige

drie periodieke veiligheidsherzieningen en van de post-Fukushima stresstesten) zijn de werken die nodig zijn om de LTO (Long Term Operations) te kunnen realiseren niet bijzonder uitgebreid of complex.

De werken die in de milieueffectbeoordeling beschouwd worden omvatten zowel ontwerpverbeteringen als verouderingsbeheer. Ontwerpverbeteringen hebben onder meer betrekking op het beheer van mogelijke hittegolven en de bijhorende temperaturen, op het versterken van de bewoonbaarheid van de noodplancentra in geval van ernstige ongevallen, en op bijkomende (mobiele) koelsystemen voor bestraalde kernbrandstof, die kunnen worden ingeschakeld in ongevalssituaties. Voor wat betreft het verouderingsbeheer schat de veiligheidsautoriteit (FANC-AFCN) in dat de grote mechanische componenten (reactorvat, reactordeksel, stoomgeneratoren) niet moeten vervangen worden; voor andere componenten (kleinere mechanische componenten zoals pompen of kleppen, elektrische uitrusting, instrumentatie, civiele structuren) zal er pas een volledig beeld van de mogelijke vervangingswerken zijn op het moment dat Electrabel nv zijn studies heeft afgerond.

Op basis van de werken zoals gekend op het moment van de scoping van de potentiële effecten en van de beoordeling van deze effecten<sup>2</sup> kan gesteld worden dat de effecten zeer lokaal zijn en in het algemeen beperkt blijven tot de site voor de verschillende niet-radiologische disciplines. Er is geen impact op de radiologische aspecten binnen de periode waarin de verlenging bestudeerd wordt en het radioactief afval wordt beoordeeld voor de LTO inclusief de werken. Voor de werken wordt een beperkte hoeveelheid laagradioactief afval verwacht, die slechts een fractie uitmaakt van de cumulatieve hoeveelheid over de beschouwde LTO periode.

De laatste stand van zaken met betrekking tot de werken die mee het voorwerp uitmaken van de milieueffectbeoordeling in voorliggend rapport was beschikbaar in een nota van 15 maart 2023<sup>3</sup>. De beschrijving van de werken en de scoping van mogelijke effecten die deze nota bevat zijn niet fundamenteel anders dan deze waarvan uitgegaan werd bij de beoordeling van de effecten van de werken uitgevoerd in deze milieueffectbeoordeling. De effectieve lijst van uit te voeren werken in het kader van LTO Doel 4 en Tihange 3 kan nog verder evolueren in overleg tussen de exploitant, Electrabel nv, en de veiligheidsautoriteiten.

## 5 Werking van de kerncentrales Doel 4 en Tihange 3

De finaliteit van de verlenging van de eenheden Doel 4 en Tihange 3 op de respectievelijke sites KC Doel en CN Tihange is de verdere industriële productie van elektriciteit.

Doel 4 en Tihange 3 zijn reactoren van het zogenaamde drukwater of hogedruk-type (PWR – Pressurized Water Reactor). Een dergelijke reactor is typisch opgebouwd uit 3 compartimenten met 3 gescheiden kringen: het reactorgebouw met primaire kring, de machinezaal met secundaire kring en het koelcircuit dat de tertiaire kring vormt (Figuur 2).

Het reactorgebouw bevat het reactorvat dat de kernbrandstof of splijtstof bevat. Bij splijting ontstaan splijttingsproducten en neutronen. De bij splijting vrijgekomen energie, wordt in een PWR zoals Doel 4 en Tihange 3 overgedragen aan water onder hoge druk (155 bar). Doel 4 en Tihange 3 hebben beide drie kringen, die samen de primaire koelkring vormen (elk met hun eigen pomp), en die het water rondpompen van de reactor kern naar de stoomgeneratoren.

---

<sup>2</sup> Informatie beschikbaar tot en met 31 januari 2023 werd hiervoor meegenomen, informatie die later ontvangen werd is niet gegarandeerd meegenomen.

<sup>3</sup> PSR LTO KCD4 CNT 3-ELP-Description des travaux du LTO de D4/T3 (ref. CNT-KCD/4NT/0031174/000/02), Tractebel Engineering S.A., 15 maart 2023.



*Figuur 2: Werking kerncentrale met van links naar rechts reactorgebouw, machinezaal en koelcircuit (Bron: Electrabel nv).*

Het opgewarmde water onder hoge druk van de primaire kring gaat naar de stoomgenerator waar het zijn warmte afgeeft aan het water aan de andere kant (secundaire kring) waar stoom wordt gevormd. Er is dus nooit rechtstreeks contact tussen het water uit de primaire en de secundaire kring. De stoom zorgt voor de aandrijving van een turbine in de machinezaal, en de daaraan verbonden alternator zet de draaiing van de turbine om in elektrische stroom. De stoom in de secundaire kring gaat verder naar de condensor waarbij de stoom terug omgezet wordt in vloeibaar water, dat opnieuw naar de stoomgenerator gepompt wordt. Het koelen van de condensor gebeurt met water uit de tertiaire koelkring, waarbij opnieuw nooit rechtstreeks contact is met het water van de secundaire kring. De tertiaire kring wordt gevoed door Scheldewater (Doel) of Maaswater (Tihange), wat als gevolg heeft dat dit Schelde-respectievelijk Maaswater lichtjes opwarmt. Daarom gaat het eerst naar de koeltorens met geforceerde trek vooraleer het ofwel opnieuw naar de condensor gaat of terug in de Schelde of Maas stroomt.

Tijdens normale werking en bij onderhoud in de nucleaire zone kunnen kleine hoeveelheden radioactieve elementen vrijkomen. Hierdoor ontstaan naast de verbruikte splijtstofelementen een aantal radioactieve afvalstromen in gas-, vloeibare en vaste vorm. Voor de laatste twee bestaan op de sites van KC Doel en CN Tihange behandelingsystemen. Voor Doel is het behandelingsysteem ondergebracht in een centraal water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB), voor Tihange is het meer verspreid over de verschillende installaties, het vloeibaar afval wordt behandeld voor de hele site in Tihange 2.

Sinds de definitieve stopzetting (DSZ) van Doel 3 (23 september 2022) en Tihange 2 (31 januari 2023) voor de industriële opwekking van elektriciteit zijn beide sites in een toestand waar een deel van de reactoren nog elektriciteit produceren en een ander deel dat zich in de fase van definitieve stopzetting (ook post-operationele fase of POP genoemd), bevindt.

Ook voor Doel 4 en Tihange 3 zal uiteraard de definitieve stopzetting en de post-operationele fase op een bepaald moment aan de orde zijn, met of zonder de realisatie van het project voor de levensduurverlenging. Het enige verschil is het tijdstip waarop de DSZ zal gebeuren: bij de realisatie van het project zal dat ruim 10 jaar later zijn dan zonder de realisatie van het project. De milieueffecten op zich wijzigen er echter niet door.

Doel 4 en Tihange 3 zullen na stopzetting en POP ook moeten ontmanteld worden. De impact van deze fase maakt geen onderdeel uit van de milieueffectbeoordeling van de levensduurverlenging van Doel 4 en Tihange 3. De hoeveelheden radioactief afval en verbruikte splijtstoffen afkomstig van de ontmanteling zijn wel meegenomen in de beoordeling van het project.



## 6 Alternatieven

Een alternatief voor een plan of project kan gedefinieerd worden als 'een andere manier om de doelstellingen van het plan of project te bereiken'. De vraag is dus of er alternatieve manieren bestaan om na 2025 de bevoorradingszekerheid op het vlak van elektriciteit te garanderen.

De beslissing om de levensduur van de kernreactoren Doel 4 en Tihange 3 met 10 jaar te verlengen wordt aangestuurd door onverwachte en niet-wenselijke ontwikkelingen op de energiemarkt en in de geopolitieke situatie in Europa. De overheid heeft ter voorbereiding van het nemen van die beslissing nagegaan of er gelijkwaardige alternatieve opties ter beschikking waren en wat de voor- en nadelen van die opties waren.

Samengevat kan gesteld worden dat meerdere van de mogelijke alternatieve energiebronnen geen reëel alternatief vormen: de capaciteit aan hernieuwbare energie is nog onvoldoende uitgebouwd, de invoermogelijkheden staan onder druk en de strategische reserve is niet bedoeld om structureel ingezet te worden. Het CRM-mechanisme is het meest voor de hand liggende alternatief, en wordt dan ook verder uitgebouwd. In die zin is het geen echt alternatief maar een bijkomende garantie om, in combinatie met de levensduurverlenging van Doel 4 en Tihange 3, de bevoorradingszekerheid van elektriciteit veilig te stellen. Overigens gaat Elia er van uit dat ook bij een levensduurverlenging van beide centrales de capaciteit geleverd door het CRM-mechanisme nodig zal blijven. Dat ligt ook voor de hand, aangezien het tekort in 2025 op 3,6 GW werd geraamd, waarvan slechts 2 GW zullen ingevuld worden door het langer openhouden van de centrales.

## 7 Referentietoestand en referentiescenario

In een milieubeoordeling is voor het in beeld brengen van de impact van een plan of project een heldere definitie van de referentietoestand van belang. De referentietoestand is de toestand van het milieu die ontstaat als een plan of project niet wordt uitgevoerd; hij vormt dus de vergelijkingsbasis voor de effecten van het plan of project. De referentietoestand is in dit geval de toestand die ontstaat als de levensduur van Doel 4 en Tihange 3 niet zou worden verlengd, als met andere woorden Doel 4 en Tihange 3 in 2025 definitief zouden worden stilgelegd volgens de kalender van de wet op de kernuitstap. De toestand die ontstaat als het plan of project wél wordt uitgevoerd (levensduurverlenging) wordt vergeleken met die referentietoestand (geen levensduurverlenging). Het verschil tussen beide geeft aan hoe groot het effect van het plan of project (in casu de levensduurverlenging) is (Figuur 3).

De referentietoestand is in principe de toestand van de omgeving in het jaar 2025. Verder is het uitgangspunt dat die referentietoestand niet fundamenteel wijzigt (onder invloed van evoluties niet gerelateerd aan de werking van Doel 4 of Tihange 3) tussen 2025 en 2037, of toch niet op zo'n manier dat de beoordeling van de effecten op het milieu erdoor gewijzigd zou worden.



Figuur 3: Schematische voorstelling van de referentietoestand.

Naast de referentietoestand worden in de milieueffectbeoordeling ook de termen 'referentieperiode' en 'referentiescenario' gebruikt. Deze termen volgen uit de particulariteit van het project die erin bestaat dat de effecten zich beperken tot een in de tijd beperkte periode (10 jaar), waarvan begin- en eindpunt in dit geval niet met zekerheid gekend zijn (zie Tabel 2). Deze in de tijd beperkte periode noemen we de *referentieperiode*. Voor effecten die een duidelijke tijdsdimensie hebben (bv. hoeveelheid geëmitteerde polluenten per jaar, hoeveelheid afval geproduceerd per jaar, ...) wordt in de milieueffectbeoordeling ook bekeken wat de over de referentieperiode gecumuleerde impact is, door de hoeveelheden per jaar te sommeren tot een totaal voor de periode of door een vergelijkbare inschatting te maken van de cumulatieve effecten.

Het *referentiescenario* beschrijft de project-gerelateerde ontwikkelingen gedurende de referentieperiode als het project niet wordt uitgevoerd. Voor de sites van Doel en Tihange houdt dit scenario in dat op de site geen enkele nucleaire reactor nog actief is. Voor de centrales Doel 3 en Tihange 2 zal in 2027 de post-operationele fase geheel of grotendeels achter de rug zijn, en zal begonnen zijn met de ontmanteling. Voor de reactoren Doel 1, Doel 2 en Tihange 1 loopt de post-operationele fase tot ongeveer 2030, waarna ook voor deze reactoren met de ontmanteling begonnen wordt.

Over de vorm die de ontmanteling zal aannemen en over de milieueffecten die hiermee gepaard gaan is op dit moment nog geen informatie beschikbaar; er kan in de milieueffectbeoordeling dan ook geen rekening mee gehouden worden. Wel zullen voor de ontmanteling van de verschillende reactoren in de toekomst nog uitgebreide milieueffectrapportages op projectniveau worden uitgevoerd.

## 8 Procedure

De milieueffectbeoordeling wordt uitgevoerd binnen het kader van de Europese MEB-richtlijn, de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn. Deze richtlijnen bevatten echter weinig procedurele bepalingen over de manier waarop het proces van de milieueffectbeoordeling moet verlopen.

Samengevat hebben de voornaamste bepalingen met procedurele draagwijdte uit de MEB-richtlijn betrekking op:

1. Het raadplegen van de instanties die 'op grond van hun specifieke verantwoordelijkheden op milieugebied met het project te maken kunnen krijgen' (artikel 6.1);
2. Het op de hoogte stellen van het publiek, in een vroeg stadium van de milieubesluitvormingsprocedure, van onder meer de procedure, de mogelijkheden tot inspraak en het voorwerp van de vergunningsaanvraag (artikel 6.2);
3. Het ter beschikking stellen van het publiek van de resultaten van de milieueffectbeoordeling en van de uitgebrachte adviezen (artikel 6.3);
4. Het raadplegen van de bevoegde instanties in andere lidstaten (artikel 7);
5. Het op de hoogte stellen van het publiek van onder meer de inhoud van de beslissing met betrekking tot de vergunning en van de overwegingen waarop de beslissing is gebaseerd (artikel 9);
6. Beroepsprocedures (artikel 11).

De vereiste kennisgevingen in het kader van het Verdrag van Espoo, het Verdrag van Aarhus en de MEB-richtlijn (grensoverschrijdend en binnen België) worden door de Belgische overheid, Federale Overheidsdienst Economie en de Minister van Energie uitgevoerd.

Na de afronding van de milieueffectbeoordeling organiseert de Federale Overheidsdienst Economie een raadpleging bij de drie Belgische gewesten, de Belgische provincies, de geïnteresseerde gemeentebesturen, de federale raad voor duurzame ontwikkeling, de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen (NIRAS) en het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC).

Daarnaast wordt ook een online publieksraadpleging georganiseerd gedurende 60 kalenderdagen door middel van een website gewijd aan de publicatie van het volledige milieubeoordelingsdossier voor het uitstel van de desactivatie van Doel 4 en Tihange 3. De kennisgeving voor de raadpleging en de participatie van het publiek gebeurt door de Federale Overheidsdienst Economie.

## 9 Selectie van de mogelijk aanzienlijke effecten

### 9.1 Effecten van het Project

In de milieueffectbeoordeling worden zowel de radiologische als de niet-radiologische effecten van de levensduurverlenging met 10 jaar van de reactoren Doel 4 en Tihange 3 bestudeerd en beoordeeld. Bij de bespreking van de impact ligt de nadruk op de finale receptoren van die impact, namelijk enerzijds de menselijke gezondheid en anderzijds de biodiversiteit. Dit geldt zowel voor de radiologische als voor de niet-radiologische effecten.

Voor de niet-radiologische effecten werd daarnaast ook nagegaan voor welke andere receptoren vermeld in artikel 3 en bijlage IV van de Europese MEB-richtlijn zich aanzienlijk negatieve effecten zouden kunnen voordoen.

Voor de thema's Bodem, Grondwater, Geluid, Mobiliteit en Landschap werd geoordeeld dat er op strategisch niveau geen aanzienlijke (niet-radiologische) effecten te verwachten zijn van de levensduurverlenging. Deze werken dus evenmin door in de receptordisciplines.

Voor wat betreft de niet-radiologische effecten heeft de milieueffectbeoordeling dus betrekking op de effecten binnen de thema's Oppervlaktewater, Lucht, Biodiversiteit, Gezondheid, en Klimaat. Binnen de milieueffectbeoordeling worden deze effecten beoordeeld in het licht van de mate waarin ze al dan niet bijdragen aan het bereiken van de beleidsdoelstellingen voor deze thema's.

### 9.2 Vermeden effecten van het Project

Dit zijn effecten die zich niet voordoen als het project wordt uitgevoerd, maar wel als het project niet wordt uitgevoerd. Het zijn dus effecten die zich voordoen in de referentiesituatie. Vermits de omvang van een effect bepaald wordt door het verschil te maken tussen de projectsituatie en de referentiesituatie gaat het hierbij om negatieve of "vermeden" effecten.

Gezien de onduidelijkheid over de werkelijke invulling van de 'vermeden' productiecapaciteit bestuderen we een aantal effecten die er mee kunnen samenhangen (maar die sterk afhangen van de aard en de locatie van de vervangingsinstallaties) niet. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om de effecten op landschap, luchtkwaliteit of waterkwaliteit.

Concreet beperken we de studie van de vermeden effecten tot:

- De vermeden emissies aan broeikasgassen (met doorwerking in de discipline Klimaat);
- De vermeden emissies aan NO<sub>x</sub> (met doorwerking in de discipline Mens en Gezondheid).

Daarnaast nemen we ook de vermeden bevoorradingonzekerheid in beschouwing. Het vermijden van deze onzekerheid is de doelstelling zelf van het plan, en in die zin dus geen neveneffect ervan. Niettemin is het goed een beeld te krijgen van de effecten op dit aspect als de levensduur van Doel 4 en Tihange 3 niet zou worden verlengd. De effecten van de bevoorradingonzekerheid bekijken we in de eerste plaats in de context van het thema "Mens".

### 9.3 Effecten op het Project

De "effecten op het Project" hebben specifiek betrekking op de gevolgen van de klimaatverandering op het Project. De verplichting om dit aspect mee op te nemen in de milieueffectbeoordeling volgt uit de wijzigingen aangebracht aan de MEB-richtlijn 2011/92/EU door Richtlijn 2014/52/EU. Bijlage IV bij die richtlijn stelt immers dat een milieueffectbeoordeling onder meer een beschrijving moet bevatten van *het effect van het project op het klimaat* (bijvoorbeeld de aard en de omvang van emissies van broeikasgassen) en de *kwetsbaarheid van het project voor klimaatverandering*.

## 10 Overzicht van de milieueffecten

### 10.1 Niet-radiologische effecten

Het verlengen van de levensduur van Doel 4 en Tihange 3 houdt in dat gedurende een bijkomende periode van 10 jaar (gezuiverd) sanitair afvalwater, behandeld bedrijfsafvalwater en (opgewarmd) koelwater zal geloosd worden in respectievelijk de Zeeschelde en de Maas. Aangezien op beide sites de lozingsnormen gerespecteerd worden en de bijdrage van de lozingen aan de concentratie van de verschillende polluenten in het oppervlaktewater beperkt is zal dit niet leiden tot een achteruitgang van de ecologische toestand van de Zeeschelde (Doel) of de Maas (Tihange), mits blijvend aandacht wordt geschonken aan monitoring en tijdige bijsturing. Het project hypothekeert evenmin het bereiken van het goed ecologisch potentieel van beide waterlichamen.

Vanuit het thema biodiversiteit werden voor de site Doel effecten van het project bestudeerd in termen van de oppervlaktewaterkwaliteit, barrièrewerking, mortaliteit, verstoring, direct ruimtebeslag, en eutrofiëring en verzuring. Voor barrièrewerking en direct ruimtebeslag bleek dat er geen effecten te verwachten zijn. Voor mortaliteit is er mogelijk een (beperkt) effect omwille van de aanzuiging van koelwater. Op het vlak van verstoring zijn enkel wijzigingen te verwachten op vlak van geluidsverstoring. Het belang hiervan is eerder beperkt, aangezien tijdens de periode van levensduurverlening de verstoring nog enkel van Doel 4 zal afkomstig zijn. Bovendien gaat het om een bestaand geluid dat continu en voorspelbaar is; een belangrijke impact op de soorten in de omgeving wordt dan ook niet verwacht.

De effecten van de werking van Doel 4 op het vlak van verzurende en eutrofiërende deposities zijn verwaarloosbaar. Bovendien zijn andere factoren zoals de kwaliteit van het Scheldewater veel bepalender voor de trofische toestand op die locatie. Wel kunnen er op het vlak van stikstofdeposities positieve effecten verwacht worden van de 'vermeden emissies' die samengaan met 10 jaar aan bijkomende nucleaire productie.

De lozing van koelwater, sanitair water en industrieel water zorgt voor een verslechtering van de waterkwaliteit, die in Doel echter beperkt blijft tot de zone binnen de strekdam. Betekenisvolle effecten op het ecosysteem van de Schelde als geheel worden daardoor voorkomen. Ook lokaal zijn er geen aanwijzingen dat de effecten nadelig zouden zijn voor de aanwezige organismen. Gezien de aanduiding van de Schelde zelf als habitatrictlijngebied en het mogelijke belang van deze zone voor de vogels van het vogelrichtlijngebied is dit een belangrijke conclusie.

Voor Tihange volgt uit de analyse dat de effecten van het project op het aquatisch milieu niet van dien aard zijn dat ze de instandhoudingsstrategieën voor de gerelateerde ecosystemen zouden hypothekeerders, rekening houdend met de maatregelen die door de exploitant van de inrichting werden genomen, al dan niet in het kader van de bepalingen van zijn milieuvergunning (lozingscontrole, afstotingssysteem, enz.). Gezien het feit dat de Maas ter hoogte van de centrale van Tihange geen grote ecologische waarde heeft (vooral alomtegenwoordige soorten) en dat slechts één reactor van de drie voorbestemd is om de komende jaren in gebruik te blijven, wordt geen negatieve evolutie van het aquatisch milieu verwacht.

Hinder voor fauna die kan toegeschreven worden aan de menselijke aanwezigheid (lawaaï, verlichting, enz.) wordt voor Tihange 3 niet als significant aanzien, aangezien de installatie zich in een reeds sterk verstedelijkte regio bevindt en de exploitant ook maatregelen heeft genomen om de akoestische effecten van de installatie te verminderen. Daarnaast zijn op de site ook maatregelen genomen om de lokale biodiversiteit te versterken.

De bijdrage van de levensduurverlening van Tihange 3 aan zure deposities zal niet significant zijn. Net zoals bij Doel 4 kan er zelfs uitgegaan worden van een positief effect, omdat de elektriciteit die door de reactor zal worden geproduceerd niet hoeft te worden geproduceerd door STEG-installaties, die aanzienlijk meer rookgassen uitstoten die verantwoordelijk zijn voor verzuring en stikstofdepositie.

Rekening houdend met alle bovenstaande elementen, kan gesteld worden dat de levensduurverlening van Tihange 3 niet onverenigbaar is met de instandhoudingsdoelstellingen vastgelegd in de Waalse wetgeving.

De werking van KC Doel en CN Tihange kan ook een impact hebben op de luchtkwaliteit. De belangrijkste bronnen met een mogelijke impact zijn stoomketels en dieselmotoren, die jaarlijks echter maar een beperkt aantal

werkingsuren hebben. Naarmate bij sluiting van de andere reactoren op beide sites meer verbrandingsinstallaties uit dienst worden genomen zal de impact van deze installaties verder afnemen.

Uit de impactberekeningen voor KC Doel blijkt dat de impact op de luchtkwaliteit in de omgeving verwaarloosbaar is (kleiner dan 1% van de gehanteerde grens- of toetsingswaarden). Er is dan ook geen noodzaak aan milderende maatregelen.

Als de levensduur van Doel 4 en Tihange 3 niet verlengd worden zal in de plaats ervan elektriciteit gegenereerd moeten worden met (deels) behulp van fossiele brandstoffen. De emissies die hierbij ontstaan (en die bij levensduurverlenging van Doel 4 en Tihange 3 als 'vermeden' kunnen beschouwd worden) liggen veel hoger dan de emissies die bij de werking van Doel 4 en Tihange 3 ontstaan, en de impact op de luchtkwaliteit zal dan ook groter zijn.

De broeikasgasemissies die kunnen toegewezen worden aan de werking van Doel 4 en Tihange 3 bedragen over de periode van de levensduurverlenging samen zo'n 31 kton (cumulatief). De *vermeden* broeikasgasemissies bij het langer open houden van Doel 4 en Tihange 3 zijn van een andere orde. Over de hele periode genomen resulteert het uitstel van de desactivatie van beide reactoren in het vermijden van de emissie van ongeveer 24.830 kton CO<sub>2</sub>eq. Dit is komt neer op een jaarlijkse besparing equivalent aan bijna 20% van de emissies in de sector "productie van elektriciteit en warmte" in België in het jaar 2021 (12,8 Mton). Als we de vergelijking maken met de emissies die vrijkomen bij de werking van Doel 4 en Tihange 3 over dezelfde periode (samen 31 kton) dan kunnen we vaststellen dat de emissies van beide reactoren over de periode waarop de levensduurverlenging van toepassing is samen slechts ongeveer 0,12% uitmaken van de vermeden emissies over dezelfde periode.

Noch Doel 4 noch Tihange 3 hebben tijdens de referentieperiode een invloed op de weerbaarheid van hun omgeving aan de gevolgen van klimaatverandering. Binnen het tijdsperspectief van de levensduurverlenging zijn beide sites evenmin kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering, en deze situatie is onafhankelijk van het feit of de levensduur van Doel 4 en Tihange 3 al dan niet wordt verlengd.

Het project heeft geen betekenisvolle gevolgen voor de gezondheid. Legionella heeft als gevolg van de genomen maatregelen en, in het geval van Doel, ook van de specifieke omstandigheden (brak voedingswater) in het verleden nooit een probleem gevormd, en er is geen reden om aan te nemen dat dit tijdens de periode van levensduurverlenging anders zou zijn. Wat betreft risicoperceptie met betrekking tot nucleaire ongevallen kan gesteld worden dat die risicoperceptie er wel degelijk is, maar dat er geen aantoonbaar verband is met psychosomatische effecten. Tenslotte kan bevestigd worden dat de levensduurverlenging van Doel 4 en Tihange 3 de kansen op een black-out gevoelig vermindert (vooral in de eerste jaren van de levensduurverlenging), met dus een positief effect op het vermijden van de gezondheids- en veiligheidseffecten die met stroomonderbrekingen kunnen gepaard gaan. Tenslotte kan aangegeven worden dat op het vlak van externe veiligheid geen betekenisvolle toename van het risico verwacht wordt als gevolg van de levensduurverlenging.

## 10.2 Radiologische effecten

### 10.2.1 Impact op mens en milieu bij normale uitbating

Blootstelling aan ioniserende straling bij normale uitbating en de daaraan gekoppelde impact op mens en milieu is het gevolg enerzijds van directe straling afkomstig van de sites en de radioactieve gasvormige en vloeibare lozingen. De dosis door blootstelling aan directe straling aan de grens met en buiten de sites is erg klein en niet waarneembaar. Het is niet te onderscheiden van de natuurlijke variaties in de achtergrondstraling. Externe straling neemt verder ook sterk af met de afstand (inverse kwadratenwet).

Bij een verlenging van Doel 4 en Tihange 3 voor een periode van nog eens 10 jaar na 2025 zullen de vloeibare en gasvormige lozingen bij normale uitbating van eenzelfde niveau zijn als deze ten gevolge van de uitbating van Doel 4 en Tihange 3 op dit ogenblik en in de afgelopen jaren. Gasvormige en vloeibare lozingen zijn een fractie van de lozingslimieten vastgelegd in de uitbatingvergunningen van KC Doel en CN Tihange, en de dosis wordt

voornamelijk bepaald door de gasvormige lozingen van koolstof 14 (C-14). Dit, ook natuurlijk voorkomend, radionuclide wordt geproduceerd tijdens de werking van de reactoren door de neutronen vrijgezet bij kernsplijting.

De effectieve dosis ten gevolge van het Project (de verlenging van Doel 4 en Tihange 3 voor een periode van 10 jaar) ten gevolge van de gasvormige en vloeibare lozingen wordt voor de meest blootgestelde persoon (kritieke individu) geschat op 0.010 mSv/jaar en dit voor de periode van 10 jaar van verder uitbating. Dit is een triviale dosis, ver beneden de wettelijke limiet van 1 mSv/jaar. De blootstelling in België aan natuurlijke straling bedraagt 2,4 mSv. Een effectieve dosis van 0.010 mSv/jaar komt overeen met de extra dosis die je zou ontvangen door kosmische straling bij een vakantie van 2 weken in de bergen. Deze dosis is bovendien een zeer conservatieve inschatting (kritiek individu: meest gevoelige leeftijdscategorie, op locatie van maximale blootstelling, voedsel van locatie met hoogste concentraties radionucliden, ...).

Gezien de definitieve stopzetting, volgens de huidige kalender, van de andere reactoren op beide sites wordt verwacht dat de blootstelling ten gevolge van de activiteiten op de sites van KC Doel en CN Tihange na 2025, ook bij verlenging van Doel 4 en Tihange 3, zal dalen ten opzichte van de situatie in de afgelopen jaren. De typische effectieve dosis voor het kritieke individu van de gasvormige en vloeibare lozingen werd voor de afgelopen jaren geschat rond de 0.02 mSv/jaar voor KC Doel en 0.03-0.05 mSv/jaar voor CN Tihange afhankelijk van beschouwde periode en aannames. Na 2025, en bij verlenging van Doel 4 en Tihange 3 zal de effectieve dosis in de beschouwde periode van het Project voor de hele site van KC Doel dalen van 0.017-0.013 mSv/jaar en voor CN Tihange van 0.020 naar 0.015 mSv/jaar. Deze daling is het gevolg van het feit dat een daling in functie van de tijd verwacht wordt in de lozingen na de stopzetting van Doel 1, 2 en 3 voor KC Doel en Tihange 1 en 2 voor CN Tihange. Ook de impact op het milieu is verwaarloosbaar en zal voor de hele sites van KC Doel en CN Tihange verder afnemen, ook bij verlenging van Doel 4 en Tihange 3. Het monitoren van de gasvormige en vloeibare lozingen en het monitoren van de omgeving in kader van het radiologische toezichtprogramma en een specifiek programma uitgevoerd door de exploitant zullen de impact op mens en milieu continu blijven bewaken. Gezien dosissen en impact op mens en milieu op de site grens triviaal zijn, zijn er ook geen grensoverschrijdende effecten bij normale uitbating.

We willen ten slotte opmerken dat in de periode dat het Project loopt, gestart kan worden met de ontmanteling van één of meerdere van de andere reactoren. Dit kan eventueel een invloed hebben op de radiologische toestand, maar is niet het onderwerp van deze milieueffectbeoordeling. Hiervoor is een aparte milieueffectbeoordeling nodig.

## 10.2.2 Impact op mens en milieu bij een ongeval

Er werden twee ontwerpbasisongevallen bestudeerd voor de reactoren Doel 4 en Tihange 3, namelijk het Loss Of Coolant Accident (LOCA – ongeval door verlies van koeling) en het Fuel Handling Accident (FHA – ongeval tijdens handeling met brandstofelement). Deze ongevallen kunnen als overkoepelend voor dit type van ongevallen beschouwd worden. Daarnaast werd één uitbreidingsontwerpongeval, een Complete Station Blackout (CSBO) met kernsmelt, beschouwd (dat dan weer als representatief hiervoor mag beschouwd worden). De effecten van de twee ontwerpbasisongevallen vallen binnen de limieten van de algemene gegevens in het kader van Artikel 37 van het Euratom verdrag. Er werden echter ook evaluaties in het kader van de FANC-AFCN/Bel-V richtlijnen voor nieuwe Klasse 1 installaties gebruikt voor de effectbeoordeling. Ook de resultaten van deze analyse vallen binnen de limieten van de algemene gegevens in het kader van Artikel 37 van het Euratom verdrag. Strikt gezien is deze laatste evaluatie hier niet van toepassing daar Doel 4 en Tihange 3 reeds bestaande Klasse 1 installaties zijn. Het is echter de unieke analyse die gebruikt werd voor de beoordeling van de effecten voor het CSBO-ongeval en deze analyse geeft ook voor de ontwerpbasisongevallen (LOCA en FHA) een inzicht in een groter aantal effecten die met een ongeval gepaard kunnen gaan, zoals de bodembesmetting.

Ondanks het feit dat Doel 4 en Tihange 3 reactoren van hetzelfde type en met eenzelfde vermogen zijn, kan er een verschil vastgesteld worden in de effecten voor hetzelfde ongevalsscenario. Dit heeft te maken met het precieze ontwerp (volume reactorgebouw, lektempo naar buiten, ...) en veiligheidssystemen wat betreft de geloosde hoeveelheden radioactiviteit naar de omgeving, maar ook met de hoogte van de lozing (schouwhoogte) voor de ongevallen op beide sites. Er dient verder opgemerkt te worden dat conservatieve schattingen gemaakt worden, zowel naar de geloosde hoeveelheden radioactiviteit bij de ongevallen (onder de beschouwde scenario's) en de

berekening van de impact. Dit wil zeggen dat bij een reëel ongeval dat volgens de beschouwde scenario's verloopt (inclusief de werking van de veiligheidssystemen) de effecten altijd, of bijna altijd kleiner zullen zijn.

Voor Tihange 3 zijn er voor de 3 beschouwde ongevallen (LOCA, FHA en CSBO) volgens de richtlijnen voor nieuwe Klasse 1 installaties geen overschrijdingen van de effectieve dosis en equivalente schildklierdosis tijdens het ongeval ten opzichte van de specifieke referentieniveaus voor directe, dringende beschermingsmaatregelen zoals schuilen, evacueren of inname stabiel jodium (ingestie van besmet voedsel niet meegenomen, daar dat eenvoudig kan vermeden worden). De effectieve dosis is het grootst voor het ontwerpuitbreidingsongeval (CSBO) en bedraagt 4.29 mSv over de duur van het ongeval (5 mSv in 24u is het referentieniveau voor schuilen<sup>4</sup>). Deze dosis is vergelijkbaar met de dosis die een gemiddelde Belg krijgt per jaar door zowel natuurlijke straling als deze van medische diagnostische toepassingen. De schildklierdosis is bij dit ongeval beperkt omwille van het Containment Filter Venting Systeem (CFVS), dat volgens de uitbatingvergunning dient gebruikt te worden in een dergelijk ongeval. Dit systeem filtert het aanwezige jodium en de aerosolen (waaronder het langlevende Cs-137) in belangrijke mate en de effectieve dosis is bijgevolg grotendeels het gevolg van de straling van de radioactieve edelgassen in de overtrekkende wolk.

Het FHA-ongeval geeft van de beschouwde ongevallen de hoogste schildklierdosis (4.95 mSv voor Tihange voor de leeftijdscategorie 1-2 jarigen). Deze is het gevolg van de lozing van jodium isotopen. Bij dit ongeval en ook bij het LOCA-ongeval bestaat de mogelijkheid dat de voedselketen besmet zal raken, met het radioactieve jodium en tegenmaatregelen noodzakelijk zullen zijn. Gezien de beperkte halveringstijden van de jodiumisotopen zal de besmetting beperkt zijn in de tijd. Besmetting met langlevende radionucliden zoals Cs-137 is erg beperkt (enkel LOCA) en hiervoor wordt in de ongevalsscenario's dan ook geen impact op de voedselketen verwacht. De levenslange effectieve dosis (over 50 jaar voor volwassenen en tot 70 jaar voor andere leeftijdscategorieën) ten gevolge van de ongevallen is beperkt en ver beneden de 1 Sv. De grensoverschrijdende impact van alle beschouwde ongevallen voor Tihange 3 is wegens de afstand tot de buurlanden zeer beperkt. Dossissen zijn beperkt en besmetting met radioactief jodium is mogelijk, maar zal conservatief ingeschat op de rand zijn voor het nemen van tegenmaatregelen.

Voor de beschouwde Doel 4 ongevallen is, equivalent met Tihange 3, volgens de analyse van de nieuwe Klasse 1 installaties de effectieve dosis het hoogst voor het CSBO-ongeval. Ze bedraagt 8.89 mSv, wat dus een overschrijding is van het referentieniveau voor schuilen (5 mSv in 24 u) maar nog beduidend lager is in vergelijking met het referentieniveau voor evacuatie (50 mSv in 1 week). Equivalente schildklierdossissen zijn gelijkaardig voor het LOCA en het FHA-ongeval voor Doel 4 en bedragen rond de 35 mSv (leeftijdscategorie 1-2 jarigen). Deze waarden zijn hoger dan het referentieniveau voor de inname van stabiel jodium voor kinderen en zwangere vrouwen (10 mSv equivalente schildklierdosis). Ook voor de beschouwde ontwerpbasisongevallen voor Doel 4 zullen op basis van de conservatieve schattingen van de depositie van jodium isotopen de afgeleide waarden voor de voedselketen overschreden worden en kunnen bijgevolg tegenmaatregelen voor de voedselketen noodzakelijk zijn (typisch melk, bladgroenten en vlees). Ook voor het CSBO-ongevalsscenario voor Doel 4 is het niet uitgesloten dat het afgeleide niveau voor de bodemconcentratie van 4000 Bq/m<sup>2</sup> overschreden wordt en er dus maatregelen voor de voedselketen noodzakelijk zijn. In dit ongeval is de afzetting van jodium echter kleiner dan in de ontwerpbasisongevallen (LOCA en FHA). Voor alle ongevalsscenario's zal dit opnieuw, omwille van de beperkte halveringstijd van de belangrijkste jodium isotopen, beperkt zijn in de tijd (halveringstijd van 8,02 dagen voor I-131). De besmetting met langlevende radionucliden zoals Cs-137 zal zeer beperkt zijn en geen tegenmaatregelen vragen in de beschouwde scenario's. Eén jaar na het ongeval zijn er bijgevolg geen tegenmaatregelen meer te verwachten. Daarnaast zijn de levenslange effectieve dossissen ook voor de Doel 4 ongevalsscenario's veel lager dan 1 Sv.

---

<sup>4</sup> De referentieniveaus mogen niet beschouwd worden als limieten. In een reële situatie zou schuilen misschien wel aangeraden worden, enerzijds omwille van de onzekerheid die bestaat in elke ongevalssituatie maar verder ook omdat een beperking van de blootstelling (dosisoptimalisatie) in kader van het voorzorgsprincipe kan afgewogen worden t.o.v. de nadelige effecten van schuilen.

De grensoverschrijdende impact van de ongevallen blijft beperkt, er zijn voor alle beschouwde ongevalsscenario's voor zowel Doel 4 als Tihange 3 geen directe tegenmaatregelen zoals schuilen, evacueren of de inname van stabiel jodium ter bescherming van de schildklier noodzakelijk in de buurlanden. Voornamelijk in Nederland, gezien de nabijheid van Doel 4, is een besmetting van de voedselketen met jodium isotopen waarbij tegenmaatregelen vereist kunnen zijn mogelijk. In de andere buurlanden is dit voor zowel Doel 4 als Tihange 3 erg onwaarschijnlijk, maar ook voor een aantal landen niet helemaal uitgesloten. De besmetting met jodium isotopen is echter van korte duur, gezien de beperkte halveringstijd. Besmetting met langlevende radionucliden zoals Cs-137 is heel erg beperkt en vereist geen tegenmaatregelen. De levenslange dosis ten gevolge van de beschouwde ongevalsscenario's is dan ook in alle buurlanden erg beperkt.

Voor de impact op fauna en flora kan op basis van de geloosde hoeveelheden en de daaraan gekoppelde deposities in de verschillende ongevalsscenario's een zeer matig tot te verwaarlozen effect verwacht worden voor Doel 4 en een te verwaarlozen effect voor Tihange 3. Dit zijn opnieuw conservatieve inschattingen.

Gezien na 2025, volgens de huidige kalender, Doel 4 en Tihange 3 beide de enige reactor zijn op de respectievelijke sites van KC Doel en CN Tihange die uitgebaat worden voor elektriciteitsproductie, neemt de kans op beide sites af voor een ernstig ongeval. Na de definitieve stopzetting van de andere reactoren daalt de radioactiviteit snel, een ongeval blijft mogelijk (door bv. het verlies van koeling), maar de potentiële radioactieve lozingen en dus ook de potentiële impact zal snel in functie van de tijd afnemen. De impact van eventuele *multi-unit* events op beide sites (ongevallen waarbij er meer installaties betrokken zijn, zoals in het Fukushima Dai-ichi ongeval) zal daardoor na 2025 ook kleiner zijn. De kans op een gelijktijdig ongeval met Doel 4 en Tihange 3 is gezien de fysische afstand tussen de sites van beide reactoren nog veel kleiner dan *multi-unit* events op eenzelfde site.

### 10.2.3 Impact op de productie van afval en verbruikte splijtstoffen

In België classificeert NIRAS (de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen) radioactieve afvalstoffen in drie categorieën. **Categorie A** verwijst naar het laag- en middelactief kortlevend afval, **Categorie B** groepeert laag- en middelactief langlevend afval en **Categorie C** bevat het hoogradioactief langlevend afval dat voornamelijk voortkomt uit verbruikte splijtstoffen.

Een verlenging met 10 jaar van de uitbating van de eenheden Doel 4 en Tihange 3 zal aanleiding geven tot het ontstaan van een bijkomende hoeveelheid laag- en middelradioactief afval, die op basis van langjarige gemiddelden geschat wordt op een totaal van 864 m<sup>3</sup>. Dit is voornamelijk afval van categorie A, met slechts een beperkte hoeveelheid categorie B-afval, waaronder mogelijk bepaalde harsen en filters. Vergeleken met de ~50.000 m<sup>3</sup> categorie A-afval die momenteel is opgenomen als bronterm in het veiligheidsdossier van de oppervlakteberging betekent dit een marginale toename (~1,7 %).

In de veronderstelling dat de hoeveelheid categorie B-afval verwaarloosbaar is, komt het bijkomend volume afval overeen met ongeveer 2.161 vaten van 400 liter die verpakt zullen worden in 540 bergingseenheden (monolieten) met als bestemming oppervlakteberging in de daartoe voorziene inrichting te Dessel, waarvoor de vergunningsprocedure lopende is. De (volumetrische) capaciteit van de berging bedraagt 34 modules, met een ruime reserve van 20% of 5,4 modules, om rekening te houden met onzekerheden rond toekomstige producties van categorie A afval. Het bijkomende afval dat door de verlenging van Doel 4 en Tihange 3 met 10 jaar geproduceerd zou worden zal daarvan 0,6 modules in beslag nemen. Aangezien het gaat om de verlenging van een bestaande activiteit, resulterend in afvalfamilies met gekende karakteristieken, worden verder geen effecten verwacht voor het afvalbeheer op zowel korte als lange termijn.

Er werd tevens een schatting gemaakt van het cumulatief aantal splijtstofelementen dat verbruikt zal worden gedurende een bijkomende periode van 10 jaar te Doel 4 en Tihange 3. Voor beide eenheden samen zal de verlenging resulteren in een bijkomend verbruik van ongeveer 810 splijtstofelementen (type UOX 14ft). Afgewogen ten opzichte van het gehele Belgische reactorpark, komt dit overeen met een surplus van 7,3 % in aantal splijtstofbundels, of 8,9 % in tonne Heavy Metal (tHM).



Gezien deze relatief beperkte hoeveelheid en aangenomen dat deze in eigenschappen gelijkaardig zullen zijn aan de bestaande splijtstofelementen worden geen effecten op het verdere beheer ervan verwacht. Door het uitstel van desactivatie van Doel 4 en Tihange 3 zal de afkoppeling van het net van de eenheden op beide sites gespreid worden waar dit anders zeer gecondenseerd zou verlopen over enkele jaren. Door de in aanbouw zijnde en vergunde installaties van SF<sup>2</sup> te Doel en Tihange zal er voldoende capaciteit zijn voor de opslag op de sites, in afwachting van een beslissing met betrekking tot het langetermijnbeheer.

Tijdens ontmantelingswerkzaamheden worden grote hoeveelheden materiaalstromen gegenereerd, waarvan het grootste gedeelte kan worden vrijgegeven en gerecycleerd. Het hart van de installatie, d.w.z. de reactorkuip en de interne delen zijn echter te beschouwen als radioactief afval. De afvalclassificatie (categorie A of B) gebeurt op basis van de radioactiviteitsconcentratie van veiligheidsrelevante radionucliden en is derhalve afhankelijk van de neutronenflux tijdens de werking van een reactor en de bestralingsduur. Activatieberekeningen van de verschillende onderdelen van het kuipstaal toonden aan dat de totale activiteit nauwelijks toeneemt, en dat de kleine fractie van langlevende isotopen (die van belang zijn voor het beheer op lange termijn) zal toenemen met ongeveer 25 %, evenredig met de duur van de uitbatingsverlenging van 10 jaar. Er wordt verwacht dat deze beperkte activiteitstoename door de verlenging niet of weinig bepalend zal zijn voor de afbakening van de transitiezone tussen categorie A en categorie B afval. Er worden dan ook geen significante verschuivingen in volumes afval verwacht.

## 11 Grensoverschrijdende effecten

### 11.1 Doel 4

De meeste niet-radiologische effecten toe te schrijven aan de levensduurverlenging van Doel 4 beperken zich tot de onmiddellijke omgeving van de kerncentrale en zijn beperkt in omvang; ze geven dus geen aanleiding tot grensoverschrijdende effecten. Enkel voor het thema Water kan er sprake zijn van (beperkte) grensoverschrijdende effecten. Op basis van monitoring van de temperatuur van de Schelde ter hoogte van de Nederlandse grens (op ca. 3,4 km afstand van het lozingspunt), is de invloed van de lozing van het koelwater hoogstens als beperkt negatief te beschouwen, wat inhoudt dat de temperatuurstijging ten gevolge van de lozing kleiner zal zijn dan 1°C. Deze temperatuurstijging zal stroomafwaarts op Nederlands grondgebied verder afnemen.

Als de levensduur van Doel 4 niet wordt verlengd zullen uiteraard andere productiemiddelen moeten ingezet worden om de weggefallen productiecapaciteit te vervangen. Grensoverschrijdende effecten kunnen in zo'n geval niet a priori uitgesloten worden. Het belang en de aard van die grensoverschrijdende effecten zal echter sterk afhangen van de locaties waar de (theoretische) vervangcapaciteit wordt voorzien, van de technische kenmerken van die installaties en van hun vergunningskenmerken.

De gasvormige en vloeibare radiologische lozingen bij de uitbating van *alle* eenheden van KC Doel hebben zoals gezien een verwaarloosbare en niet waarneembare impact (orde 0,02 mSv/jaar) voor de hypothetische meest blootgestelde persoon die zich net buiten de site van KC Doel bevindt. De dosis die afkomstig zou kunnen zijn van de directe straling van de site blijft binnen de marges van de natuurlijke variaties. Rekening houdend met het feit dat de impact enkel kan afnemen met de afstand (verdunding voor lozingen en inverse kwadratenwet voor eventuele directe straling) kan gesteld worden dat bij normaal bedrijf van KC Doel, en dus ook bij verlenging van de levensduur van Doel 4, er geen grensoverschrijdende effecten op mens en milieu te verwachten zijn.

Uit berekeningen van de grensoverschrijdende radiologische impact van diverse ongevalsscenario's blijkt dat de dosissen in Nederland, en ook de andere buurlanden, beneden de typische richtwaarden voor directe tegenmaatregelen (zoals schuilen of het nemen van jodiumtabletten) vallen. Tegenmaatregelen voor de voedselketen kunnen in Nederland noodzakelijk zijn voor jodiumisotopen, gelijkaardig gezien de nabijheid, aan deze in België. In de andere buurlanden zijn deposities waar tegenmaatregelen voor de voedselketen noodzakelijk zijn heel erg onwaarschijnlijk maar in zeer ongunstige meteorologische omstandigheden ook niet helemaal uit te

sluiten voor het LOCA-ongeval. Indien er een impact is op de voedselketen, ook in Nederland, zal deze echter kort van duur zijn (geen belangrijke afzetting van langlevende radionucliden zoals Cs-137). De radiologische impact in de buurlanden zal bijgevolg beperkt blijven.

## 11.2 Tihange 3

CN Tihange ligt op een kortste afstand van 38 km respectievelijk 58 km van de Nederlandse en Duitse grens.

De meeste niet-radiologische effecten als gevolg van het uitstel van de desactivering van Tihange 3 blijven beperkt tot de onmiddellijke omgeving van de kerncentrale. Zij zijn van beperkte omvang en leiden derhalve niet tot grensoverschrijdende effecten.

Alleen het vrijkomen van koelwater, dat de temperatuur van de Maas beïnvloedt, zou gevolgen kunnen hebben over een langere afstand. Gezien de temperatuurgegevens van de Maas bij het laatste meetstation voor Nederland kan de invloed van de koelwaterlozing echter als verwaarloosbaar worden beschouwd (minder overschrijdingen van 25°C en geen overschrijdingen van gemiddeld 28°C per dag in de afgelopen 3 jaar).

Er moet op gewezen worden dat verscheidene grensoverschrijdende effecten in de uitgangssituatie niet kunnen worden uitgesloten indien de desactivering niet wordt uitgesteld. Het belang en de aard van deze grensoverschrijdende effecten zullen in hoge mate afhangen van de locaties waar (theoretische) vervangingscapaciteit is gepland, de technische kenmerken van deze installaties en hun vergunningskenmerken.

De gasvormige en vloeibare radiologische lozingen bij de uitbating van *alle* eenheden van CN Tihange hebben zoals gezien een verwaarloosbare en niet waarneembare impact (orde 0,044 mSv/jaar) voor de hypothetische meest blootgestelde persoon die zich net buiten de site van CN Tihange bevindt. De dosis die afkomstig zou kunnen zijn van de directe straling van de site blijft binnen de marges van de natuurlijke variaties. Rekening houdend met het feit dat de impact enkel kan afnemen met de afstand (verdunding voor lozingen en inverse kwadratenwet voor eventuele directe straling) kan gesteld worden dat bij normaal bedrijf van CN Tihange, en dus ook bij verlenging van de levensduur van Tihange 3, er geen grensoverschrijdende effecten op mens en milieu te verwachten zijn.

De dosissen berekend voor de beschouwde ongevallen voor Tihange 3 voor de buurlanden zijn van dien aard dat geen directe tegenmaatregelen zoals schuilen of toediening van stabiel jodium vereist zijn. Het is niet helemaal uitgesloten dat zeer beperkte en kortstondige maatregelen nodig zijn met betrekking tot de voedselketen. De afzetting van langlevende radionucliden is heel erg beperkt en de radiologische impact van deze ongevallen blijft dus ook beperkt.

## 12 Milderende maatregelen

Gezien de (zeer) beperkte *niet-radiologische effecten* van het project zijn milderende maatregelen niet aan de orde. Wel kunnen voor het thema Water enkele aanbevelingen geformuleerd worden.

Voor de site van Doel gaat het om het volgende:

1. Verhinderen van drainage van grondwater en koelwater naar de gemengde riolering en afkoppelen van hemelwater (bv. bij nieuwe projecten of onderhoudswerken) waardoor verdunding van het afvalwater en frequente overstortingen optreden;
2. Blijvende optimalisatie van de afvalwaterzuivering is aangewezen om voormalige knelpunten (nitriet, AOX) blijvend op te lossen; consistentere meten van een aantal andere parameters zodat kan nagegaan worden of de lozingsnormen gerespecteerd worden;
3. Toekomstige verbouwingen en renovaties moeten voldoende overstromings- en klimaatrobust zijn om de gevolgen van meer intense regenbuien in de toekomst op te vangen en geen wateroverlast af te wentelen op de omgeving;
4. Het stilleggen van Doel 3 (2022) en Doel 1 en 2 (2025) kan aangegrepen worden om de waterzuivering en het (hemel)waterbeheer voor Doel 4 te optimaliseren.

Voor zowel Doel als Tihange gelden volgende aanbevelingen:

1. Afkoppelen van hemelwater van het sanitair afvalwater en hergebruik van hemelwater als sanitair water, stadswatergebruik maximaal vermijden;
2. Ontharden (infiltratie), aanleggen van groendaken of waterpartijen (buffering) op het terrein om het hitte-eiland effect te verminderen, (hemel)water meer plaatselijk vast te houden en te bergen en verdroging te voorkomen;
3. Anticipatieve fijnregeling van de koelcapaciteit op basis van monitoring van de temperatuur van de Zeeschelde en Maas

Voor wat betreft de radiologische effecten kan verwezen worden naar de noodplanning, die erop gericht is de gevolgen van eventuele accidentele effecten op te vangen. Radiologische effecten bij normale exploitatie zijn triviaal, en hiervoor zijn dus geen milderende maatregelen nodig. Het monitoren van de koolstof-14 lozingen naar de atmosfeer kan aanbevolen worden.

## 13 Leemten in de kennis

### 13.1 Niet-radiologische effecten

De leemten in de kennis voor wat de *niet-radiologische effecten* betreft zijn beperkt. Voor het thema Water is er een leemte in het inzicht in het precieze aandeel van het afvalwater afkomstig van Doel 4 en Tihange 3, en dus van de exacte bijdrage van de werking van Doel 4 resp. Tihange 3 aan de restverontreiniging die in de Schelde en Maas terecht komt.

Voor het thema Lucht situeert de voornaamste kennisleemte zich op het vlak van de emissies van de verbrandingsinrichtingen, aangezien er niet voor alle installaties meetwaarden of modelkarakteristieken bekend zijn. Door het hanteren van emissiefactoren uit de literatuur en aannames werden deze leemten ingevuld. Dit leidt tot een verhoogde onzekerheid ten aanzien van de resultaten van de impactberekeningen, maar ook als dit in rekening gebracht wordt kan gesteld worden dat de impact verwaarloosbaar is.

Tenslotte is er nog de onzekerheid met betrekking tot de manier waarop de eventueel weggevallen capaciteit van Doel 4 en Tihange 3 (als het project niet wordt uitgevoerd) zou ingevuld worden. Dit maakt dat de effecten op onder meer de luchtkwaliteit en de stikstofdeposities in de referentiesituatie niet precies kunnen ingeschat worden.

Voor Tihange wordt voorgesteld het Seveso-statuut van de site na stilleggen van Tihange 1 en 2 te verifiëren. Ook als de centrale in zo'n geval niet meer geklasseerd zou zijn als Seveso-installatie moet aandacht worden besteed aan het voorkomen van ongevallen om de mogelijke risico's op het gebied van veiligheid voor de bevolking onder controle te houden.

### 13.2 Radiologische effecten

Bij het berekenen van de radiologische impact van lozingen kunnen verschillende onzekerheden een rol spelen, zoals de hoeveelheid en karakteristieken van de geloosde radionucliden (de zogenaamde bronterm), de meteorologische omstandigheden, de locatie en leeftijd van personen en lokale leefgewoonten (bv. het dieet). Voor berekeningen van de impact bij normaal bedrijf zijn lozingen goed gekend en worden meteorologische condities beschouwd voor een volledig (referentie)jaar. Verder wordt de meest blootgestelde persoon beschouwd met erg conservatieve leefgewoonten met betrekking tot de radiologische impact. Dit leidt tot een conservatieve schatting van de radiologische impact. Ook bij ongevalsscenario's worden conservatieve aannames gemaakt, maar is de reële blootstelling tijdens een ongeval afhankelijk van de precieze hoeveelheden geloosde radionucliden, de precieze meteorologische omstandigheden (bv. plaatselijke buien) en de locatie en gewoonten van mensen. Dit kan eventueel in een ongeval aangevuld worden met tegenmaatregelen zoals schuilen, het innemen van stabiel jodium

en evacuatie. Niettegenstaande de onzekerheden zoals hierboven beschreven, zijn in geval van normaal bedrijf de dosissen waaraan men blootgesteld wordt zeer laag (veel kleiner dan 1 mSv/jaar) maar ook in ongevalsituaties zal in de meeste gevallen voor de hele of het grootste deel van de blootgestelde bevolking de opgelopen dosis beperkt zijn. Dosissen liggen dan ook ver beneden deze voor het optreden van deterministische effecten (deterministische effecten moeten te allen tijde vermeden worden, ook in ongevalsituaties), maar ook bijna steeds ver onder effectieve dosissen waar epidemiologische studies stochastische effecten van straling kunnen aantonen (ontstaan van kanker en genetische effecten). Dit omdat de kans op het optreden van deze effecten erg klein is bij dergelijke lage dosissen, en dit bovenop een hoog spontaan voorkomen van dezelfde effecten. Alhoewel we, vanuit het voorzorgprincipe, aan elke bijkomend opgelopen blootstelling (dosis), hoe laag ook, de mogelijkheid van het voorkomen van stochastische effecten koppelen, is het niet mogelijk met zekerheid dit voorkomen te bevestigen, we weten enkel met zekerheid dat de kans op dit voorkomen heel erg klein of zelfs onbestaande is (<0,57 % bij 100 mSv effectieve dosis).

## 14 Algemeen besluit

Het uitstel van de desactivatie van Doel 4 en Tihange 3 kan aanleiding geven tot de bestending, gedurende een periode van 10 jaar, van een aantal milieueffecten. In de milieueffectbeoordeling werd voor de receptorgroepen "mens" en "biodiversiteit" nagegaan of deze (radiologische en niet-radiologische) effecten als aanzienlijk kunnen worden beschouwd. Ook voor een aantal andere thema's waarvoor beleidsdoelstellingen bestaan die door het project kunnen beïnvloed worden, of die bepalend zijn voor het effect op mens en biodiversiteit, werd een impactanalyse uitgevoerd. Verder werden ook de 'vermeden effecten' van het project, in termen van emissies van broeikasgassen en van stikstofoxiden, en hun doorwerking binnen de thema's gezondheid en klimaat, bestudeerd. Ook de (vermeden) gezondheidseffecten, toe te schrijven aan de (vermeden) bevoorradingsonzekerheid kwam aan bod.

Uit de analyse blijkt dat de effecten op het **watersysteem** niet van dien aard zijn dat ze een effect hebben op de ecologische toestand van de Zeeschelde of van de Maas, of dat ze het bereiken van het goed ecologisch potentieel van deze waterlichamen zouden hypothekeren. In beide gevallen is de bijdrage van de lozingen aan de kwaliteit van de waterlichamen verwaarloosbaar. Voor Doel is er enkel een effect op de waterkwaliteit in de zone binnen de strekdam; voor de doelstellingen van het waterlichaam Zeeschelde IV heeft dit geen gevolgen. Voor de site van Doel wordt in de milieueffectbeoordeling wel aandacht gevraagd voor de oplossing van problemen eigen aan de huidige werking, zoals de frequente overstortev events en de staat van het rioleringsstelsel. Voor het thema Water kan er voor de site Doel ook sprake zijn van (beperkte) grensoverschrijdende effecten. Op basis van monitoring van de temperatuur van de Schelde ter hoogte van de Nederlandse grens (op ca. 3,4 km afstand van het lozingspunt), is de invloed van de lozing van het koelwater hoogstens als beperkt negatief te beschouwen, wat inhoudt dat de temperatuurstijging ten gevolge van de lozing kleiner zal zijn dan 1°C. Deze temperatuurstijging zal stroomafwaarts op Nederlands grondgebied verder langzaam afnemen.

Vanuit het thema **biodiversiteit** werden voor de site Doel effecten van het project bestudeerd in termen van de oppervlaktewaterkwaliteit, barrièrewerking, mortaliteit, verstoring, direct ruimtebeslag, en eutrofiëring en verzuring. Voor barrièrewerking en direct ruimtebeslag bleek dat er geen effecten te verwachten zijn. Voor mortaliteit is er mogelijk een (beperkt) effect omwille van de aanzuiging van koelwater. Op het vlak van verstoring is enkel geluidsverstoring potentieel relevant, maar een belangrijke impact op de soorten in de omgeving wordt niet verwacht. Ook voor Tihange kan besloten worden dat hinder voor fauna als gevolg van lawaai en verlichting niet significant is, vermits de installatie zich in een reeds sterk verstedelijkte regio bevindt, en de exploitant ook maatregelen heeft genomen om de akoestische effecten van de installatie te verminderen.

De negatieve effecten van de werking van Doel 4 en Tihange 3 op het vlak van verzurende en eutrofiërende deposities zijn verwaarloosbaar. Op het vlak van stikstofdeposities kunnen zelfs eerder positieve effecten verwacht worden als gevolg van de 'vermeden emissies' die samengaan met 10 jaar aan bijkomende nucleaire productie. De

elektriciteit die door beide reactoren zal worden geproduceerd hoeft immers niet te worden geproduceerd door STEG-installaties, die tot aanzienlijk meer verzuring en stikstofdepositie aanleiding zouden geven.

De lozing van koelwater, sanitair water en industrieel water leidt niet tot ecologische effecten op het niveau van de Schelde, en evenmin lokaal. Gezien de aanduiding van de Schelde als habitatrictlijngebied en gezien het mogelijke belang van deze zone voor de vogels van het nabije vogelrichtlijngebied is dit een belangrijke conclusie. Ook voor Tihange volgt uit de analyse dat de effecten van het project op het aquatisch milieu niet van dien aard zijn dat ze de instandhoudingsdoelstellingen voor de gerelateerde ecosystemen zouden hypothekeren, rekening houdend met de maatregelen die door de exploitant van de inrichting werden genomen.

Het project veroorzaakt geen vermijdbare en onherstelbare schade aan de natuur, en heeft geen betekenisvolle impact op de staat van instandhouding van de habitats en soorten in speciale beschermingszones in de omgeving van de sites van Doel en Tihange. Het effect van de vermeden emissies op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden elders in België is waarschijnlijk positief, maar het belang ervan valt moeilijk te begroten.

De gemeten stralingswaarden in de omgeving van Doel en Tihange blijven ver onder de drempelwaarden voor schadelijke effecten op fauna en flora. Ook het berekende dosistempo bij lozingen naar lucht en water ligt ver beneden die drempelwaarde. Er kan dus geconcludeerd worden dat de huidige lozingslimieten voor de beschouwde Belgische kerncentrales niet leiden tot schadelijke effecten voor fauna en flora, wat ook wordt bevestigd door de meetresultaten van het monitoring programma van FANC-AFCN en de exploitant. Als enkel Doel 4 respectievelijk Tihange 3 nog in werking zijn zal de radiologische impact op de natuurwaarden uiteraard nog kleiner zijn. Het is dus duidelijk dat de radiologische effecten van het langer open houden van beide centrales geen negatieve invloed hebben op de instandhoudingsdoelstellingen voor de respectieve speciale beschermingszones.

Voor wat de gevolgen bij een ongeval betreft kan bij de verschillende bestudeerde ongevalsscenario's (en bij conservatieve aannames) op basis van de geloosde hoeveelheden en de daaraan gekoppelde deposities gesteld worden dat de impact op fauna en flora een zeer matig tot te verwaarlozen effect heeft in de omgeving van Doel 4, en een te verwaarlozen effect in de omgeving van Tihange 3.

De werking van Doel 4 en Tihange 3 kan ook een impact hebben op de **luchtkwaliteit**. De belangrijkste bronnen met een mogelijke impact zijn stoomketels en dieselmotoren, die jaarlijks echter maar een beperkt aantal werkingsuren hebben. Naarmate bij sluiting van de andere reactoren op beide sites meer verbrandingsinstallaties uit dienst worden genomen zal de impact van deze installaties verder afnemen. Uit de impactberekeningen voor KC Doel blijkt dat de impact op de luchtkwaliteit in de omgeving verwaarloosbaar is (minder dan 1% van de gehanteerde grens- of toetsingswaarden).

Als de levensduur van Doel 4 en Tihange 3 niet verlengd worden zal in de plaats ervan elektriciteit gegenereerd moeten worden met (deels) behulp van fossiele brandstoffen. De emissies die hierbij ontstaan (en die bij levensduurverlenging van Doel 4 en Tihange 3 als 'vermeden' kunnen beschouwd worden) liggen veel hoger dan de emissies bij werking van Doel 4 en Tihange 3, en de impact op de luchtkwaliteit zal dan ook groter zijn.

De **broeikasgasemissies** die kunnen toegewezen worden aan de werking van Doel 4 en Tihange 3 bedragen over de periode van de levensduurverlenging slechts een fractie van de vermeden broeikasgasemissies over dezelfde periode. De jaarlijks vermeden emissies bij het langer open houden van Doel 4 en Tihange 3 zijn equivalent aan bijna 20% van de emissies in de sector "productie van elektriciteit en warmte" in België in het jaar 2021 (12,8 Mton).

Noch Doel 4 noch Tihange 3 hebben tijdens de referentieperiode een invloed op de weerbaarheid van hun omgeving aan de gevolgen van klimaatverandering. Binnen het tijdsperspectief van de levensduurverlenging zijn beide sites evenmin kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering, en deze situatie is onafhankelijk van het feit of de levensduur van Doel 4 en Tihange 3 al dan niet wordt verlengd.

Op het vlak van **gezondheid** kan een (bescheiden) positieve impact verwacht worden als gevolg van het vermijden van een hoeveelheid NO<sub>x</sub>-emissies over de periode dat Doel 4 en Tihange 3 langer openblijven. Er werd geen aantoonbaar verband vastgesteld tussen de risicoperceptie met betrekking potentiële nucleaire ongevallen en het voorkomen van psychosomatische effecten bij de bevolking. De levensduurverlenging van Doel 4 en Tihange 3

vermindert de kansen op een black-out gevoelig, met dus een positief effect op het vermijden van de gezondheids- en veiligheidseffecten die met stroomonderbrekingen kunnen gepaard gaan. Op het vlak van externe veiligheid wordt als gevolg van de levensduurverlenging geen betekenisvolle toename van het risico verwacht.

De effectieve dosis ten gevolge van de gasvormige en vloeibare lozingen die samengaan met de levensduurverlenging van Doel 4 en Tihange 3 wordt voor de meest blootgestelde persoon (kritieke individu) geschat op 0,010 mSv/jaar en dit voor de periode van 10 jaar van verder uitbating. Dit is een triviale dosis, ver beneden de wettelijke limiet van 1 mSv/jaar. Deze dosis is bovendien een zeer conservatieve inschatting. Gezien de definitieve stopzetting, volgens de huidige kalender, van de andere reactoren op beide sites wordt verwacht dat de blootstelling ten gevolge van de activiteiten op de sites van KC Doel en CN Tihange na 2025, ook bij verlenging van Doel 4 en Tihange 3, zal dalen ten opzichte van de situatie in de afgelopen jaren. De typische effectieve dosis voor het kritieke individu van de gasvormige en vloeibare lozingen werd voor de afgelopen jaren en voor de volledige site geschat rond de 0,02 mSv/jaar voor KC Doel en 0,03-0,05 mSv/jaar voor CN Tihange, afhankelijk van beschouwde periode en aannames. Na 2025, en bij verlenging van Doel 4 en Tihange 3 zal de effectieve dosis in de beschouwde periode van het project voor de hele site van KC Doel dalen naar 0,017-0,013 mSv/jaar en voor CN Tihange naar 0,020 à 0,015 mSv/jaar.

Er kan besloten worden dat de levensduurverlenging van Doel 4 en Tihange 3 geen negatieve gezondheidseffecten met zich meebrengt bij normale werking, noch als gevolg van de radiologische effecten, noch als gevolg van niet-radiologische effecten. De effecten in termen van vermeden emissies van stikstofoxiden en van een kleinere kans op stroomonderbrekingen kunnen integendeel aanleiding geven tot positieve gezondheidseffecten.

In de milieueffectbeoordeling werden ook de effecten van het project bestudeerd op de dosis die het gevolg zou zijn van twee **ontwerpbasisongevallen** en van een **ontwerpuitbreidingsongeval**. Uit een analyse op basis van het veiligheidsdossier van Doel 4 blijkt dat de effectieve dosissen en equivalente schildklierdosissen resulterend uit beide ontwerpbasisongevallen voor Doel 4 binnen de gestelde limieten blijven. Als de analyse gebeurt op basis van de FANC-richtlijnen voor nieuwe klasse 1-installaties wordt het criterium voor de equivalente schildklierdosissen wel overschreden, wat betekent dat in een dergelijk geval het innemen van stabiel jodium voor het beschermen van de schildklier zou aangeraden worden. Bij een ontwerpuitbreidingsongeval blijkt de effectieve dosis van dezelfde orde te zijn als die van beide ontwerpbasisongevallen, maar is de equivalente schildklierdosis lager. In alle drie de ongevalsscenario's zou er ook een besmetting van de voedselketen kunnen optreden, met typisch overschrijdingen van activiteitsniveaus in melk, bladgroenten en vlees, met radioactieve jodium isotopen. Gezien de relatief korte halveringstijd van deze isotopen (8,02 dagen voor I-131) zou deze besmetting beperkt zijn in de tijd.

Uit een analyse op basis van het veiligheidsdossier van Tihange 3 blijkt dat de effectieve dosissen en equivalente schildklierdosissen resulterend uit beide ontwerpbasisongevallen voor Tihange 3 binnen de gestelde limieten blijven. Dat geldt ook als de analyse gebeurt op basis van de FANC-richtlijnen voor nieuwe klasse 1-installaties. Bij een ontwerpuitbreidingsongeval blijkt de effectieve dosis van dezelfde orde te zijn als die van beide ontwerpbasisongevallen, maar is de equivalente schildklierdosis lager.

Het project brengt dus een beperkt risico gerelateerd aan een ongeval (zowel ontwerpbasis – als ontwerpuitbreidingsongeval) met zich mee. Voor de hele site van CN Tihange zal het risico echter dalen, aangezien tijdens de periode van 10 jaar dat de levensduur wordt verlengd enkel Tihange 3 nog zal uitgebaat worden op de site.

De grensoverschrijdende impact van de ongevallen blijft beperkt, er zijn voor alle beschouwde ongevalsscenario's voor zowel Doel 4 als Tihange 3 geen directe tegenmaatregelen zoals schuilen, evacueren of de inname van stabiel jodium ter bescherming van de schildklier noodzakelijk in de buurlanden. Voornamelijk in Nederland, gezien de nabijheid van Doel 4, is een besmetting van de voedselketen met jodium isotopen waarbij tegenmaatregelen vereist kunnen zijn mogelijk. In de andere buurlanden is dit voor zowel Doel 4 als Tihange 3 erg onwaarschijnlijk, maar ook voor een aantal landen niet helemaal uitgesloten. De besmetting met jodium isotopen is echter van korte duur, gezien de beperkte halveringstijd. Besmetting met langlevende radionucliden zoals Cs-137 is erg beperkt en vereist geen tegenmaatregelen. De levenslange dosis ten gevolge van de beschouwde ongevalsscenario's is dan ook in alle buurlanden erg beperkt.

Gezien na 2025, volgens de huidige kalender, Doel 4 en Tihange 3 de enige reactor zijn op de respectieve sites van KC Doel en CN Tihange die uitgebaat worden voor elektriciteitsproductie, neemt de kans voor een ernstig ongeval op beide sites af.

Een verlenging van de uitbating van de eenheden Doel 4 en Tihange 3 zal aanleiding geven tot het ontstaan van een bijkomende hoeveelheid laag- en middelradioactief afval, die op basis van langjarige gemiddelden geschat wordt op een totaal van 864 m<sup>3</sup> voor de huidige vooropgestelde LTO periode van 10 jaar. Dit is voornamelijk afval van categorie A, met slechts een beperkte hoeveelheid categorie B-afval. Vergeleken met de ~50.000 m<sup>3</sup> categorie A-afval die momenteel is opgenomen als bronterm in het veiligheidsdossier van de oppervlakteberging betekent dit een marginale toename (~1,7 %).

In de veronderstelling dat de hoeveelheid categorie B-afval verwaarloosbaar is, komt het bijkomend volume afval overeen met ongeveer 2.161 vaten van 400 liter die verpakt zullen worden in 540 bergingseenheden (monolieten) met als bestemming oppervlakteberging in de daartoe voorziene inrichting te Dessel. De (volumetrische) capaciteit van de berging bedraagt 34 modules, met een ruime reserve van 20% of 5,4 modules, om rekening te houden met onzekerheden rond toekomstige producties van categorie A afval. Het bijkomende afval dat door de LTO van Doel 4 en Tihange 3 geproduceerd zou worden zal daarvan 0,6 modules in beslag nemen. Aangezien het gaat om de verlenging van een bestaande activiteit, resulterend in afvalfamilies met gekende karakteristieken, worden verder geen effecten verwacht voor het afvalbeheer op zowel korte als lange termijn.

Er werd tevens een schatting gemaakt van het cumulatief aantal splijtstofelementen dat verbruikt zal worden gedurende een LTO periode van 10 jaar te Doel 4 en Tihange 3. Voor beide eenheden samen zal de LTO resulteren in een bijkomend verbruik van ongeveer 810 splijtstofelementen (type UOX 14ft). Afgewogen ten opzichte van het gehele Belgische reactorpark, komt dit overeen met een surplus van 7,3 % in aantal splijtstofbundels, of 8,9 % in tonne Heavy Metal (tHM).

Gezien deze relatief beperkte hoeveelheid en aangenomen dat deze in eigenschappen gelijkaardig zullen zijn aan de bestaande splijtstofelementen worden geen effecten op het verdere beheer ervan verwacht. Door het uitstel van desactivatie van Doel 4 en Tihange 3 zal de afkoppeling van het net van de eenheden op beide sites gespreid worden waar dit anders zeer gecondenseerd zou verlopen over enkele jaren. Door de in aanbouw zijnde en vergunde installaties van SF<sup>2</sup> (Spent Fuel Storage Facility) te Doel en Tihange zal er voldoende capaciteit zijn voor opslag op de sites, in afwachting van een beslissing met betrekking tot het langetermijnbeheer.