Niet-technische samenvatting van de

Milieueffectbeoordeling

Zoals voorzien in de richtlijnen 2011/92/UE, 92/43/CEE en 2009/147/CE in het kader van het uitstel van de desactivatie van de kerncentrales Doel 1 en Doel 2

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

onder referentie 2020/VEF/67514 – Milieu Impactstudie

Publicatiedatum: 2021-04-02

© SCK CEN - Publication date: 2021-04-02

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

Handtekeningen deskundigen radiologische effecten

Johan Camps (SCK CEN) Hoofd eenheid Crisis Management and Decision Support Bevoegd voor het uitvoeren van het radiologisch deel van een milieueffectbeoordeling en –rapportering (FANC MER-003882, goedkeuring van 1 juli 2018 tot en met 30 juni 2023)	
Hildegarde Vandenhove (SCK CEN) Directeur Instituut Environment, Health & Safety Erkenning voor het opmaken van een milieueffectbeoordelingsrapport voor wat betreft de aspecten aangaande ioniserende stralingen (FANC, erkenning vanaf 16 juli 2020 voor een termijn van 5 jaar)	
Christophe Bruggeman (SCK CEN) Adjunct-directeur Instituut Environment, Health & Safety, Hoofd expertisegroep Waste & Disposal Erkenning voor het opmaken van een milieueffectbeoordelingsrapport voor wat betreft de aspecten aangaande ioniserende stralingen (FANC, erkenning vanaf 16 juli 2020 voor een termijn van 5 jaar)	

SCK CEN - 65 jaar ervaring in nucleair onderzoek en nucleaire technologie
SCK CEN behoort tot de grootste onderzoeksinstellingen van België. Meer dan 850 medewerkers zetten zich iedere dag in voor de ontwikkeling van vreedzame toepassingen van ioniserende straling en radioactiviteit. De onderzoeksactiviteiten van SCK CEN focussen zich op drie grote thema's: veiligheid van nucleaire installaties, ontwikkeling van nucleaire geneeskunde en bescherming van mens en milieu tegen ioniserende straling. SCK CEN wordt wereldwijd erkend en deelt zijn kennis door talrijke publicaties en opleidingen, zodat deze pool aan uitzonderlijke competenties behouden wordt.
Meer info: www.sckcen.be

Acknowledgement

We willen volgende SCK CEN medewerkers bedanken bij het mee helpen realiseren van dit rapport: Kim Dams (bedrijfsjurist), Eef Weetjens, Lieve Sweeck, Christophe Gueibe, Katrijn Vandersteen, Bieke Abelshausen en Kristine Leysen.

Handtekeningen MER-deskundigen

Koen Couderé Erkend MER-coördinator Erkenning N° LNE/ERK/MERCO/2019/00033 Erkend MER-deskundige Water, deeldomeinen geohydrologie, mariene waters en oppervlakte- en afvalwater Erkend MER-deskundige Klimaat Erkenning N° EDA-222	
Annemie Pals Erkend MER-deskundige Biodiversiteit Erkenning N° EDA-704	
Johan Versieren Erkend MER-deskundige Lucht, deeldomeinen geur en luchtverontreiniging Erkenning N° EDA-059	
Geert Boogaerts Erkend MER-deskundige Mens, deeldomeinen toxicologie en psychosomatische aspecten Erkenning N° EDA-624	

Acknowledgement

Naast de erkende MER-deskundigen werkte ook Katelijne Verhaegen van KENTER mee aan dit rapport.

Inhoud

Handtekeningen deskundigen radiologische effecten 3
Acknowledgement 3
Handtekeningen MER-deskundigen 4
Acknowledgement 4
1 Aanleiding voor deze milieueffectbeoordeling 7
1.1 De Wet op de Kernuitstap en haar wijzigingen 7
1.2 Beroep tot vernietiging bij het Grondwettelijk Hof 11
2 Doelstelling van deze milieueffectbeoordeling 11
3 Initiatiefnemer en team van deskundigen 12
4 Voorwerp van de milieueffectbeoordeling 12
4.1 Het Project 12
4.2 Werking van een kerncentrale 14
4.3 Alternatieven 17
4.4 Referentietoestand en referentiescenario 19
4.5 Potentieel relevante autonome en gestuurde ontwikkelingen 20
5 Procedure 20
6 Bespreking en beoordeling van de effecten 22
6.1 Selectie van de mogelijk aanzienlijke effecten 22
6.1.1 Effecten van het Project 22
6.1.2 Vermeden effecten van het Project 24
6.1.3 Effecten op het Project 24
6.2 Structuur van deze niet-technische samenvatting 25
6.3 Niet-radiologische effecten op water, lucht en klimaat 25
6.3.1 Impact op het watersysteem 25
6.3.2 Impact op de luchtkwaliteit 27
6.3.3 Impact op het thema Klimaat 30
6.4 Beschrijving van de radiologische referentiesituatie 31
6.4.1 Basisconcepten 31
6.4.2 Atmosferische lozingen 34
6.4.3 Monitoring van de radioactiviteit op de site en in het milieu 35
6.4.4 Dosisberekeningen voor de referentiesituatie 36
6.4.5 Radioactief afval en verbruikte splijtstof 37
6.5 Effecten op de menselijke gezondheid 38
6.5.1 Niet-radiologische effecten 38
6.5.2 Radiologische effecten 39

6.6 Effecten op biodiversiteit en natuurwaarden 40
6.6.1 Niet-radiologische effecten 40
6.6.2 Radiologische effecten 43
6.7 Impact op de productie van afval en verbruikte splijtstoffen 45
7 Grensoverschrijdende effecten 46
7.1 Niet-radiologische effecten 46
7.2 Radiologische effecten 46
7.2.1 Normaal bedrijf 46
7.2.2 Ongevallen 47
8 Algemeen besluit 48

1 Aanleiding voor deze milieueffectbeoordeling

1.1 De Wet op de Kernuitstap en haar wijzigingen

De geleidelijke uitstap van het gebruik van kernenergie voor elektriciteitsproductie op het Belgische grondgebied is geregeld door de wet van 31 januari 2003 (de zogenaamde "Wet op de Kernuitstap"). In deze wet 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.

Tabel 1 geeft voor de verschillende Belgische kerncentrales de datum van industriële ingebruikname en de datum waarop de periode van 40 jaar, voorzien in de Wet op de Kernuitstap, een einde zou nemen. Om de continuïteit van de energievoorziening te waarborgen, werd voor een geleidelijke afbouw gekozen.

Tabel 1: Desactivatiekalender volgens de Wet op de Kernuitstap van 31 januari 2003.

Centrale	Datum van industriële ingebruikname	Datum van desactivatie (na 40 jaar)
Doel 1	15 februari 1975	15 februari 2015
Doel 2	1 december 1975	1 december 2015
Doel 3	1 oktober 1982	1 oktober 2022
Doel 4	1 juli 1985	1 juli 2025
Tihange 1	1 oktober 1975	1 oktober 2015
Tihange 2	1 februari 1983	1 februari 2023
Tihange 3	1 september 1985	1 september 2025

Uit dit overzicht blijkt dat de uitbatingstermijn voor de kernreactor Doel 1 zou eindigen op 15 februari 2015 en die van Doel 2 op 1 december 2015.

In de loop van 2012 werd inderdaad een ontmantelingsprogramma voor Doel 1 en 2 opgestart, waarin de definitieve stopzetting van de centrales voorzien was. Vanaf midden februari 2015 werd geen elektriciteit meer geproduceerd in de kerncentrale Doel 1; de elektriciteitsproductie in de kerncentrale Doel 2 zou datzelfde jaar worden stopgezet.

De Wet op de Kernuitstap voorzag echter dat in geval van bedreiging van de bevoorradingszekerheid van elektriciteit de Koning bij besluit de noodzakelijke maatregelen kon nemen.

Op 28 juni 2015 heeft de Belgische federale wetgever op die basis dan ook een wet aangenomen tot wijziging van de Wet op de Kernuitstap. Deze wetswijziging bepaalde dat de kerncentrale Doel 1 (die op dat moment al was stilgelegd) opnieuw elektriciteit mocht produceren en gedesactiveerd zou worden op 15 februari 2025 (dus 10 jaar later dan oorspronkelijk voorzien). Deze "Gewijzigde Wet op de Kernuitstap" gaf ook de data aan waarop de andere kerncentrales zouden gedesactiveerd worden. Voor Doel 2 kwam dit neer op een verlenging met 10 jaar. Voor Tihange 1 was op 18 december 2013 al een wet aangenomen die de sluiting van deze reactoreenheid uitstelde met 10 jaar. Voor de andere centrales veranderde noch de wet van 18 december 2013 noch de wet van 28 juni 2015 iets ten opzichte van de Wet op de Kernuitstap van 31 januari 2003.

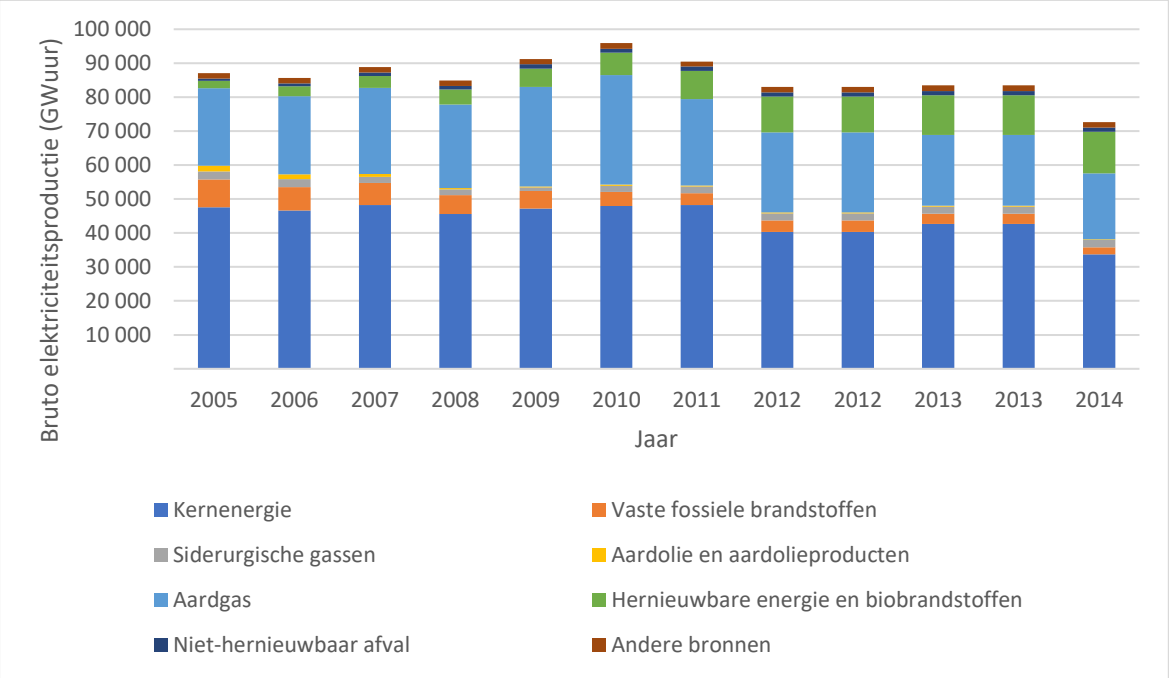
De resulterende sluitingskalender (zoals vastgelegd in de Gewijzigde Wet op de Kernuitstap) is opgenomen in

Tabel 2.

Tabel 2: Desactivatiekalender volgens de Gewijzigde Wet op de Kernuitstap (28 juni 2015).

Centrale	Datum van industriële ingebruikname	Datum van desactivatie
Doel 1	15 februari 1975	15 februari 2025
Doel 2	1 december 1975	1 december 2025
Doel 3	1 oktober 1982	1 oktober 2022
Doel 4	1 juli 1985	1 juli 2025
Tihange 1	1 oktober 1975	1 oktober 2025
Tihange 2	1 februari 1983	1 februari 2023
Tihange 3	1 september 1985	1 september 2025

Zoals al aangegeven was de reden om voor de verlenging van de levensduur van de oudste kerncentrales te kiezen het feit dat de bevoorradingszekerheid bij sluiting in de aanloop naar de oorspronkelijk vastgelegde sluitingsdatum niet kon gegarandeerd worden. Die bevoorradingszekerheid hing in de jaren voor 2015 immers voor een aanzienlijk deel af van de stroom geleverd door de kerncentrales, zoals blijkt uit Figuur 1. Deze figuur toont de verdeling van de bruto elektriciteitsproductie in de 10 jaar voorafgaand aan 2015. Het aandeel kernenergie op de totale productie schommelde in die periode tussen 46% en 55% van het totaal.



Figuur 1: Bruto energieproductie (gigawatt-uur) in België voor de periode 2005-2014, en aandeel van de verschillende bronnen hierin (bron: Statbel).

De reactoreenheden Doel 1 en 2 samen vertegenwoordigen ongeveer 15% van de nucleaire productiecapaciteit, en hun aandeel in de nucleaire energieproductie in de periode 2015-2018 bedroeg tussen de 9% en de 16%, of tussen de 3,5% en 8% van de totale elektriciteitsproductie (bron: Electrabel nv).

Het wegvallen van een dergelijk aandeel in de productie kon uiteraard alleen maar verantwoord worden als men er zeker van zou zijn dat dit deficit ook volledig zou kunnen opgevangen worden. Als dat niet zou kunnen, dan zou de resulterende sociaaleconomische kost aanzienlijk zijn (zie kaderstukje).

De maatschappelijke kost van black-outs in België

Het uitvallen van de stroomvoorziening brengt potentieel een aanzienlijke economische en maatschappelijke kost met zich mee.

In een studie[1] uit 2014 van het Federaal Planbureau gebeurde een kwantitatieve evaluatie van het effect van stroompannes in België, op basis van een Oostenrijks model (Black-out Simulator). Een stroompanne op Belgisch grondgebied van één uur tijdens een werkdag op een tijdstip dat alle Belgische bedrijven actief zijn, zou een totale maatschappelijke economische schade veroorzaken van ongeveer 120 miljoen euro (zowel in de winter als in de zomer). Enkele alternatieve methodes werden eveneens doorgerekend en leverden een vork op tussen 61 miljoen (de "bbp-methode") en 278 miljoen euro (de "RTE-methode"). In de vermelde economische schade zit ook de schade vervat die door de gezinnen wordt geleden, die echter "maar" 8 miljoen euro per uur bedraagt. De industriële sector heeft met 49% het grootste aandeel in de totale kost; de tertiaire sector is verantwoordelijk voor ongeveer 40% van de kost. Het gebruikte model liet ook toe de berekende schade ruimtelijk toe te wijzen. Hieruit bleek dat veruit het grootste verlies werd opgetekend in de provincie Antwerpen (24,74 miljoen euro, of bijna 21% van het totaal), op enige afstand gevolgd door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (15,67 miljoen euro of 13%).

Belangrijk is nog op te merken dat in deze inschatting steeds gekeken werd naar een 1 uur durende onderbreking. De impact van een 2 uur durende panne is niet noodzakelijk dubbel zo groot. Dat blijkt ook uit de Simulatorcijfers: de schade van een 2 uur durende panne voor heel België beloopt 'slechts' 170 miljoen euro (of 42% meer dan een 1 uur durende panne). Bij het langer duren van een verstoring nemen de gevolgen echter terug lineair toe met de tijd, en na om en bij 8 uur zal de schade exponentieel toenemen. Bij een uitval van meer dan 8 uur kan gesproken worden van een rampentoestand: het aantal, maar vooral de ernst van de gevolgen zal dan nog moeilijk te overzien (en in te schatten) zijn.

De memorie van toelichting bij de Wet van 28 juni 2015 vermeldt als motivatie voor de wet dan ook de potentieel problematische situatie met betrekking tot de bevoorradingszekerheid op korte termijn, en verwijst naar verschillende studies waarin deze situatie is aangetoond.

Ze wijst ook op de grote onzekerheid over het heropstarten van de centrales Doel 3 en Tihange 2 (die op dat moment stillagen), op de aangekondigde sluiting van conventionele productie-eenheden in 2015, en op het feit dat de integratie van buitenlands productievermogen op het Belgisch elektriciteitsnet op korte termijn niet mogelijk is.

Een van deze studies waarop de beslissing genomen in de Wet van 28 juni 2015 gebaseerd is, is de zogenaamde GEMIX-studie uit 2009[2]. In dit rapport wordt aanbevolen de sluiting van de nucleaire reactoren Doel 1, Doel 2 en Tihange 1 uit te stellen met 10 jaar[3]. De studie motiveert deze aanbeveling met de vaststelling dat de planning voor het uit dienst stellen van de drie eerste (en oudste) nucleaire eenheden in 2015 (zoals bepaald in de wet van 2003), zou leiden tot een gebrek aan zowel energie als capaciteit. Ze stelt daarbij dat het niet zeker is dat import dit groeiend tekort kan aanvullen, als gevolg van de beperkte capaciteit van de gekoppelde netten en de beschikbare productiecapaciteit in het buitenland. In het rapport wordt er op gewezen dat de sluiting van de productie-eenheden Doel 1, Doel 2 en Tihange 1 in 2015 de indienststelling vanaf 2014 zou moeten inhouden van niet-nucleaire vervangingseenheden a rato van 50% van het nominaal vermogen van de drie genoemde reactoren[4], waarbij rekening moest gehouden worden met een minimale indienststellingstermijn voor nieuwe gascentrales van 4 jaar. Volgens de GEMIX-studie was er onvoldoende garantie dat die capaciteit inderdaad in 2015 zou beschikbaar zijn.

---

[1] Belgische black-outs berekend. Een kwantitatieve evaluatie van stroompannes in België. Federaal Planbureau, maart 2014.

[2] "Welke ideale energiemix voor België tegen 2020 en 2030" (GEMIX-groep, 2009).

[3] De studie beval ook aan de sluiting van de andere, meer recente reactoren (Doel 3, Doel 4, Tihange 2 en Tihange 3) met 20 jaar uit te stellen. Aan deze aanbeveling is geen gevolg gegeven.

[4] In een studie uit 2014 (Laleman en Albrecht, 2014[4]) werd geraamd dat het tekort aan geïnstalleerde capaciteit (bij sluiting van Doel 1 en 2) in 2017, afhankelijk van de aanname met betrekking tot de omvang van de piekvraag, tussen 2,42 en 3,16 GW zou bedragen, als men een 5% reservemarge zou willen behouden (en geen structureel bijkomend beroep zou doen op import van elektriciteit).

1.2 Beroep tot vernietiging bij het Grondwettelijk Hof

Op 5 januari 2016 werd door Inter-Environnement Wallonie en de Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen bij verzoekschrift een beroep tot vernietiging van de wet van 28 juni 2015 ingesteld bij het Grondwettelijk Hof. De grond van dit beroep lag in het feit dat de verlenging van de kerncentrales aangenomen werd zonder milieubeoordeling en zonder een procedure waarbij het publiek betrokken werd.

Bij tussenarrest van 22 juni 2017 heeft het Grondwettelijk Hof prejudiciële vragen omtrent de interpretatie van de in het beroep aangehaalde verdragen en richtlijnen gesteld aan het Hof van Justitie van de Europese Unie.

Na ontvangst van het arrest van 29 juli 2019[5] van het Hof van Justitie van de Europese Unie heeft het Grondwettelijk Hof op 5 maart 2020 de Gewijzigde wet op de Kernuitstap van 28 juni 2015 vernietigd.

Het Grondwettelijk Hof overwoog dat de wet en de nodige werken die aan de centrales Doel 1 en 2 worden verricht (om deze centrales te moderniseren en ervoor te zorgen dat de veiligheidsvoorschriften worden nageleefd) moeten worden onderworpen aan een milieueffectbeoordeling. De wet van 28 juni 2015 is onlosmakelijk verbonden met de nodige moderniseringswerken en samen vormen ze een 'project' in de zin van de richtlijn 2011/92/EU. De milieueffectbeoordeling had moeten plaatsvinden voordat de wet tot verlenging van de levensduur van de centrales werd vastgesteld. Gezien de centrales zich vlak bij de grens tussen België en Nederland bevinden, moet het Project bovendien ook worden onderworpen aan de grensoverschrijdende beoordelingsprocedure waarin richtlijn 2011/92/EU voorziet.

Het Hof besloot ook dat de genoemde moderniseringswerken en de beslissing over het uitstel van de desactivatie volgens de bepalingen van de Habitatrichtlijn ook aan een passende beoordeling moesten onderworpen worden, gezien de mogelijke effecten op gebieden die op grond van de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn worden beschermd.

Het Grondwettelijk Hof besloot echter, "*teneinde het reële en ernstige risico af te wenden dat de elektriciteitsbevoorrading van het land wordt onderbroken*" de gevolgen van de vernietigde wet te handhaven totdat een nieuwe wet wordt aangenomen, voorafgegaan door de vereiste beoordeling van de milieueffecten en een passende beoordeling, met inbegrip van inspraak en grensoverschrijdende raadpleging van het publiek. Het Hof oordeelde dat de strikt noodzakelijke termijn om de vereiste beoordelingen tot een goed einde te brengen afloopt op 31 december 2022, en dat de gevolgen van de vernietigde wet dus tot en met die datum gehandhaafd blijven.

2 Doelstelling van deze milieueffectbeoordeling

Om tegemoet te komen aan de gevolgen van het arrest van het Grondwettelijk Hof moet voorafgaand aan het opmaken van een nieuwe wet een milieueffectbeoordeling worden opgemaakt voor de beslissing om de kerncentrales 10 jaar langer open te houden én voor de moderniserings- en veiligheidswerken die nodig zijn voor de optimale werking van de kerncentrales Doel 1 en 2. De genoemde werken zijn immers onlosmakelijk verbonden met de beslissing, en samen vormen ze één Project.

De milieueffectbeoordeling van dit Project heeft een dubbel karakter, aangezien ze enerzijds betrekking heeft op een strategische beslissing en anderzijds op concrete werken; ze is dan ook opgesplitst in twee onderdelen.

De milieueffectbeoordeling (MEB) waarop voorliggende niet-technische samenvatting betrekking heeft omvat de beoordeling van de effecten veroorzaakt door de strategische beleidsbeslissing om de desactivatie van Doel 1 en 2 met 10 jaar uit te stellen (MEB-Beslissing).

In een afzonderlijke milieubeoordeling, opgemaakt in opdracht van de exploitant van de kerncentrales, worden de effecten beoordeeld van de concreet uit te voeren werkzaamheden die het gevolg zijn van de aan te nemen wet tot verlengde elektriciteitsproductie (MEB-werken).

[5] Arrest in zaak C-411/17 Inter-Environnement Wallonie ASBL en Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw versus Ministerraad.

Beide milieubeoordelingen werden apart opgemaakt, maar vormen samen de milieubeoordeling van het Project zoals hoger gedefinieerd. Om het onderscheid te maken tussen beide onderdelen van deze overkoepelende milieueffectbeoordeling spreken we respectievelijk over de milieueffectbeoordeling met betrekking tot de beslissing (MEB-beslissing) en de milieueffectbeoordeling met betrekking tot de werken (MEB-werken).

De milieueffectbeoordeling over de strategische beslissing om de desactivatie van Doel 1 en 2 uit te stellen houdt de identificatie, beschrijving en beoordeling van de directe en indirecte effecten van het Project in. In overeenstemming met artikel 3 van de MEB-richtlijn (Richtlijn 2011/92/EU, zoals gewijzigd door Richtlijn 2014/52/EU van 16 april 2014) moet deze beoordeling rekening houden met volgende factoren:

a) de bevolking en de menselijke gezondheid;
b) de biodiversiteit, met bijzondere aandacht voor de impact op Natura 2000-gebieden;
c) land, bodem, water, lucht en klimaat;
d) materiële goederen, het cultureel erfgoed en het landschap;
e) de samenhang tussen de onder a) tot en met d) genoemde factoren.

In bijlage IV bij de (aangepaste) richtlijn wordt verder verduidelijkt dat de onder artikel 3 vermelde factoren waarop het Project van aanzienlijke invloed kan zijn betrekking hebben op 'bevolking, menselijke gezondheid, biodiversiteit (bijvoorbeeld fauna en flora), land (bijvoorbeeld ruimtebeslag), bodem (bijvoorbeeld organisch materiaal, erosie, verdichting, afdekking), water (bijvoorbeeld hydromorfologische veranderingen, kwantiteit en kwaliteit), lucht, klimaat (bijvoorbeeld broeikasgasemissies, effecten die van belang zijn voor adaptatie), materiële goederen, cultureel erfgoed, inclusief architectonische en archeologische aspecten, en het landschap'.

De milieueffectbeoordeling heeft betrekking op zowel de niet-radiologische als de radiologische milieueffecten voor de hierboven vermelde factoren. Verderop geven we aan op welke effecten de nadruk ligt in de beoordeling, en waarom.

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.

4 Voorwerp van de milieueffectbeoordeling

4.1 Het Project

Het Project dat het voorwerp uitmaakt van de in deze samenvatting voorgestelde milieueffectbeoordeling (en van de aparte milieueffectbeoordeling met betrekking tot de bijhorende werken) bestaat uit het "uitstel van de desactivatie" van de kernreactoren Doel 1 en 2. Beide maken deel uit van de site van de Kerncentrale van Doel (KCDoel), uitgebaat door Electrabel nv, en gelegen in de Scheldemolenstraat, Haven 1800, 9130 Doel. De KCDoel bestaat in totaal uit 4 kernreactoren, de nodige hulpgebouwen en installaties voor de productie van elektriciteit en de opslag van verbruikte splijtstoffen.

De site ligt in de gemeente Beveren (Oost-Vlaanderen) langs de linkeroever van de Schelde en op een kortste afstand van 3,15 km van de Nederlandse grens (zie Figuur 2). De werking van de kerncentrale, met focus op de werking van de eenheden Doel 1 en 2 die deel uitmaken van het Project, wordt verder beschreven in §4.2.

Figuur 2: Ligging KCDoel.

Het Project wordt als onafhankelijk beschouwd van andere projecten die lopen en/of gepland worden voor de site van KCDoel, zoals het SF[2] project (de bouw van een nieuwe installatie voor de tijdelijke opslag van verbruikte kernbrandstof) en het stopzetten van Doel 3 op 1 oktober 2022[6].

De milieueffectbeoordeling op strategisch niveau die in deze samenvatting wordt voorgesteld heeft betrekking op de strategische beleidsbeslissing tot het verder openhouden en uitbaten van de eenheden Doel 1 en 2 voor energieproductie over de periode 2015-2025.

De post-operationele fase en ontmanteling maken geen deel uit van het Project zoals hier beschouwd, alhoewel bepaalde aspecten die het exploiteren van de eenheden Doel 1 en 2 over de periode 2015-2025 met zich meebrengt en die in het kader van de ontmanteling belangrijk kunnen zijn wel beschouwd worden.

De periode 2015-2025 voor Doel 1 en 2 houdt zoals eerder aangegeven een bijkomende periode van uitbating in nà de initiële werkingsperiode van veertig jaar. Conform het Koninklijk Besluit van 25 januari 1974 en het Koninklijk Besluit van 30 november 2011 met betrekking tot de veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties dient de exploitant een periodieke veiligheidsherziening uit te voeren, met een interval van maximaal 10 jaar. Dit wordt de Tienjaarlijkse Herziening of Periodieke Veiligheidsherziening (Periodic Safety Review) genoemd. Voor de periode vanaf 2015 is dit de vierde herziening en zijn de twee eenheden bovendien 40 jaar in uitbating. In het kader van de uitbating na 40 jaar, ook de langetermijnuitbating van de kerncentrales genoemd (Long Term Operations of LTO), werd een actieplan opgemaakt en geïntegreerd in de vierde Tienjaarlijkse Herziening. Dit actieplan heeft tot doel de veiligheid van de oudste nucleaire eenheden in België (waartoe Doel 1 en 2 behoren) te verhogen tot het niveau voorzien voor de meest recente centrales. Verder werden in dit LTO-actieplan ook acties voortvloeiend uit een omvangrijk weerstandstestprogramma ("Stresstests") dat tot stand kwam na het ongeval in de kerncentrale van Fukushima op 11 maart 2011 geïntegreerd. De belangrijkste acties van het LTO-plan zijn:

- De bouw van een nieuw seismisch pompstation ter verbetering van de brandveiligheid, waarmee Doel 1 en 2 beter beschermd zijn tegen brand als gevolg van een aardbeving;

[6] Zoals bepaald door het Koninklijk Besluit van 31 januari 2003 over de geleidelijke uitstap uit kernenergie.

- De installatie van een Containment Filtered Venting System (CFVS) voor het uitvoeren van een drukontlasting van het containment (reactorgebouw) bij overdruk in geval van een ongeval met kernsmelt (zwaar ongeval), om zo de integriteit van het gebouw te bewaren en de radiologische gevolgen naar de omgeving te beperken.

De werken hebben dus voornamelijk betrekking op veiligheidsvoorzieningen die de werking van de centrale in normale omstandigheden niet beïnvloeden (zoals bv. het thermische vermogen).

De werken die uitgevoerd worden in het kader van deze geïntegreerde actieplannen vormen niet het voorwerp van het strategische deel van de milieueffectbeoordeling van het Project dat in deze samenvatting wordt voorgesteld. Ze worden wel bestudeerd in de milieueffectbeoordeling van de werken (MEB werken), uitgevoerd in opdracht van de uitbater van de kerncentrale (Electrabel nv).

4.2 Werking van een kerncentrale

De kerncentrale van Doel (KCDoel) bestaat uit 4 kernreactoren voor de productie van elektriciteit en alle noodzakelijke hulpinfrastructuur voor de uitbating hiervan.

Doel 1 en 2 zijn tweelingreactoren van het zogenaamde drukwater of hogedruk-type (Pressurized-Water Reactor PWR) van het Westinghouse-ontwerp. Een overzicht met basisgegevens voor deze twee productie-eenheden is opgenomen in Tabel 3. Voor de volledigheid zijn ook de gegevens voor Doel 3 en 4 opgenomen.

Tabel 3: Overzicht met basisgegevens van de kerncentrale van Doel.

Eenheid	Type/design	Thermisch vermogen	Elektrisch vermogen	Datum eerste kritikaliteit	Containment	Capaciteit brandstofopslag
Doel 1	PWR (2 primaire koelkringen) Westinghouse	1312	445	18/07/1974	Dubbel (staal + gewapend beton)	Samen voor Doel 1 en 2: 664 posities
Doel 2	PWR (2 primaire koelkringen) Westinghouse	1312	445	04/08/1975	Dubbel (staal + gewapend beton)	
Doel 3	PWR (3 primaire koelkringen) Westinghouse	3064	1006	14/06/1982	Dubbel met inwendige liner	672 posities
Doel 4	PWR (3 primaire koelkringen) Westinghouse	3000	1036	31/03/1985	Dubbel met inwendige liner	628 posities

Een PWR 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. We beschrijven hier de typische werking van een PWR met specifieke gegevens voor Doel 1 en 2.

Figuur 3: Werking kerncentrale met van links naar rechts reactorgebouw, machinezaal en koelcircuit (Bron: Electrabel nv).

Het reactorgebouw bevat het reactorvat (of -kuip) dat de kernbrandstof of splijtstof bevat. De splijtstof is aangerijkt uranium in de vorm van gesinterd uraniumoxide (UO_2) met een aanrijkingspercentage uranium-235 (U-235) van ongeveer 4% (natuurlijk uranium bevat ongeveer 0,7% U-235). Tabletten splijtstof zijn gestapeld in buizen van een zirkonium-legering. Zij zorgen voor de insluiting van de splijtingsproducten. De zo gevormde stiften worden gebundeld tot splijtstofelementen en worden in een netwerk gehouden door middel van roosters.

Bij splijting ontstaan splijtingsproducten en neutronen; deze laatste kunnen voor nieuwe splijtingen zorgen zodat een kettingreactie wordt veroorzaakt. Om deze kettingreactie onder controle te houden en de reactiviteit van de kernreactor te controleren worden absorberende bundels (controlestaven) en boor[7] (een element dat makkelijk neutronen invangt) gebruikt. De controlestaven worden onderverdeeld in twee groepen:

- de regelstaven (21 stuks) die zorgen voor de snelle controle van de reactiviteit;
- de stopstaven of het afschakelsysteem (ook SCRAM genoemd, 12 stuks) waarmee samen met de regelstaven een noodstop kan worden uitgevoerd.

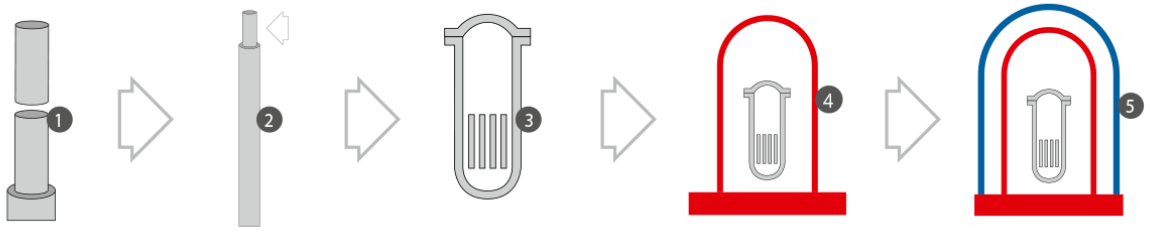
De controlestaven hebben de eigenschap om neutronen sterk te absorberen en zullen bij een automatische stop of noodstop uit zichzelf door de zwaartekracht tussen de brandstofelementen vallen en zo de splijtingsreacties stoppen (passieve veiligheid). Omwille van radioactief verval van de splijtingsproducten blijft de reactorkern na stopzetting echter wel nog warm en moet hij verder gekoeld worden.

De bij splijting vrijgekomen energie, afkomstig van de energie en het radioactief verval van de splijtingsproducten en van de energie van de neutronen, wordt in een PWR zoals Doel 1 en 2 overgedragen aan water onder hoge druk (155 bar). De hoge druk zorgt ervoor dat het water niet gaat koken. Het water wordt ook gebruikt om de neutronen die ontstaan bij splijting af te remmen, om de kans dat ze een nieuwe splijting veroorzaken te vergroten. Bij Doel 1 en 2 wordt dit water via twee kringen, die samen de primaire koelkring vormen (elk met hun eigen pomp) rondgepompt van de reactorkern naar de stoomgenerator. Een drukvat reguleert de druk.

De reactorgebouwen bestaan aan de binnenkant uit een stalen omhulsel, terwijl de cilindrische buitenkant bestaat uit gewapend beton waarop een halfronde koepel rust. De tussenruimte tussen de stalen sfeer en het gewapend beton wordt steeds onder onderdruk gehouden. De reactorgebouwen van Doel 1 en 2 staan symmetrisch aan beide kanten van het gebouw van de nucleaire hulpdiensten (GNH), dat gemeenschappelijk is voor beide reactoren. Het

[7] Aanwezig in het water van de primaire kring in de vorm van boorzuur.

bevat de belangrijkste veiligheidssystemen voor de twee eenheden (koeling- en spray-systemen), de externe opslagplaats voor de verse kernbrandstofelementen, de baden voor de verbruikte splijtstof (waarvan het water continu gezuiverd en gekoeld wordt) en de opslagtanks voor de vloeibare en gasvormige effluenten. Een gedetailleerde beschrijving van de veiligheidssystemen kan gevonden worden in een nationaal veiligheidsrapport van het Federale Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC).



Figuur 4: De opeenvolgende barrières die het uranium en de splijtingsproducten afschermen van de buitenwereld, nl. het samengeperste uraniumoxide in tablets (1) is gestapeld in de splijtstofstaven die zijn dichtgelast (2), die zich bevinden in het reactorvat (bij werking afgesloten, geopend voor laden en ontladen kernbrandstof), een stalen kuip van 25 cm dik (3) geplaatst in de primaire stalen sfeer van het reactorgebouw (4) achtereenvolgens omgeven door de secundaire wand van het reactorgebouw in gewapend beton (5).

Het opgewarmde water onder hoge druk van de primaire kring gaat naar de stoomgenerator waar het via duizenden buisjes zijn warmte afgeeft aan het water aan de andere kant (secundaire kring), waar stoom wordt gevormd bij een druk van 60 bar. Er is dus nooit rechtstreeks contact tussen het water uit de primaire en secundaire kring. De stoom zorgt voor de aandrijving van een turbine in de machinezaal, 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 kring in het koelcircuit, waarbij opnieuw nooit rechtstreeks contact is tussen het water van de secundaire kring. De tertiaire kring wordt gevoed door Scheldewater. De stoom uit de secundaire kring geeft zijn warmte af aan het Scheldewater uit de tertiaire kring, wat ervoor zorgt dat dit Scheldewater 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 stroomt.

Radioactiviteit en straling zijn in een kernreactor aanwezig of vinden hun oorsprong in:

- de kernbrandstof: deze bestaat uit uraniumoxide en bevat verschillende uraniumisotopen, die allemaal spontaan radioactief zijn maar een lange halveringstijd hebben en voornamelijk via alfa-verval vervallen;
- kernsplijting tijdens de werking van de reactor: hierbij ontstaan splijtingsproducten waarvan vele radioactief zijn (met halveringstijden van milliseconden tot miljoenen jaren) en voornamelijk via uitzenden van bèta- en gammastraling vervallen; de neutronen die vrijkomen bij de splijting vormen zelf ook een vorm van ioniserende straling;
- activatie van verschillend materialen, primair water, … : hierbij kunnen radioactieve en niet-radioactieve kernen een neutron invangen en nieuwe radionucliden maken, we noemen dit activatieproducten (activatie van het kuipstaal is een voorbeeld, ook de vorming van tritium);
- opeenvolgende neutronabsorptie en bètaverval vertrekkende vanuit het uranium in de kernbrandstof. Hierdoor ontstaan verschillende isotopen van neptunium, plutonium, americium en curium, allemaal radioactief, en waaronder verschillende met zeer lange halveringstijden.

Zoals in alle industriële processen, kunnen kleine hoeveelheden van deze radioactieve elementen tijdens normale werking en bij onderhoud in de nucleaire zone vrijkomen. Hierdoor ontstaan naast de verbruikte splijtstofelementen

een aantal radioactieve afvalstromen in gas-, vloeibare en vaste vorm. Op de site van KCDoel zijn behandelingssystemen voor de vaste en de vloeibare afvoerstoffen ondergebracht in het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB).

Naast de hierboven beschreven componenten bevinden er zich, buiten het nucleaire deel van de centrale, een reeks hulpgebouwen waarvan een aantal gerelateerd aan de veiligheid:

- Diesel Generatoren Gebouw (5 dieselgeneratoren);
- Gebouw Elektrische Hulpdiensten waar zich de controleruimte bevindt; er is slechts één controlekamer voor de beide eenheden Doel 1 en Doel 2;
- Gebouw Mechanische Hulpdiensten;
- Het water-stoomgebouw herbergt de isolatiekleppen van de stoomgeneratorvoedings-watersystemen, van de stoomleidingen, de veiligheidskleppen, de kleppen voor ontlasting van stoom naar de atmosfeer en de voedingswatersystemen;
- het noodsysteemgebouw (2de beschermingsniveau). Dit gebouw is toegevoegd tijdens de eerste veiligheidsbeoordeling. Het gebouw herbergt een noodvoedingswatersysteem, een noodinjectiesysteem voor de primaire pompafdichtingen, een noodcontrolekamer en een aantal ondersteunende systemen;
- de koeltorens met geforceerde trek om het koelsysteem van de componenten te koelen.

Andere gebouwen zijn niet specifiek veiligheidsgebonden:

- De machinezaal (hierboven al genoemd);
- De pompstations voor de aanvoer van Scheldewater , de bijbehorende inlaattunnel en het ongezuiverde waterafvoerkanaal;
- Kelders voor de neutralisatietank en bijbehorende pompen.

De uitbating van de kerncentrale als geheel en Doel 1 en 2 specifiek voor de productie van elektriciteit heeft, zoals elk industrieel proces, nood aan grondstoffen en zal daarnaast een aantal afvalstromen produceren. De belangrijkste zijn samengevat in Tabel 4.

Tabel 4: Belangrijkste grondstoffen en afvalstromen.

Belangrijkste grondstoffen	**Afvalstromen**
Aangerijkt uranium (kernbrandstof)	Radioactieve afvalstromen: atmosferische en vloeibare lozingen, radioactief afval inclusief verbruikte kernbrandstof
Stookolie	Niet-radioactief gevaarlijk afval (recyclage)
Oliën	Niet-radioactief niet gevaarlijk afval
Oppervlaktewater voor aanmaak gedemineraliseerd water	Niet-radioactieve luchtemissies
Scheldewater (koelwater)	Sanitair en industrieel afvalwater
Stadswater	Terugstort koelwater
Gebruik van gronden	

4.3 Alternatieven

Een alternatief voor een project kan gedefinieerd worden als *'een andere manier om de doelstellingen van het project te bereiken'*. De vraag is dus in de eerste plaats wat de doelstelling van het voorliggende Project (uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2) is, en vervolgens of er alternatieve manieren bestaan (of bestaan hebben) om die doelstelling te bereiken.

Zoals eerder aangegeven is de beleidsdoelstelling die met het uitstel van de desactivatie wordt nagestreefd het *garanderen van de bevoorradingszekerheid* op het vlak van elektriciteit. Door de reactoren Doel 1 en 2 langer open te houden (tot 2025 in plaats van tot 2015) en dus de eerder besliste desactivatie uit te stellen, wordt dit doel inderdaad bereikt (voor de periode tot 2025).

De vraag die zich vervolgens stelt is of er op het moment dat de wet van 28 juni 2015 werd goedgekeurd alternatieve manieren waren om de doelstelling (garanderen van de bevoorradingszekerheid voor de periode 2015 – 2025) te bereiken. Het volstaat daarbij niet om theoretische vervangingsalternatieven onder vorm van alternatieve energiemixen te bedenken. Die alternatieven moeten ook de toets van de redelijkheid kunnen doorstaan. Dit houdt onder meer in dat ze realistisch en kansrijk moeten zijn, i.e. dat het realiseren van deze alternatieven op korte termijn een aannemelijke optie was op het moment dat de beslissing genomen werd.

Het antwoord op die vraag is dat er in 2015 geen valabele, operationaliseerbare alternatieven waren die de bevoorradingszekerheid duurzaam konden garanderen door de (aanzienlijke) weggevallen capaciteit (15% van de totale nucleaire capaciteit) te vervangen. De capaciteit aan hernieuwbare energie was immers nog niet voldoende uitgebouwd en kon ook niet op korte termijn uitgebouwd worden. Hetzelfde geldt trouwens voor (nieuwe) gascentrales die als eventuele overgangsoplossing tussen de nucleaire en de hernieuwbare fase zouden kunnen ingezet worden; ook deze moesten in 2015 nog grotendeels gebouwd worden.

Voor wat betreft de *invoer* van elektriciteit uit het buitenland stelt de memorie van toelichting bij de Wet van 28 juni 2015 dat "de integratie van buitenlands productievermogen op het Belgisch net op korte termijn niet mogelijk is". De GEMIX-studie (2009) van haar kant stelde dat een structurele afhankelijkheid van invoer die hoger is dan 10% het elektrisch systeem kwetsbaar maakt wanneer zich een storing voordoet. Daarnaast moest ook rekening gehouden worden met een te verwachten daling in de Franse uitvoer van elektriciteit en een groeiende vraag naar structurele invoer van Duitsland[8]. Tenslotte stelde de GEMIX-studie ook vast dat het chronische tekort aan productiecapaciteit in België (vóór de economische crisis) reeds op de grenzen van de invoercapaciteit stuitte, en dat er niet verwacht werd dat deze capaciteit tegen 2020 zou stijgen. Samengevat kan gesteld worden dat de invoer van elektriciteit geen structurele oplossing vormde voor het wegvallen van de nucleaire capaciteit in 2015.

Het besluit is dus dat er geen valabele alternatieven waren voor de concrete beleidsdoelstelling waarop het uitstel van de desactivatie een antwoord wilde geven.

Bovenstaande wil uiteraard niet zeggen dat er geen alternatieve mixen van productiemiddelen te bedenken zijn, elk met hun eigen voor- en nadelen op het vlak van milieueffecten[9]. Het is echter niet de opzet van voorliggende analyse om dergelijke scenario's met elkaar te vergelijken.

In voorliggende analyse beperken we ons tot het in beeld brengen van de milieueffecten die het langer openhouden van de kernreactoren Doel 1 en 2 met zich meebrengt, over de periode 2015-2025. We maken daarbij dus niet de vergelijking met de effecten van alternatieve (hypothetische) oplossingen[10]. We vergelijken de effecten wel met de situatie waarbij het Project niet zou uitgevoerd geweest zijn en de desactivatie niet uitgesteld. Deze situatie, die we de referentietoestand noemen, wordt besproken in §4.4.

Volledigheidshalve kan nog aangegeven worden dat de mate waarin de elektriciteitsbevoorrading kan worden gegarandeerd sinds 2015 is geëvolueerd, en in de toekomst nog zal blijven evolueren. Elia gaat voor de periode

[8] Dit aspect wordt bevestigd in een recente studie van Elia (*Adequacy and flexibility study for Belgium 2020 – 2030. ELIA, 2019*). Deze studie stelt onder meer: "In het komende decennium wordt in Europa voor ca. 100 GW aan kolen- en nucleaire centrales gesloten; waarvan het grootste deel in West-Europa (…) Vooral de versnelde kolenuitstap in onze buurlanden (Nederland, Groot-Brittannië, Italië, Frankrijk maar vooral Duitsland) heeft een negatieve impact op onze importmogelijkheden tijdens de wintermaanden".

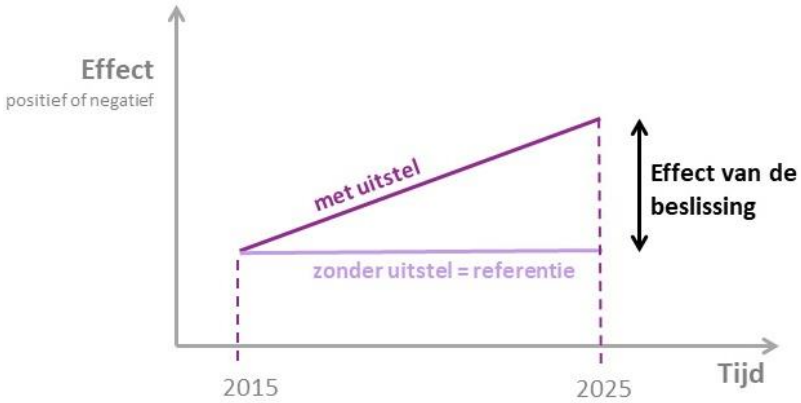
[9] De haalbaarheid van meerdere van dergelijke alternatieven werd onder meer bestudeerd in de "Studie over de perspectieven van elektriciteitsbevoorrading tegen 2030" van de Federale Overheidsdienst Economie (2015) en in de GEMIX-studie (2009). Voor eerstgenoemde studie werd ook een plan-MER opgemaakt (Arcadis, 2015).

[10] Behalve voor wat betreft de zogenaamde "vermeden emissies", zie verder.

2022-2025 (en rekening houdend met onverwachte gebeurtenissen in de buurlanden, die een rem zouden kunnen leggen op import) uit van een capaciteitsnood tot meer dan 1 GW. Voor de periode 2025-2040 is de bevoorradingszekerheid verzekerd als gevolg van de bouw van nieuwe gascentrales[11] en een verdere toename in de generatiecapaciteit van hernieuwbare energie.

4.4 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 per definitie 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 geval van voorliggend project de toestand die ontstaat als de desactivatie niet wordt uitgesteld, als met andere woorden Doel 1 en 2 in 2015 zouden worden stilgelegd volgens de kalender van de Wet op de Kernuitstap. De toestand die ontstaat als het plan of project wél wordt uitgevoerd (uitstel van de desactivatie) wordt vergeleken met die referentietoestand (desactivatie). Het verschil tussen beiden geeft aan hoe groot het effect van het Project (in casu de beslissing tot uitstel van desactivatie) is. Figuur 5 geeft dit principe schematisch weer.



Figuur 5: Schematische voorstelling van de referentietoestand.

De referentietoestand is in principe de toestand van de omgeving in het jaar 2015. Verder is het uitgangspunt dat die referentietoestand niet fundamenteel wijzigt (onder invloed van evoluties niet gerelateerd aan de werking van Doel 1 of 2) tussen 2015 en 2025, of toch niet op zo'n manier dat de beoordeling van de effecten op het milieu erdoor gewijzigd zouden worden. Mocht dat wel zo zijn, dan moet rekening gehouden worden met de (gewijzigde) referentietoestand in het jaar 2025. In §4.5 wordt hier verder op ingegaan.

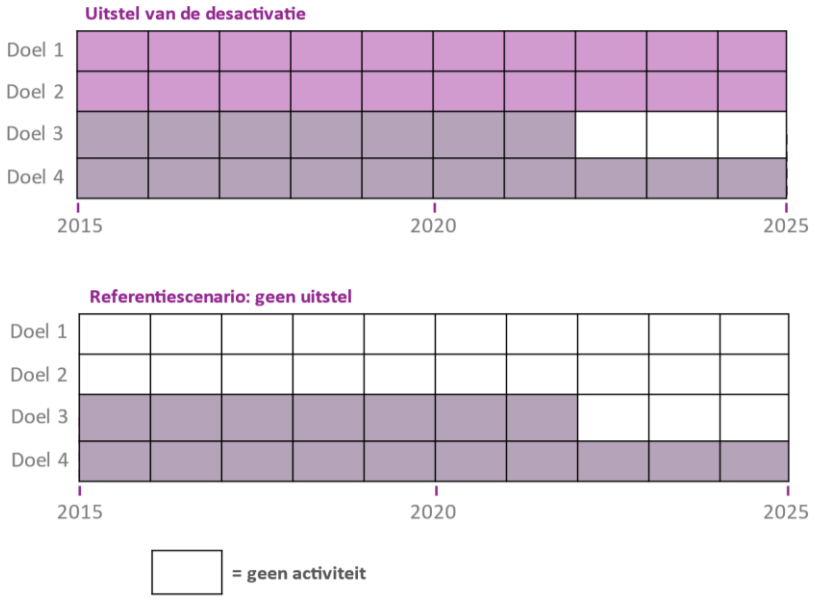
Naast de referentietoestand gebruiken we in deze MEB ook de termen 'referentieperiode' en 'referentiescenario'. Deze termen volgen uit de particulariteit van het Project die erin bestaat dat de effecten zich beperken tot een in de tijd beperkte periode, waarvan begin- en eindpunt vaststaan. Deze in de 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 over de periode 2015-2025.

Het *referentiescenario* beschrijft de projectgerelateerde ontwikkelingen gedurende de referentieperiode als het Project niet wordt uitgevoerd, als dus de desactivatie van Doel 1 en 2 in 2015 zou doorgegaan zijn. In concreto betekent dit:

[11] Deze centrales moeten nog gebouwd worden. Het zogenaamde CRM-mechanisme waarbij initiatiefnemers betaald worden voor het voorzien van extra capaciteit moet ervoor zorgen dat dit inderdaad tijdig gebeurt.

- Geen elektriciteitsproductie meer in Doel 1 en 2 na respectievelijk 15 februari en 1 december 2015;
- De andere reactoren op de site Doel sluiten volgens de kalender voorzien in de Wet op de Kernuitstap (zie §1.1**Error! Reference source not found.**).

Dit scenario vormt de vergelijkingsbasis voor het voorwerp van deze milieueffectbeoordeling. Figuur 6 maakt het verschil duidelijk.



Figuur 6: Werking van de vier nucleaire productie-eenheden in KCDoel, in een situatie met (boven) en zonder (beneden) uitstel.

4.5 Potentieel relevante autonome en gestuurde ontwikkelingen

Zoals hoger aangegeven, is het uitgangspunt van voorliggende MEB dat de referentiesituatie (de situatie die ontstaat als de desactivatie niet zou uitgesteld zijn in 2015) zelf geen voor de milieueffectbeoordeling significante wijzigingen ondergaat over de referentieperiode.

Hieronder wordt een overzicht gegeven van een aantal autonome en gestuurde evoluties (in het studiegebied of in de omgeving ervan) die relevant kunnen zijn:

1. Complex project extra containercapaciteit Antwerpen (CP ECA): dit project houdt de realisatie in van een nieuw getijdendok in de Antwerpse haven, ten oosten van het dorp Doel, aansluitend op het bestaande Deurganckdok.
2. Voor het dorp Doel, dat niet voor ECA moet verdwijnen, loopt een afzonderlijk onderzoeksproject, dat er onder meer op gericht is een duurzaam toekomstperspectief uit te tekenen voor het dorp.
3. Aan de overkant van de Schelde, tussen de Scheldelaan en Kanaaldok B2, plant INEOS 'Project ONE' een propaandehydrogenatiefabriek waarin propaangas wordt omgezet in propyleen en een ethaankraker waarin ethaangas wordt omgezet in ethyleen.
4. Natuurontwikkeling: in het kader van de ontwikkeling van de haven van Antwerpen en van het Sigmaplan worden in de directe omgeving van KCDoel natuurontwikkelingsprojecten gepland en uitgevoerd.

Bij de effectbespreking en -beoordeling in de MEB wordt rekening gehouden met bovenstaande ontwikkelingen en wordt met name bekeken in welke mate ze de omvang van de effecten kunnen vergroten, bijvoorbeeld doordat de kwetsbaarheid van de omgeving is toegenomen of doordat de besproken projecten eigen effecten veroorzaken die cumulatief zijn aan de effecten die in voorliggende milieueffectbeoordeling beschreven worden.

5 Procedure

De milieueffectbeoordeling van het Project 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.

Op 13 augustus 2020 heeft de Federale Overheidsdienst Economie in het kader van de nieuwe wet betreffende het uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 de autoriteiten van de landen gelegen in een straal van 1000 km rond Doel 1 en 2 in kennis gesteld van het vooropgestelde project. Deze kennisgeving en consultatie werd door de Federale Overheidsdienst Economie uitgevoerd overeenkomstig artikel 7.1 MEB-richtlijn. De landen die interesse tonen om deel te nemen aan de grensoverschrijdende consultatie zullen de kans krijgen om de meningen van hun publiek en relevante autoriteiten over de milieueffectbeoordeling samengevat te bezorgen aan de Algemene Directie Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie.

Na de afronding van de milieueffectbeoordelingen 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 publieksbevraging georganiseerd gedurende 60 kalenderdagen door middel van een website gewijd aan de publicatie van het volledige milieubeoordelingsdossier betreffende het uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 (milieueffectbeoordeling op strategisch niveau en milieueffectbeoordeling werken). De kennisgeving betreffende de raadpleging en de participatie van het publiek wordt uitgevoerd door de Federale Overheidsdienst Economie.

Op 13 augustus 2020 heeft de Federale Overheidsdienst Economie de autoriteiten van de landen gelegen in een straal van 1000 km rond Doel 1 en 2 in kennis gesteld van het vooropgestelde Project. De landen die hierbij werden aangeschreven waren het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Nederland, Denemarken, Duitsland, Luxemburg, Oostenrijk, Zwitserland, Ierland, Italië, Noorwegen, Polen, Tsjechië, Zweden, Slovenië, Hongarije, Spanje, Slowakije, Hongarije en Kroatië.

Deze kennisgeving en consultatie werd door de Federale Overheidsdienst Economie uitgevoerd overeenkomstig artikel 7.1 van de MEB-richtlijn. Geïnteresseerde lidstaten moesten zich bekend maken voor 30 september 2020. Die landen die interesse tonen om deel te nemen aan de grensoverschrijdende consultatie zullen geconsulteerd worden en zullen de kans krijgen om de meningen van hun publiek en relevante autoriteiten over de milieueffectbeoordeling te bezorgen aan het Directoraat Generaal Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, coördinator van de activiteiten gelinkt aan de milieueffectenrapportage.

6 Bespreking en beoordeling van de effecten

6.1 Selectie van de mogelijk aanzienlijke effecten

6.1.1 Effecten van het Project

In deze milieueffectbeoordeling werden zowel de radiologische als de niet-radiologische effecten van het uitstel (over de periode 2015-2025) van de desactivatie van Doel 1 en 2 bestudeerd en beoordeeld. De nadruk ligt daarbij op die effecten waarvoor minstens in theorie de mogelijkheid bestaat dat er zich een aanzienlijk negatief effect zou voordoen. Om te bepalen voor welke effecten dat het geval zou kunnen zijn werd gebruik gemaakt van volgende elementen:

- Analyse van de componenten van het Project (i.e. van de reactoreenheden Doel 1 en 2) en van de milieu-impact die deze zouden kunnen veroorzaken;
- Analyse van de kwetsbaarheid van de omgeving;
- Raadpleging van eerder uitgevoerde milieueffectbeoordelingen en van de scoping die daarin werd doorgevoerd[12];
- Organisatie van een workshop met de verschillende (radiologische en niet-radiologische) MER-deskundigen.

Besluit van deze oefening was dat bij de bespreking van de impact de nadruk moet liggen 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 het uitstel van de desactivatie. Deze werken dus evenmin door in de receptordisciplines. Tabel 5 vat de voornaamste overwegingen die hebben geleid tot deze beslissing samen.

Tabel 5: Overzicht van de thema's die niet bestudeerd worden in het strategisch luik van de milieueffectrapportage voor het Project, en bijhorende motivering.

Thema	Motivatie om dit thema niet te bestuderen in de milieueffectrapportage op strategisch niveau
Bodem	De opslag en behandeling van gevaarlijke stoffen in grote hoeveelheden (diesel, neutralisatieproducten, …) houdt potentieel bepaalde risico's in op verontreiniging van bodem en grondwater. Een deel van die opslag is ook rechtstreeks gerelateerd aan Doel 1 en 2 (bv. een deel van de dieselopslag nodig om pompen te laten draaien bij wegvallen van de elektriciteitsvoorziening). Het langer open houden van Doel 1 en Doel 2 verhoogt dus theoretisch de kans op een bijkomende bodemverontreiniging als gevolg van diffuse lekken of ongevallen. Gezien de conform de Vlarem-voorwaarden genomen maatregelen (bv. inkuiping, lekdetectie, …) kan echter gesteld worden dat de kans dat zich significante nieuwe bodemverontreiniging zou voordoen gedurende de bijkomende werkingsperiode van 10 jaar zeer gering is. De exploitatie van Doel 1 en 2 houdt ook de verharding in van het deel van de site dat ingenomen wordt door de installaties. Uitstel van de desactivatie houdt in dat deze bodembedekking gedurende 10 jaar bestendigd wordt. Er kan echter aangenomen worden dat ook als de centrales in 2015 zouden stilgelegd geweest zijn, de verharding niet zou verwijderd geweest zijn gedurende de tien daarop volgende jaren, gezien de lange tijd die nodig is voor ontmanteling. Het LTO-project omvat de bouw van enkele nieuwe gebouwen (pompstation en tank voor bluswater) maar dit brengt geen significante toename van de bodemverharding met zich mee.
Landschap	De landschappelijke impact van de kerncentrale van Doel wordt in de eerste plaats bepaald door de 170 m hoge koeltorens en hun karakteristieke waterdamppluimen, en in mindere mate ook door de installaties van Doel 3 en 4. Ook de hoogspanningsleidingen dragen bij aan de visuele impact. De installaties van Doel

[12] MER Kerncentrale Doel (2010), LTO – screening van de milieuaspecten voor Doel 1 en Doel 2 (2015), MEB Electrabel (2021), MER SF^2, MER Perspectieven van de elektriciteitsbevoorrading tegen 2030 (2015).

Thema	Motivatie om dit thema niet te bestuderen in de milieueffectrapportage op strategisch niveau
	1 en 2 zijn in vergelijking hiermee relatief bescheiden in hoogte en omvang. Hun aanwezigheid gedurende een bijkomende periode van tien jaar heeft geen wezenlijk effect op het totale visuele effect van de centrale. Hetzelfde geldt voor het effect van de enkele bijkomende installaties opgericht in het kader van het LTO-project.
Grondwater	De kencentrale van Doel gebruikt geen grondwater. Het al dan niet uitstellen van de desactivatie van Doel 1 en 2 heeft op dit vlak dus geen gevolgen. De aanwezigheid van verschillende reeds bestaande gebouwen waarvan de funderingen en funderingspalen reiken tot op de diepte van de tertiaire sedimenten (-15m) en van diepwanden rond verschillende onderdelen van de centrale kan de natuurlijke grondwaterstroming wel verstoren. Deze situatie verandert echter niet fundamenteel als Doel 1 en 2 zouden gedesactiveerd worden, zeker niet op korte termijn. Op het vlak van potentiële grondwatervervuiling kan in de eerste plaats verwezen worden naar de beschouwingen m.b.t. het thema Bodem (cf. supra), waaruit blijkt dat de kans op bijkomende bodem- (en dus grondwater-)vervuiling als gevolg van de opslag van vervuilende stoffen zeer klein is, gezien de maatregelen die in overeenstemming met de geldende regelgeving genomen worden. Een effect op de grondwaterbalans moet evenmin verwacht worden, vermits binnen de referentieperiode geen betekenisvolle verschillen in verharde oppervlakte verwacht worden tussen de situatie met en zonder uitstel van desactivatie.
Mobiliteit	De verkeersbewegingen als gevolg van de exploitatie van KCDoel worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de voertuigen van het personeel en de onderaannemers van en naar de site. Daarnaast zijn er de transporten in functie van de bevoorrading en het onderhoud van de installaties. Het transport dat verbonden is aan de dagelijkse werking van de centrale gebeurt via de weg. Het (zwaar) verkeer van en naar de kerncentrale verloopt via de Waaslandhaven, meer bepaald rondom het Deurganckdok en van daaruit naar de aansluiting met de R2. Gemiddeld zijn er zo'n 1.700 personen aanwezig op de site (overdag) en kan die aanwezigheid gekoppeld worden aan zo'n 1.300 voertuigen, bij benadering op te splitsen in 900 personenwagens, 300 bestelwagens en 100 vrachtwagens. Bij grote werken/revisies neemt het aantal voertuigbewegingen toe. In piekperiodes bedraagt het personenvervoer tot 600 personenwagenequivalenten/h aangevuld met een vrachtwagendensiteit van 25 personenwagenequivalenten/h. Op de meest drukke momenten (tussen 7u en 9u in de ochtend en tussen 16 en 18h in de avond) geeft dat dan 625 personenwagenequivalenten/h. Verzadiging van het lokale wegennet naar KCDoel treedt niet op. Druk verkeer in ochtend- en avondspits is echter wel mogelijk. Uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 doet het aantal voertuigbewegingen niet toenemen in vergelijking met de periode voor 2015. In vergelijking met een situatie mét desactivatie in 2015 wordt geen betekenisvolle afname van de voertuigbewegingen verwacht, aangezien een groot deel ervan betrekking hebben op de centrale als geheel en niet specifiek aan de werking van Doel 1 en 2 kan toegewezen worden. De ontmanteling van beide reactoren zou integendeel veel extra verkeer kunnen genereren, met dus mogelijk zelfs meer verkeer bij desactivatie in 2015 in vergelijking met een uitstel van desactivatie tot 2025. Zoals gezegd kan het verschil lokaal relevant zijn, maar niet op een grotere ruimtelijke schaal.
Geluid	Op de site van KCDoel zijn verschillende geluidsbronnen te onderscheiden die gezamenlijk de totale geluidsemissie van de exploitatie in open lucht vertegenwoordigen. Hierbij dient een onderscheid gemaakt te worden tussen bronnen die continu in werking zijn, en bronnen die slechts een beperkt gedeelte van de tijd (< 1%) werkelijk in bedrijf zijn, zoals noodgroepen en noodkoelbanken. De tijdelijke bronnen worden enkel in noodsituaties in werking gesteld, maar worden om veiligheids- en onderhoudsredenen ook maandelijks getest. Uit het MER van 2010 blijkt dat de twee koeltorens verantwoordelijk zijn voor 55% van het geluidsvermogen (vnl. het geluid van vallend water). De hulpkoeltorens (ventilatoren) vertegenwoordigen een 20% en de openingen en wanden van machinezalen en reactorgebouwen nog eens 15%. In de screeningsnota voor de LTO-werken van 2015 wordt aangetoond dat de nieuwe installaties die voorzien zijn in het kader van de LTO geen bijkomende geluidshinder met zich meebrengen. Omgekeerd kan ook gesteld worden dat de desactivatie van Doel 1 en 2 slechts een beperkte (positieve) impact zal hebben op de geluidsverstoring, aangezien die voor een groot deel verbonden is aan de aan Doel 3 en 4 gekoppelde koeltorens, die ook na sluiting van Doel 1 en 2 in werking zullen blijven

Voor wat betreft de niet-radiologische effecten heeft de milieueffectbeoordeling dus betrekking op de effecten binnen de thema's Oppervlaktewater, Lucht, Biodiversiteit, Mens en 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. Zoals gezegd ligt de focus daarbij op de receptordisciplines Biodiversiteit en Mens en Gezondheid; de andere disciplines leveren de informatie aan die nodig is om de effecten in het kader van deze receptordisciplines correct te beschrijven.

6.1.2 Vermeden effecten van het Project

Voor de meeste van de effecten die bestudeerd worden in de MEB voor het Project is het duidelijk dat ze zich in de referentiesituatie (de situatie waarbij de desactivatie in 2015 niet zou zijn uitgesteld) niet zouden hebben voorgedaan, en dat met die desactivatie op zich geen negatieve effecten zouden gepaard geweest zijn. In enkele gevallen moet er echter wél rekening mee gehouden worden dat het niet uitstellen van de desactivatie over de periode 2015-2025 tot (mogelijk aanzienlijke) effecten zou kunnen aanleiding gegeven hebben. Het gaat daarbij in de eerste plaats om de emissies die zouden veroorzaakt zijn door het (theoretische) productiepark dat de weggevallen nucleaire capaciteit over die periode zou hebben moeten vervangen[13].

Om een uitspraak te kunnen doen over de omvang van deze vermeden effecten is het nodig de referentiesituatie nader te definiëren in termen van de manier waarop de weggevallen productiecapaciteit over de periode 2015-2025 zou zijn ingevuld. Dit is uiteraard een theoretische oefening, waarbij het niet de bedoeling is de effecten van verschillende (niet-gerealiseerde) energiemixen met elkaar te vergelijken[14].

Om deze oefening te vereenvoudigen is er in deze milieubeoordeling voor gekozen om, ten behoeve van de bepaling van de vermeden effecten, de invulling van de in theorie weggevallen capaciteit te laten gebeuren volgens dezelfde verhoudingen als die binnen het huidige aandeel niet-nucleaire capaciteit.

Het is duidelijk dat die invulling niet moet gezien worden als een volwaardig en redelijk alternatief voor het uitstel van de desactivatie, vermits dit alternatief in de praktijk niet beschikbaar was op het moment dat over het uitstel werd beslist[15]. Om die reden bestuderen we ook niet alle aspecten van deze alternatieve invulling. Het heeft bijvoorbeeld geen zin de landschappelijke effecten van een theoretische capaciteit aan windturbineparken te gaan vergelijken met het landschappelijk effect van Doel 1 en 2, of de effecten van het koelwater van een theoretische capaciteit aan gascentrales met het reële effect van de koelwaterlozingen van Doel 1 en 2.

De meest relevante (en begrootbare) effecten van de referentiesituatie hebben betrekking op de emissies van stikstofoxiden (NO_x), met mogelijke doorwerking op de menselijke gezondheid, en emissies van broeikasgassen, met mogelijke doorwerking binnen het thema Klimaat. Aangezien deze emissies zich niet hebben voorgedaan bij uitvoering van het Project (het uitstel van de desactivatie) wordt er in deze MEB naar verwezen met de term "vermeden emissies".

Daarnaast nemen we ook de vermeden bevoorradingsonzekerheid in beschouwing. Het vermijden van deze onzekerheid is de doelstelling zelf van het Project, en in die zin dus geen neveneffect ervan. Niettemin is het goed een beeld te krijgen van de effecten op dit aspect als de desactivatie van Doel 1 en 2 niet was uitgesteld, waarbij er zoals gezegd in de feiten geen redelijk alternatief was om de weggevallen capaciteit bij desactivatie in te vullen.

6.1.3 Effecten op het Project

[13] Dit theoretische productiepark kan uiteraard nog andere effecten gehad hebben, in termen van bv. waterkwaliteit, biodiversiteit, landschap, … . Deze effecten zijn echter in de eerste plaats lokaal relevant, en dus moeilijk te begroten, aangezien de locaties van de theoretische vervangingscapaciteit niet gekend zijn.

[14] Een dergelijke oefening is wel gebeurd in de "Studie over de perspectieven van elektriciteitsbevoorrading tegen 2030" van de Federale Overheidsdienst Economie (2015)" en de bijhorende plan-MER.

[15] Er zijn de laatste jaren tal van alternatieve scenario's voor energievoorziening ontwikkeld die rekening houden met een volledige of partiële kernuitstap, maar zoals eerder gezegd waren die in 2015 niet operationaliseerbaar en kunnen ze dus niet als redelijke alternatieven voor voorliggend Project beschouwd worden.

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*.

Het kan daarbij zowel om de integriteit als om het functioneren van het Project gaan. Ook de rationale zelf van een project kan wijzigen als gevolg van klimaatverandering en de in een MEB beschreven effecten van een project kunnen belangrijker of minder belangrijk worden bij een veranderend klimaat[16].

6.2 Structuur van deze niet-technische samenvatting

De samenvatting van de milieueffectbeoordeling op de volgende bladzijden is opgebouwd volgens volgende structuur:

1. Eerst worden de niet-radiologische effecten op de zogenaamde "intermediaire receptoren" besproken (zie §6.3). Dit zijn componenten van het milieu die een invloed kunnen hebben op de impacten in de finale receptoren (mens en biodiversiteit). Concreet gaat het om de aspecten water, lucht en klimaat. Wijzigingen in de waterkwaliteit kunnen bijvoorbeeld een impact hebben op de biodiversiteit; het is dus belangrijk na te gaan waar die eventuele wijzigingen in kwaliteit uit bestaan. Hoger werd al aangegeven voor welke van deze receptoren geen betekenisvol effect wordt verwacht; die komen dan ook verder niet meer aan bod.
2. Vervolgens wordt de radiologische referentiesituatie beschreven (zie §6.4). Kennis van deze referentiesituatie is nodig om het belang van eventuele bijkomende effecten van het Project te kunnen duiden. De niet-radiologische elementen van de referentiesituatie komen aan bod bij de impactbespreking van de verschillende thema's.
3. Daarna worden de effecten op de mens (§6.5) en op de biodiversiteit (§6.6) besproken. Dit zijn de "finale" receptoren die bepalend zijn voor de impact van het Project. Binnen beide thema's worden telkens eerst de niet-radiologische en vervolgens de radiologische effecten besproken.
4. De impact van het Project op de productie van nucleair afval komt in §6.7 aan bod.
5. Tenslotte wordt een samenvatting gegeven van de grensoverschrijdende effecten (§7)

Aan het einde van de milieueffectbeoordeling (en van voorliggende samenvatting ervan) volgt in een besluit een samenvatting van de voornaamste bevindingen.

6.3 Niet-radiologische effecten op water, lucht en klimaat

6.3.1 Impact op het watersysteem

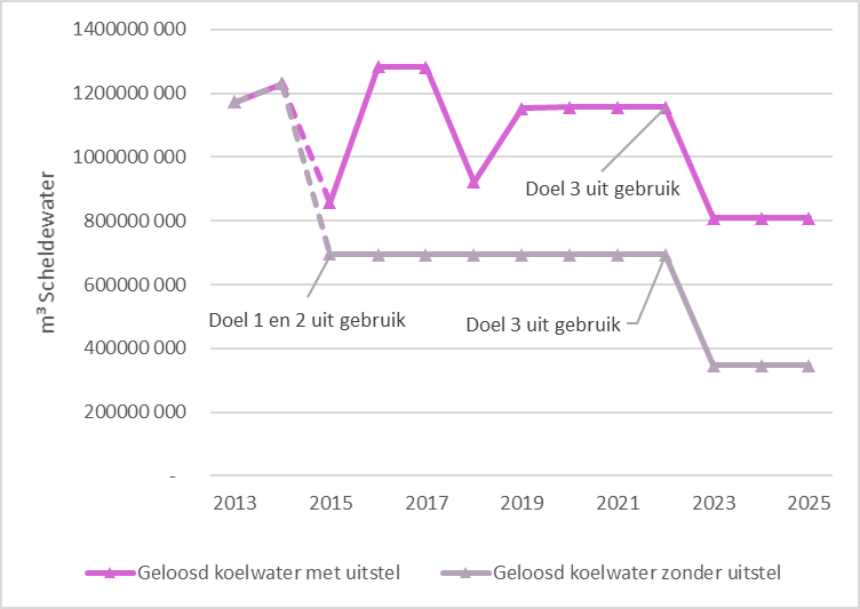
De kerncentrale van Doel is voor haar werking sterk afhankelijk van het oppervlaktewatersysteem, aangezien de tertiaire koelkringen gevoed worden met Scheldewater. Oppervlaktewater wordt ook soms gebruikt voor de aanmaak van proceswater (demineralisatiewater) dat na gebruik en zuivering opnieuw in de Schelde geloosd wordt.

De tertiaire koelkringen van de eenheden Doel 1 en 2 zijn directe kringen met eenmalig gebruik van het koelwater. Het resultaat is dat er een grote hoeveelheid oppervlaktewater opgepompt wordt, opwarmt en deels verdampt, en vervolgens aan een licht verhoogde temperatuur terug in de Schelde geloosd wordt. Naast het temperatuureffect heeft het koelwater ook een verhoogd chloridegehalte als gevolg van het toevoegen van producten om microbiële groei en schuimvorming te vermijden. Een positief effect van het gebruik van Scheldewater, dat vooral in de zomer gunstig is, is dat door de werking van de koeltorens het geloosde koelwater een hoger zuurstofgehalte heeft dan het water in de Schelde.

[16] Een klassiek voorbeeld hiervan is de mate waarin het effect van een lozing op een waterloop belangrijker zou worden als door klimaatgerelateerde droogte de gemiddelde afvoer van die waterloop zou wijzigen.

Als gevolg van de koelwaterlozing kan een aanzienlijke temperatuurstijging (hoger dan 3°C) vastgesteld worden binnen het gebied van de strekdam in de Schelde, tot op maximaal ca. 1050 m afstand van het lozingspunt. Relevante maar aanvaardbare temperatuurstijgingen tussen 1 en 3°C doen zich bij eb en bij de laagwaterkentering voor tot op maximaal 1.300 m afstand van het lozingspunt, een gebied dat nog steeds binnen de strekdam is gelegen. Bij vloed doet zich een relevante temperatuurstijging van tussen 1 en 3°C voor buiten de strekdam tot op maximaal 500 m stroomafwaarts en maximaal 800 m stroomopwaarts van het lozingspunt. Voor het gebied binnen de strekdam wordt niet voldaan aan de milieukwaliteitsnormen inzake temperatuur voor de Schelde.

In Figuur 7 is de hoeveelheid geloosd koelwater weergegeven over een periode van 10 jaar (2015-2025) voor het Project (met uitstel) versus het referentiescenario (geen uitstel). Vanaf 2015 zijn in het referentiescenario Doel 1 en 2 niet meer in gebruik, waardoor de nood aan koelwater zal verminderen. De cijfers tot en met 2019 zijn gebaseerd op de reële geloosde debieten. Het gemiddeld volume opgenomen Scheldewater voor de periode 2013-2019 bedroeg ca. 1.145 miljoen m³, het gemiddeld geloosd volume koelwater ca. 1.128 miljoen m³ (ca. 1,5% van het koelwater verdampt). De op de grafiek zichtbare schommelingen in volumes zijn te wijten aan het stilliggen van een deel van de installaties (bv. in 2015 en 2018). Voor de periode 2020–2025 werd gebruik gemaakt van een prognose door Electrabel, die uitgaat van een verbruik door Doel 1 en 2 van ca. 469 miljoen m³ per jaar over deze periode. In de referentiesituatie wordt dat debiet dus niet meer geloosd, en bedraagt het geloosde volume koelwater dan ook slechts 60% van het volume bij uitstel van desactivatie. De via het koelwater geloosde vuilvracht vermindert evenredig.



Figuur 7: Volume koelwater geloosd ten gevolge van het uitstel van de desactivatie in vergelijking met de referentiesituatie (geen uitstel).

De kerncentrale verbruikt daarnaast ook stadswater (drinkwater) als bron voor proceswater, sanitaire installaties en aanvulling van de koelvijvers (voor eenheden Doel 3 en 4). Overtollig proceswater wordt na fysisch-chemische behandeling terug in de Schelde geloosd. Het sanitair afvalwater wordt samen met het van daken en verhardingen afstromend hemelwater in vijf biorotoren gezuiverd en geloosd in de Schelde. Elke biorotor voor de zuivering van sanitair afvalwater heeft een lozingspunt. Het bedrijfsafvalwater en het koelwater wordt op eenzelfde punt in de Schelde geloosd. Het sanitair afvalwater en het bedrijfsafvalwater en het koelwater moeten aan de lozingsnormen opgelegd in de omgevingsvergunning voldoen.

Tabel 6 vat de verschillen tussen beide scenario's samen op het vlak van de volumes koelwater en afvalwater (sanitair en industrieel). Voor het stadswaterverbruik en dus de lozing van sanitair en industrieel afvalwater zijn de verschillen tussen de alternatieven klein te noemen en niet afzonderlijk begroot.

Tabel 6: Volume geloosd water met en zonder uitstel van desactivatie.

Lozing		**10 jaar uitstel van desactivatie**	**Referentiescenario (geen uitstel)**
Koelwater	Totale hoeveelheid	11,4 miljard m^3	6,7 miljard m^3
	Gemiddeld per jaar	1,14 miljard m^3	0,67 miljard m^3
Sanitair	Totale hoeveelheid	600.000 m^3	<600.000 m^3
	Gemiddeld per jaar	60.000 m^3	<60.000 m^3
Industrieel	Totale hoeveelheid	3 miljoen m^3	<3 miljoen m^3
	Gemiddeld per jaar	300.000 m^3	<300.000 m^3

Doorgaans voldoet de kerncentrale aan de opgelegde lozingsnormen voor sanitair afvalwater, bedrijfsafvalwater en koelwater, maar voor enkele parameters worden de lozingsnormen niet altijd gehaald (bv. nitriet, AOX). Inspanningen zijn nog nodig om ook voor deze parameters de saneringsinfrastructuur aan te passen of om brongerichte maatregelen te nemen om deze knelpunten op te lossen.

Hoewel voor de meeste parameters in normale omstandigheden aan de gestelde lozingsnormen kan voldaan worden en de berekende bijdrage aan de concentratieverhoging beperkt tot verwaarloosbaar is, betekent het langer openhouden van Doel 1 en 2 toch dat een zekere restverontreiniging gedurende 10 jaar in de Zeeschelde terechtkomt. Het gedeelte van de Zeeschelde waarin geloosd wordt, bevindt zich momenteel nog in een 'ontoereikende' ecologische toestand en voldoet niet aan alle milieukwaliteitsnormen. Voor een achteruitgang van de ecologische toestand van de Zeeschelde of voor het hypothekeren van de doelstellingen voor dat waterlichaam ten gevolge van het 10 jaar langer openhouden van Doel 1 en 2 moet echter niet gevreesd worden.

Naast de lozingen moet ook rekening gehouden worden met de hoge verhardingsgraad van de site (ca. 52%, wat neerkomt op ca. 56 ha verharding) en het feit dat het afstromend hemelwater samen met het sanitair afvalwater in een gemengd rioleringsstelsel terechtkomt; bij (hevige) regenweeromstandigheden zorgt dit voor frequente overstortingen van de opvangputten naar de Schelde, waarbij het water dus ongezuiverd geloosd wordt. Dit zorgt voor een negatieve impact op de waterkwaliteit, waarbij moet aangestipt worden dat de Schelde nog niet voldoet niet aan de milieukwaliteitsnormen voor stikstof, fosfor en organische vervuiling. Wat dit betreft is er echter geen verschil tussen de situatie met en zonder uitstel van de desactivatie, vermits de verharde oppervlakte in beide gevallen dezelfde is.

6.3.2 Impact op de luchtkwaliteit

De niet-radiologische emissies die gepaard gaan met de uitbating van Doel 1 en 2 worden voornamelijk veroorzaakt door het (beperkt) gebruik van diverse verbrandingsinstallaties en noodstroomvoorzieningen. De resultaten van een berekening van deze emissies worden samengevat in

Tabel 7.

Tabel 7: Emissies stookinstallaties (2014) (bron Electrabel, 2020).

	CO emissie in kg/jaar	NO_x emissie in kg/jaar	SO_x emissie in kg/jaar	PM_{10} emissie in kg/jaar	$PM_{2,5}$ emissie in kg/jaar
Totaal	2.495	9.397	299	145	141

Hieruit blijkt dat de *rechtstreekse emissies* veroorzaakt door de exploitatie van Doel 1 en 2 verwaarloosbaar zijn tegenover de emissiereducties die binnen België en de gewesten dienen gerealiseerd te worden. De grootste emissie blijkt die van NO_x te zijn, met een jaarvracht van bijna 10 ton. Dit vertegenwoordigt slechts 20% van de in het kader van het Integraal Milieujaarverslag (IMVJ) gehanteerde drempel van 50 ton/jaar. In vergelijking met de NO_x-emissies in de Antwerpse agglomeratie (meer dan 5.000 ton in 2015) of met de door VMM voor 2014 berekende NO_x-emissie voor het Antwerpse havengebied (20.000 ton) is deze emissie uiteraard verwaarloosbaar. Er wordt dan ook geen relevante impact op de luchtkwaliteit verwacht bij het langer openhouden van Doel 1 en 2, en evenmin een relevante wijziging in de depositie van verzurende en eutrofiërende stoffen.

Deze rechtstreekse emissies kunnen vergeleken worden met de zogenaamde *"vermeden" emissies* die zouden ontstaan bij het uit dienst nemen van de installaties van Doel 1 en 2 en bij een vervanging van de weggevallen capaciteit door niet-nucleaire elektriciteitsproductie. Voor een aantal parameters waarvoor emissieplafonds (NEC - National Emission Ceilings) gedefinieerd zijn, worden deze emissies weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8: Vermeden emissies bij uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2.

	SOx (SO_2)		NOx (NO_2)		NH_3		TSP[17]	
	Vermeden emissie	Aandeel in NEC-2030 doelstelling (48.500 ton)	Vermeden emissie	Aandeel in NEC-2030 doelstelling (124.800 ton)	Vermeden emissie	Aandeel in NEC-2030 doelstelling 68.400 ton)	Vermeden emissie	Aandeel in NEC-2030 doelstelling 22.200 ton)
Jaar	**ton**	**%**	**ton**	**%**	**ton**	**%**	**ton**	**%**
2015	125	0,26	540	0,43	0,6	0,0008	13,6	0,061
2016	169	0,35	752	0,6	1,6	0,0023	27,6	0,124
2017	144	0,3	814	0,65	1,6	0,0023	14,2	0,064
2018	37	0,08	294	0,24	0,7	0,001	3,5	0,016
2019	48	0,1	461	0,37	1,4	0,0021	4,4	0,02
2020	32	0,07	396	0,32	1,4	0,002	2,6	0,012
2021	37	0,08	595	0,48	2,3	0,0034	2,8	0,013
2022	27	0,05	558	0,45	2,4	0,0035	1,8	0,008
2023	20	0,04	539	0,43	2,5	0,0037	1,2	0,006
2024	14	0,03	515	0,41	2,6	0,0038	0,8	0,004
2025	6	0,01	266	0,21	1,4	0,0021	0,3	0,001

De emissies kunnen vergeleken worden met de zogenaamde emissieplafonds (NEC-doelstellingen). Het aandeel van deze emissies tegenover de nationale en gewestelijke emissieplafonds blijkt voor de meeste parameters klein tot zeer klein te zijn. De (vermeden) NO_x-emissies blijken het grootste aandeel te hebben ten opzichte van de emissieplafonds. Gemiddeld over de periode van 2015-2025 gaat het hierbij om 0,4% van het nationaal NO_x-plafond voor 2030, wat als beduidend kan beschouwd worden.

Duidelijk is alleszins dat bij langer openhouden van Doel 1 en 2 de emissies die over de periode 2015-2025 door de verbrandingsinstallaties verbonden aan beide reactoreenheden zouden gegenereerd worden vele malen kleiner zijn

[17] TSP = Total Suspended Particles (totaal zwevende stof)

dan de emissies die zouden gegenereerd worden over diezelfde periode als Doel 1 en 2 in 2015 zouden gedesactiveerd zijn. Voor SO_x en NO_x gaat het, bij de gebruikte aannames met betrekking tot de samenstelling van het productiepark in de referentiesituatie, respectievelijk om 0,5% en 1,8%. De emissies toe te schrijven aan het langer open houden van de centrales zijn dus zeer klein in vergelijking met de emissies die er door vermeden worden.

Dit geldt uiteraard ook voor de hiervan afgeleide effecten op de luchtkwaliteit en op de verzurende en eutrofiërende deposities. De werkelijke omvang van deze "vermeden" afgeleide effecten is echter niet gekend, aangezien ze sterk afhangen van eventuele vergunningsvoorwaarden en bronkarakteristieken van de (hypothetische) vervangings-installaties, en van de kwetsbaarheid van de omgeving waarin ze zich bevinden.

6.3.3 Impact op het thema Klimaat

De broeikasgasemissies van KCDoel zijn afkomstig van de werking van een aantal dieselmotoren (voor aandrijving van noodpompen en noodgeneratoren) en van stoom- en stookketels. De broeikasgasemissie-inventaris van de Kerncentrale Doel onderscheidt voor Doel 1 en 2 dertien dieselmotoren met een totaal geïnstalleerd thermisch vermogen van 80 MW. Samen hebben deze installaties in 2019 slechts ongeveer 189 uren gedraaid.

Tabel 9 toont de broeikasgasemissies voor de site en voor Doel 1 en 2 voor de jaren 2015-2019, zoals af te leiden uit de emissie-inventaris en de ETS[18]-rapportage van de site. Het aandeel van Doel 1 en 2 schommelt van jaar tot jaar, met een maximum aandeel van 30% op de totale emissies van de site. Als we vereenvoudigend uitgaan van een maximum van ongeveer 500 ton/jaar en er van uitgaan dat deze maximale waarde elk jaar uitgestoten wordt krijgen we over de periode 2015-2025 een cumulatieve broeikasgasemissie van de orde van maximaal 5500 ton, als rechtstreeks effect van het uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2.

Tabel 9: Broeikasgasemissies (ton CO_2eq/jaar) voor Kerncentrale Doel (KCDoel) en de eenheden Doel 1 en 2 voor de periode 2015-2019.

	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Broeikasgasemissies KCDoel (ton CO_2eq)	1.887	1.420	1.414	1.675	1.272
Broeikasgasemissies Doel 1 en 2 (ton CO_2eq)	487,30	421,81	358,49	395,68	164,40
Aandeel broeikasgasemissies Doel 1 en 2 op KCD	26%	30%	25%	24%	13%
Productie Doel 1 en 2 (GWh)	3.340	6.040	6.830	2.610	
Relatieve broeikasgasemissies Doel 1 en 2 (gCO_2eq/kWh)	0,146	0,070	0,052	0,15	

Voor het berekenen van de *vermeden* emissies maken we zoals eerder toegelicht de vereenvoudigende aanname dat het (theoretische) productiepark dat in de periode 2015-2025 de weggevallen nucleaire capaciteit zou moeten invullen dezelfde relatieve samenstelling heeft als het niet-nucleaire deel van het productiepark op dat moment.

De berekeningen worden hieronder samengevat.

Tabel 10: Berekening van de vermeden broeikasgasemissies bij een uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 over de periode 2015-2025, bij een gemengde niet-nucleaire energiemix.

		2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**
Emissies elektriciteitsproductie	kton CO_{2eq}	12.725	11.340	11.567	11.201							

[18] ETS = Emission Trading System (Europees systeem voor emissiehandel)

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Niet-nucleaire productie in Vlaanderen	GWh	28.619	27.094	28.105	29.175							
Productie Doel 1 en 2 plus prognoses	GWh	3.340	6.040	6.830	2.610	4.560	4.180	6.660	6.590	6.690	6.700	3.620
Relatieve emissie niet nucleair	kton CO_{2eq} /GWh	0,445	0,419	0,412	0,384	0,382	0,375	0,369	0,363	0,359	0,354	0,350
Vermeden broeikasgasemissies	kton CO_{2eq}	1.485	2.528	2.811	1.002	1.742	1.566	2.455	2.394	2.398	2.374	1.269

Als gevolg van de schommelingen in de (waargenomen of voorspelde) productie van Doel 1 en 2 variëren ook de vermeden emissies tamelijk sterk, met een minimum van ongeveer 1000 kton CO_2eq in 2018 en een maximum van ongeveer 2800 kton in 2017. Over de hele periode genomen resulteert het uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 in het vermijden van de emissie van ongeveer 22.000 kton CO_2eq. Dit komt neer op een besparing van ongeveer 2,8% van de totale broeikasgasemissies in Vlaanderen voor het jaar 2018 (77.700 kton), of bijna 17% van de emissies in de subsector "elektriciteit en warmte" voor Vlaanderen in datzelfde jaar.

Als we de vergelijking maken met de emissies die vrijkomen bij de werking van Doel 1 en 2 over dezelfde periode (5500 ton) dan kunnen we vaststellen dat de emissies van Doel 1 en 2 over de periode waarop het uitstel van de desactivatie van toepassing is slechts 0,025% uitmaken van de vermeden emissies over dezelfde periode. De emissies toe te schrijven aan het langer open houden van de centrales zijn dus verwaarloosbaar tegenover de emissies die er door vermeden worden.

Over de referentieperiode 2015-2020 zal het Project geen bijkomende invloed hebben op de weerbaarheid van de omgeving aan de gevolgen van klimaatverandering. Potentieel relevante impacts in termen van toegenomen wateroverlast of hitte zullen niet toenemen bij uitstel van desactivatie, enerzijds als gevolg van de korte tijdshorizon (2025) waarbinnen klimaatverandering tot uiting kan komen, anderzijds als gevolg van het feit dat de site van Doel 1 en 2 ook bij desactivatie in 2015 verhard zal blijven tijdens de referentieperiode.

Voor wat de kwetsbaarheid van het Project aan de gevolgen van klimaatverandering betreft is vooral een eventuele toename van het overstromingsgevaar potentieel relevant, enerzijds vanuit de Schelde (als gevolg van zeespiegelstijging) en anderzijds als gevolg van toegenomen piekintensiteit van de neerslag. Uit de analyse die in de milieueffectbeoordeling wordt gerapporteerd blijkt duidelijk dat de site bestand is tegen gevolgen van een klimaatverandering (in termen van overstroming, wateroverlast, extreem weer, …) die veel verder gaat dan de te verwachten situatie in 2025. Zo is de site beschermd tegen overstromingen vanuit de Schelde die gemiddeld slechts eens in de 10.000 jaar voorkomen. Dijkfaling op het meest kritische punt van de dijk zou wel al kunnen voorkomen met een terugkeerperiode van 1.700 jaar. In zo'n situatie zouden op de site gemiddeld waterpeilen van 20 cm kunnen optreden, met plaatselijk ook waterdieptes tot 60 cm. Golfoverslag van de dijk kan optreden met een terugkeerperiode van 200 à 300 jaar. Dit kan bij een terugkeerperiode van 10.000 jaar aanleiding geven tot gemiddeld een tiental cm water op de site, met lokaal ook hogere of lagere waarden; de veilige exploitatie van de site komt hierbij echter niet in het gedrang. Het feit of Doel 1 en 2 over de referentieperiode 2015-2025 al dan niet in werking zijn verandert niets aan bovenstaande beschouwingen.

6.4 Beschrijving van de radiologische referentiesituatie

6.4.1 Basisconcepten

Radioactiviteit is een eigenschap van bepaalde atomen waarbij deze spontaan energie in de vorm van straling uitzenden en waarbij ze via radioactief verval veranderen tot een meer stabiele vorm, tot ze uiteindelijk stabiele

atomen worden. De uitgezonden straling heeft veel energie en kan in wisselwerking met de materie waardoor ze beweegt atomen ioniseren, en wordt daarom ook *ioniserende straling* genoemd.

Verschillende vormen van radioactief verval bestaan waarbij ook specifieke straling wordt uitgezonden. Zo zijn de belangrijkste *alfa-, bèta- en gamma verval*, waarbij respectievelijk alfa-, bèta- en gamma straling wordt uitgezonden. Een minder voorkomende vorm van verval is spontane splijting; hierbij splijt de kern in twee splijtingsproducten en komen ook een aantal neutronen vrij. Deze neutronen zijn ook een vorm van ioniserende straling. Dit proces vindt ook plaats in een kernreactor en we spreken dan van geïnduceerde kernsplijting. Bij het verval van bepaalde atomen kan er ook een combinatie van deze verschillende vormen van radioactief verval optreden, waarbij dan ook een combinatie van de verschillende soorten straling wordt uitgezonden.

Een *radioactieve bron* is een verzameling van radioactieve atomen, dit kunnen allemaal dezelfde radionucliden zijn (bv. Cs-137) of een mengsel van radionucliden (bv. Cs-137 en Cs-134).

De *activiteit* van een radioactieve bron is het aantal radioactieve atomen dat vervalt per seconde. De eenheid is de becquerel (Bq). 1 becquerel komt dan overeen met 1 radioactief atoom dat vervalt per seconde. De becquerel is een kleine eenheid. Zwakke radioactieve bronnen, bv. voor het testen van een detector, hebben meestal al een activiteit van enkele duizenden becquerel (enkele kBq). Een overzicht van de activiteit van een aantal radioactieve bronnen kan ter illustratie gevonden worden in Tabel 11.

Tabel 11: Voorbeelden van de activiteit van een aantal radioactieve bronnen.

Radioactiviteit in zeewater	12 Bq/liter
Radioactiviteit in aardappelen	160 Bq/kg
K-40 aanwezig in menselijk lichaam	3 kBq
Totale activiteit in het menselijk lichaam (K-40, H-3, C-14, Ra-226, ...)	8.5 kBq
Lozing radioactieve aerosolen naar de lucht, waaronder Cs-137, site KCDoel per jaar - gemiddeld (2015-2019)	61.5 MBq
Tc-99m gebruikt in botscintigrafie voor diagnose/patiënt	740 MBq
I-131 gebruikt voor behandeling schildklierkanker/patiënt	2 GBq
1 miljoen ton uranium erts	720 TBq
Cs-137 vrijgezet bij Tsjernobyl ongeval	89 PBq
Cs-137 vrijgezet bij bovengrondse atoombomproeven	948 PBq

Radioactieve atomen kunnen ook gemengd zijn met niet radioactief materiaal, bv. bij een lozing van radioactiviteit in water, zal dat water dus een bepaalde activiteit bevatten per liter water (Bq/l). Analoog kan radioactiviteit aanwezig zijn in bv. voedsel (Bq/kg), in de lucht (Bq/m^3) of afgezet op de grond (Bq/m^2).

De activiteit van een bron van een specifiek radionuclide is evenredig met het aantal radioactieve atomen dat deze bron bevat; de evenredigheidsconstante is specifiek voor elk radionuclide. Dit impliceert dat de activiteit van een bron van een welbepaald radionuclide exponentieel afneemt in functie van de tijd. De tijd waarop de activiteit gehalveerd is noemt men de *halveringstijd* en deze is dus radionuclide-specifiek en kan gaan van minder dan een milliseconde tot miljarden jaren.

Radioactiviteit is een natuurlijk verschijnsel en alles rondom ons is in meer of mindere mate radioactief, we onderscheiden daarom *natuurlijke radioactiviteit* en *kunstmatige of artificiële radioactiviteit*.

Blootstelling aan ioniserende straling van radioactieve bronnen kan op verschillende manieren: via externe bestraling of via uitwendige of inwendige besmetting met radioactieve deeltjes. Deze verschillende blootstellingswegen geven een andere radiologische impact en worden in een radiologische impactanalyse altijd in rekening genomen.

Het effect of de impact van ioniserende straling wordt beschreven met het concept *dosis*:

- Geabsorbeerde dosis is de hoeveelheid energie geabsorbeerd per hoeveelheid massa en wordt uitgedrukt in gray (Gy), wat 1 joule (eenheid van energie) per kilogram is.
- Equivalente dosis, is de geabsorbeerde dosis gewogen voor de soort straling om het biologische effect van de soort straling in rekening te brengen. Bij eenzelfde geabsorbeerde dosis zal alfa straling veel meer schade aanrichten dan bèta- of gammastraling. Ook neutronen geven in het algemeen een groter biologisch effect. De equivalente dosis wordt uitgedrukt in sievert (Sv).
- Effectieve dosis, is de equivalente dosis gewogen voor de gevoeligheid van de verschillende organen en wordt ook uitgedrukt in sievert (Sv).

Deterministische effecten (Weefsel-reacties) zijn effecten die optreden op als een bepaalde drempeldosis overschreden is. De drempeldosis is voor verschillende stralingseffecten verschillend, maar ligt voor het optreden van klinische effecten typisch boven 1 Gy, dosissen die in elk geval moeten vermeden worden en enkel in zeer ernstige bestralingsongevallen overschreden worden.

Daarnaast zijn er *stochastische effecten*, met name het risico op kanker en genetische effecten, die reeds bij lagere dosissen kunnen optreden. Uit epidemiologische studies weten we dat het voorkomen lineair toeneemt met de effectieve dosis. Bij lage dosissen is het voorkomen van stochastische effecten bijgevolg klein en is het niet meer te onderscheiden van het spontaan voorkomen (zonder blootstelling aan straling).

De effectieve dosis laat toe verschillende blootstellingen en dus hun risico te vergelijken. In Tabel 12 wordt de effectieve dosis per jaar gegeven voor een gemiddelde Belg (voor het jaar 2015), waar de bijdrage door verschillende vormen van blootstelling gegeven is.

Tabel 12: Dosisbelasting gemiddelde Belg in 2015 (bron: FANC).

Dosisbelasting per caput in 2015	**mSv/jaar**
Kosmos (kosmische straling, kosmogene radionucliden, vliegen, verblijven op grotere hoogte)	0,35
Aardstraling (externe straling natuurlijke radioactiviteit in bodem)	0,40
Inhalatie van natuurlijke radionucliden (radon, thoron en vervalproducten)	1,40
Ingestie van natuurlijke radionucliden (alle natuurlijke radioactiviteit in voedsel en drinkwater)	0,29
Industriële toepassingen (lozingen, …)	<0,01
Medische toepassingen (Röntgenfoto, CT, SPECT, PET, …)	1,53
Totaal (gemiddeld)	3,98

Voor het publiek geldt een grenswaarde voor de effectieve dosis van 1 mSv/jaar, te begrijpen als de additionele dosis ten gevolge van menselijke activiteiten, naast de dosis van natuurlijke blootstelling en dosissen ontvangen in de context van een medische diagnose of behandeling. De gemiddelde Belg ontvangt echter slechts. minder dan 1% van deze dosislimiet (<0,01 mSv/jaar) als gevolg van industriële nucleaire en radiologische toepassingen, waaronder de kerncentrales voor energieproductie.

Het criterium voor de evaluatie van de radiologische impact op fauna en flora is het geabsorbeerde dosisdebiet. (energie geabsorbeerd per tijdseenheid), voor fauna en flora meestal uitgedrukt in microgray per uur (µGy h^{-1}). Bij deze impactberekeningen worden de radionuclidenconcentraties in het milieu omgezet in het effectieve dosisdebiet, vermenigvuldigd met een wegingsfactor die rekening houdt met de verschillende stralingsvormen en de mogelijke blootstellingwegen van de beschouwde species.

Bij de normale werking van KCDoel worden op gecontroleerde wijze beperkte hoeveelheden radioactiviteit geloosd:

- in de atmosfeer, in de vorm van gasvormige lozingen;

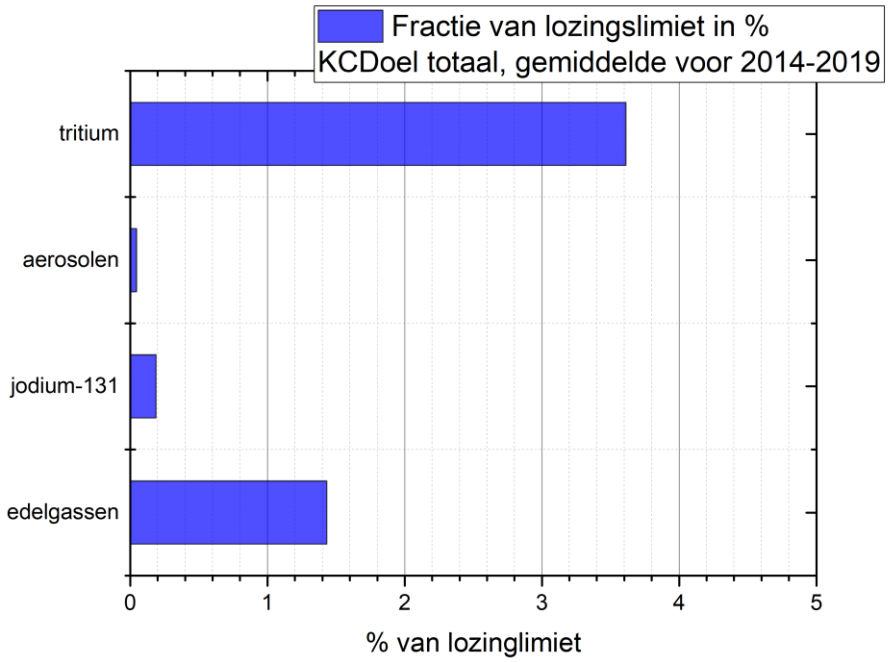
- in het oppervlaktewater, in de vorm van vloeibare lozingen.

De lozingslimieten van de kerncentrale in operationele werking zijn gebaseerd op de reglementaire jaarlijkse limiet van 1 mSv voor de meest blootgestelde bevolking, zodat de lozingen niet kunnen resulteren in een overschrijding van de dosislimiet. De lozingsvergunning bevat naast de maximale hoeveelheden die jaarlijks mogen worden geloosd ook de aard van de geloosde radioactieve stoffen.

6.4.2 Atmosferische lozingen

De gasvormige lozingen naar de atmosfeer bevatten radioactieve stoffen in gasvorm (gas en stoom), of in de vorm van aerosolen wanneer het gaat over vaste of vloeibare partikels in suspensie in de uitgestoten lucht. Deze effluenten zijn afkomstig van processen die bijvoorbeeld in de kerncentrales voorzien zijn om de ontgassing van het primair koelwater te verzekeren. Deze kunnen eerst opgevangen worden in opslagtanks waar de kortlevende radionucliden vervallen en hun activiteit dus sterk gereduceerd wordt alvorens geloosd te worden. De gasvormige effluenten zijn tevens afkomstig van de algemene ventilatie van de nucleaire gebouwen. In alle nucleaire installaties wordt door de veiligheidsregels opgelegd dat de lucht die binnen de gebouwen aanwezig is, permanent ververst moet worden door geforceerde ventilatie. De naar buiten uitgestoten luchtvolumes, die afhankelijk zijn van het volume van de gebouwen en van de debieten van de ventilatie, zijn eigen aan elke installatie.

Figuur 8 geeft weer welk aandeel de verschillende atmosferische lozingen hebben op de lozingslimieten volgens de uitbatingsvergunning van KCDoel, voor de periode van 2014-2019. Zoals blijkt uit deze figuur vormen de reële atmosferisch geloosde hoeveelheden slechts een fractie (in alle gevallen minder dan 4%) van de lozingslimieten voor de verschillende groepen van lozingen.



Figuur 8: Reële lozingen voor de periode 2014-2019 uitgedrukt in percentage van de lozingslimieten voor de verschillende groepen radionucliden.

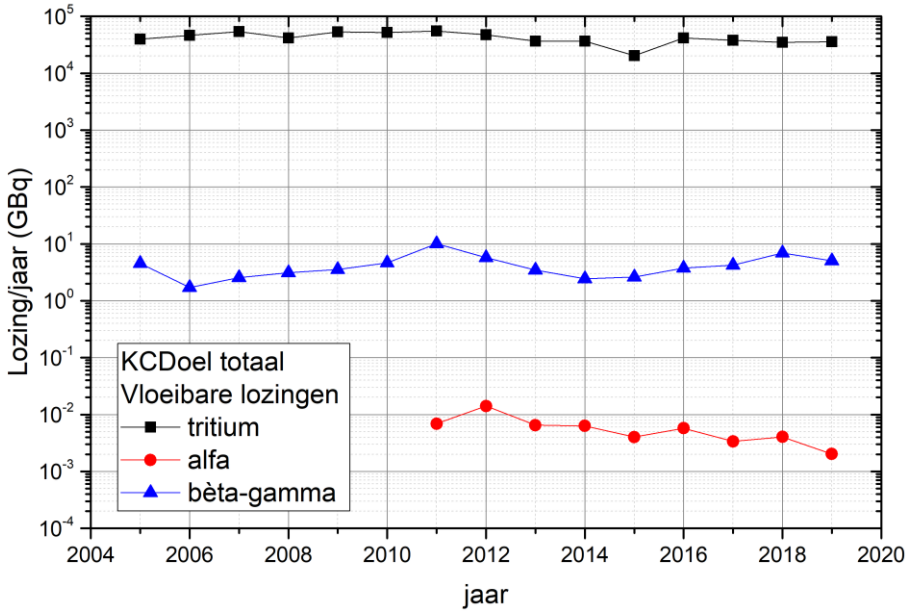
6.4.2.1 Vloeibare lozingen

De vloeibare radioactieve effluenten zijn hoofdzakelijk afkomstig van de proceskringen, bijvoorbeeld de kringen voor de behandeling van primair koelwater in de kerncentrales. Ze worden tevens gevormd door het afvalwater ontstaan tijdens decontaminatie van werktuigen, het sanitair afvalwater en het water gebruikt voor het schoonmaken van de vloeren in de nucleaire zones zoals de splijtstofopslagdokken, waterlekken, …. Deze

afvalwaters kunnen opgeloste en vaste radioactieve deeltjes in de vorm van een suspensie alsook niet-radioactieve stoffen bevatten. Om ervoor te zorgen dat de hoeveelheden radioactiviteit die in het milieu terechtkomen zo laag mogelijk zijn, worden de afvalwaters voor de lozing behandeld. De voorbehandelde afvalwaters van de kerncentrale Doel die beperkte hoeveelheden radionucliden bevatten worden geloosd in de Schelde.

Door de kerncentrale wordt er voornamelijk tritium geloosd in de Schelde. Door de stroming en het debiet van het Scheldewater wordt de geloosde radioactiviteit verspreid en verdund. De mogelijke impact van de lozingen op mens en milieu worden door FANC geëvalueerd door regelmatig stalen van water, sediment, waterplanten, vissen en schaaldieren te nemen en de gehaltes aan radioactiviteit te meten. Complementair aan het toezichtsprogramma van FANC heeft de kerncentrale van Doel sedert 2014 ook een beperkt monitorings-programma waarbij de focus ligt op bio-indicatoren zoals waterplanten.

Figuur 9 toont de vloeibare lozingshoeveelheden van 2004 t.e.m. 2019. De hoeveelheden zijn veel lager dan de lozingslimieten en zijn de voorbije 15 jaar nagenoeg constant gebleven. Over de laatste 5 jaar werd er gemiddeld 33% van de lozingslimiet voor tritium en 3% van de lozingslimiet van de andere radionucliden geloosd.



Figuur 9: Evolutie van de vloeibare lozingen in de Schelde voor de periode 2005-2019

6.4.3 Monitoring van de radioactiviteit op de site en in het milieu

De radiologisch toestand op de site van KCDoel en de omgeving wordt continu opgevolgd door metingen in het kader van een monitoringsprogramma uitgevoerd door enerzijds de bevoegde overheid (het FANC) en anderzijds de uitbater van de kerncentrale. De metingen brengen steeds een combinatie van de natuurlijke radioactiviteit en kunstmatige radioactiviteit in kaart. Specifiek in de omgeving van KCDoel kunnen sporen van kunstmatige radioactiviteit afkomstig zijn van de uitbating van KCDoel zelf (ten gevolge van de lozingen: zie vorige sectie) maar ook van andere nucleaire activiteiten uit het verleden (bovengrondse atoombomproeven, ongeval Tsjernobyl) of radiologische effecten van andere nucleaire en niet-nucleaire activiteiten.

De gemiddelde externe blootstelling aan straling per jaar in de nabijheid van de site van KCDoel ligt rond de 0,70 tot 0,75 mSv/jaar, en wordt veroorzaakt door straling van natuurlijke radioactiviteit in de bodem en kosmische straling (0,4 tot 0,45 mSv/jaar externe straling bodem en ongeveer 0,3 mSv/jaar kosmische straling). Deze waarde is stabiel over de jaren.

De discontinue metingen (monstername en analyse in laboratoria) rond Doel bepalen de radioactiviteitsniveaus van de stofdeeltjes in de lucht, afzetting in depositiebakken (droge en natte afzetting), bodem en gras, water en

sedimenten nabij KCDoel (stroomafwaarts), en tenslotte garnalen, mosselachtigen en algen (in het Schelde-estuarium stroomafwaarts van Doel en in de Noordzee).

De resultaten van dit discontinue programma, dat een hogere gevoeligheid heeft voor het detecteren van potentiële artificiële radionucliden, toont in de eerste plaats het ruime overwicht van de natuurlijke radioactiviteit aan. De sporen van artificiële radioactiviteit in de bodem zijn quasi volledig toe te schrijven aan het ongeval in Tsjernobyl en aan de fall-out van de kernproeven in de atmosfeer, die een hoogtepunt kenden in de jaren 1960. De concentraties gemeten in omgeving van Doel zijn gemiddeld voor deze in België.

Als besluit kan gesteld worden dat de kerncentrale van Doel in de referentiesituatie geen significant meetbare radiologische impact op de omgeving heeft via atmosferische lozingen en evenmin een significante meetbare radiologische impact op de Schelde. Een analyse van de meetresultaten in de omgeving van KCDoel is altijd representatief voor alle activiteiten op de site. De conclusies gelden dus in het bijzonder ook voor de effecten van Doel 1 en 2 in de referentiesituatie.

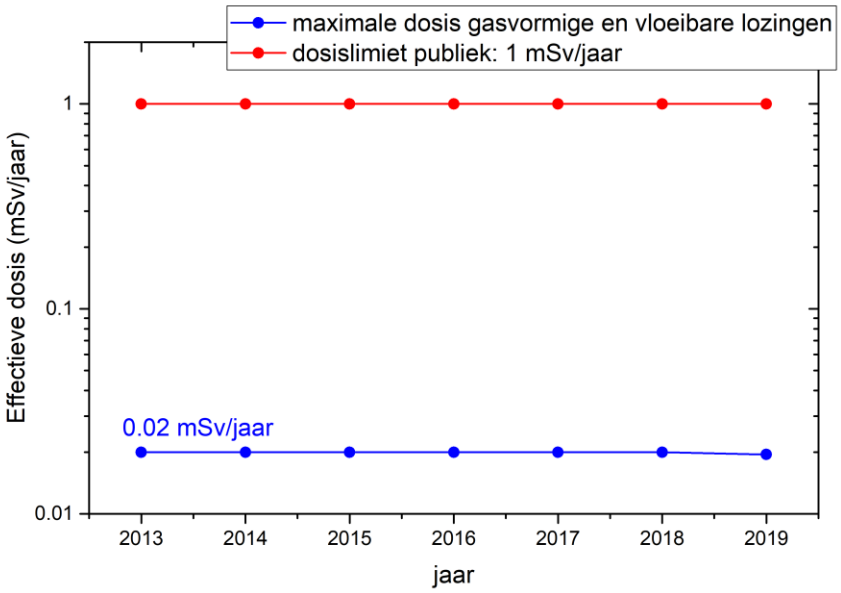
6.4.4 Dosisberekeningen voor de referentiesituatie

Via berekeningen kan op basis van de lozingen bepaald worden wat het aandeel van KCDoel is tot de totale blootstelling.

Voor het berekenen van de impact van de lozingen naar de *atmosfeer* wordt gebruik gemaakt van atmosferische verspreidingsmodellen om de activiteitsconcentratie van de verschillende geloosde radionucliden in de lucht (in Bq/m^3) en door afzetting (depositie) op de grond (in Bq/m^2) te bepalen.

Voor de berekening van de concentraties van de geloosde radionucliden in het *Scheldewater* wordt gebruik gemaakt van een eenvoudig riviermodel dat rekening houdt met de verdunning van de geloosde volumes.

Deze verschillende berekeningen tonen, vertrekkende van de reële lozingen, een maximale impact (i.e. een effectieve dosisbelasting voor de meest blootgestelde kritische persoon) van 0,02 mSv/jaar. Uit deze berekeningen blijkt ook dat deze blootstelling stabiel is over de jaren, zoals getoond in Figuur 10. Deze conservatief berekende effectieve dosis voor de meest blootgestelde persoon is 50 keer lager dan de dosislimiet voor het publiek die 1 mSv/jaar bedraagt.



Figuur 10: Effectieve dosis voor meest kritische individu in de omgeving van KCDoel berekend op basis van de gerapporteerde reële lozingen. Ter vergelijking is de dosislimiet voor het publiek weergegeven.

De radiologische impact van de vergunde lozingslimieten voor KCDoel als geheel (4 eenheden) voor de gasvormige en vloeibare lozingen wordt gegeven in Tabel 13. Het gaat hier om de effectieve dosis per jaar voor de meest blootgestelde persoon. Gezien deze berekeningen voor verschillende leeftijdsgroepen uitgevoerd worden en de meest blootgestelde persoon voor de gasvormige lozingen en vloeibare lozingen tot een andere leeftijdsgroep behoort, is het totaal niet de som maar de waarde voor de meest blootgestelde persoon voor de gecombineerde type lozingen. Vermits de vergunde lozingslimiet (veel) hoger ligt dan wat werkelijk geloosd wordt ligt de totale berekende dosis op basis van deze limieten uiteraard ook hoger dan de dosis berekend op basis van de werkelijke lozingen, maar met 0,37 mSv nog steeds lager dan de norm van 1 mSv/jaar. Dit bevestigt dat zolang de lozingslimieten niet overschreden worden er ook geen gevaar bestaat dat de effectieve dosis de norm zou overschrijden.

Tabel 13: Effectieve dosis per jaar voor de meest blootgestelde persoon ten gevolge van gasvormige, vloeibare en het totaal van lozingen corresponderend met de lozingslimieten voor de totale KCDoel.

	Gasvormige lozingen	**Vloeibare lozingen**	**Totaal**
KCDoel (4 eenheden)	180 µSv/jaar	230 µSv/jaar	370 µSv/jaar

6.4.5 Radioactief afval en verbruikte splijtstof

6.4.5.1 Algemeen

Radioactieve afvalstoffen worden omschreven als laagactief, middelactief of hoogactief, afhankelijk van de mate van straling die ze uitzenden. Radioactieve afvalstoffen kunnen ook worden beschouwd als kortlevend of langlevend, afhankelijk van hoelang ze radioactief blijven.

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 hoogradioactief langlevend afval.

Laag- en middelactieve afvalstoffen (Categorie A en B) omvatten meer dan 95% van het totale volume, maar minder dan 10% van de radioactiviteit van alle radioactieve afvalstoffen.

Het doel van afvalbehandeling en -conditionering is het omzetten van radioactief afval in een vast en stabiel eindproduct dat voldoet aan de specificaties voor opslag en definitieve verwijdering.

De processen voor het verwerken en conditioneren van het radioactief afval worden bij de kerncentrales zelf (voor een deel van hun eigen afval) toegepast, of zijn gecentraliseerd op de Belgoprocess-site te Dessel. Het residu dat na de verwerking overblijft, wordt ingekapseld in cement, zodat de radioactieve deeltjes vastgehouden worden. Hierna wordt alles verpakt in stalen vaten. Zodra het radioactief afval verwerkt is en in een vat ingesloten is, wordt het 'geconditioneerd' genoemd. In België wordt het geconditioneerd radioactief afval tijdelijk opgeslagen in geschikte afgeschermde opslaggebouwen op de site van Belgoprocess. De meeste gebruikte brandstofelementen worden tijdelijk opgeslagen op de sites van de kerncentrales van Doel en Tihange.

Het *bergen* van radioactief afval, zoals gedefinieerd in de Belgische wetgeving, verwijst naar het plaatsen ervan in een installatie zonder de bedoeling het afval terug te halen, maar zonder afbreuk te doen aan de mogelijkheid om, in voorkomend geval, over te gaan tot recuperatie van afval.

6.4.5.2 Laag- en middelactief afval (A en B)

Na behandeling van de verschillende afvalstromen wordt het operationele afval van KCDoel voor verdere verwerking en/of opslag naar Belgoprocess afgevoerd.

Bij benadering kan uitgegaan worden van een grootteorde van 120 m^3/jaar te bergen geconditioneerd afval voor de kerncentrale te Doel. Het gaat hier om laag- en middelactief afval zonder onderscheid tussen categorie A of B-afval.

6.4.5.3 Splijtstofelementen (C)

In de kerncentrale wordt elektriciteit opgewekt met de energie die vrijkomt bij kernsplijting van het uranium-235 aanwezig in de splijtstofelementen. Na drie à vier jaar in de reactorkern is een splijtstofelement uitgeput, wat betekent dat alle bruikbare energie eruit verdwenen is. Deze uitgeputte splijtstofelementen worden onder water afgekoeld (doorgaans 5 tot 10 jaar) en nadien afgevoerd naar het opslaggebouw voor gebruikte splijtstoffen (dat zich op de site van de kerncentrale bevindt), in afwachting van de beslissing over het langetermijn beheer.

De hoeveelheid hoogactief afval die een kerncentrale voortbrengt, is sterk afhankelijk van de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit en de herladingscyclus van de eenheid.

6.5 Effecten op de menselijke gezondheid

6.5.1 Niet-radiologische effecten

Het uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 leidt niet tot gezondheidseffecten als gevolg van *chemische of fysische stressoren*. De emissies van stikstofoxiden van de centrale zijn immers zeer beperkt, en alleszins kleiner dan de emissies die zouden ontstaan bij de referentiesituatie, en die dus vermeden worden bij het uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2. Op dit vlak is er dus sprake van een positief effect. Het Project heeft evenmin een relevante impact op het geluidsklimaat in de omgeving van de centrale.

Voor wat de *biologische stressoren* betreft is Legionella potentieel relevant. De bacterie zou immers in het koelwatersysteem kunnen voorkomen en via verneveling verspreid kunnen worden naar de omgeving, en vervolgens ingeademd worden. De hulpkoeltorens van Doel 1 en 2 worden met stadswater op peil gehouden. In dit circuit wordt de groei van Legionella verhinderd of beperkt door toevoeging van biociden. Het beheerplan voorziet dat deze hulpkoeltorens minstens 2 maal per jaar bemonsterd en geanalyseerd worden op de aanwezigheid van Legionella. Als de grenswaarden zouden worden overschreden dan worden de nodige maatregelen genomen (reinigen, biocide verhogen) en opnieuw controles uitgevoerd. Voor zover bekend hebben zich nog nooit Legionellabesmettingen voorgedaan als gevolg van de exploitatie van de koeltorens bij KCDoel. Er kan dan ook besloten worden dat mits toepassing van het beheerplan het risico voor besmetting met Legionella vanuit de koeltorens verwaarloosbaar is.

Ook *psychosomatische en psychosociale aspecten*, gerelateerd aan enerzijds de werking van de kerncentrale van Doel en anderzijds van de nucleaire sector in het algemeen kunnen als stressoren beschouwd worden die eventueel tot klachten kunnen leiden.

Een studie uitgevoerd in november 2011 (door IPSOS in opdracht van Greenpeace) toonde aan dat 76% van de respondenten het eens waren met de keuze om te investeren in hernieuwbare energiebronnen als alternatief voor een levensduurverlenging van kerncentrales. In deze studie gaf 31% van de respondenten ook aan dat zij bezorgd waren over een mogelijke black-out indien de nucleaire reactoren geleidelijk gesloten zouden worden tussen 2016 en 2026; een meerderheid (55%) deelde deze bezorgdheid echter niet.

De SCK CEN Barometer (2018) toont verder aan dat 54% van de bevolking het potentieel misbruik van nucleaire technologieën door terroristen als een groot tot zeer groot risico beschouwt, en dat de helft van de bevolking een potentieel nucleair ongeval en radioactief afval als grote tot zeer grote risico's voor haar gezondheid in de volgende 20 jaar beschouwen. De meerderheid van de bevolking vindt de vermindering van het aantal kerncentrales in België een goede zaak (71% akkoord tot zeer akkoord) en vindt dat kerncentrales een gevaar vormen voor de toekomst van hun kinderen (64%). Anderzijds denkt meer dan de helft van de bevolking (55%) dat hernieuwbare energie niet voldoet om te voorzien in de huidige energienoden. In 2018 vindt een op vier Belgen dat kernenergie een klimaatvriendelijke technologie is, maar is de helft van de Belgen een tegengestelde mening toegedaan; 49% van

de bevolking is bereid meer te betalen om het gebruik van hernieuwbare energie te promoten; bij 40% is dat niet het geval.

In 2018 was ongeveer 33% er voorstander van de bestaande kerncentrales niet te vervangen aan het einde van hun werkingsperiode; ongeveer 30% vindt dat alle kerncentrales zo snel mogelijk gesloten moeten worden zonder vervangen te worden, terwijl 11% van mening is dat België zijn kerncentrales moet sluiten en nieuwe moet bouwen, en 19% geeft aan dat België de huidige kerncentrales moet blijven uitbaten en nieuwe bouwen om de oude te vervangen.

Ongeveer de helft van de Belgische bevolking beschouwt de risico's gelinkt aan nucleaire ongevallen als hoog tot zeer hoog en een groot deel van de bevolking (75%) vindt dat zelfs een lage dosis ten gevolge van een nucleair ongeval schadelijk is voor de volksgezondheid. Meningen over het gebruik van kernenergie voor elektriciteitsproductie zijn in 2018 gelijk verdeeld tussen gunstig en ongunstig.

Uit bovenstaande beschouwingen blijkt een gemengd beeld; er kan niet uit opgemaakt worden of het gebruik van kernenergie of het bestaan van de nucleaire centrales tot specifieke psychosomatische of psychosociale klachten aanleiding geeft. Wel kan aangenomen worden dat als dergelijke klachten er zouden zijn die vooral verband zouden houden met nucleaire elektriciteitsproductie in het algemeen, en niet zozeer met het al dan niet functioneren van de specifieke reactoreenheden Doel 1 en 2.

Grootschalige stroompannes kunnen waarschijnlijk ook tot gezondheidseffecten leiden. Aangezien het uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 erop gericht was de bevoorradingszekerheid veilig te stellen en dus grootschalige stroompannes te vermijden kan uitgegaan worden van een positief gezondheidseffect van het Project. De factoren die het belang van het gezondheidseffect van een stroompanne bepalen zijn onder meer directe parameters als duurtijd en frequentie, en anderzijds contextuele parameters als buitentemperatuur en schaal. Veiligheidsproblemen ontstaan eveneens bij een stroompanne, maar die zijn niet het voorwerp van het thema gezondheid binnen een milieueffectbeoordeling. Een recente studie (Dominianni 2018) rapporteert de gezondheidseffecten van een stroomonderbreking op basis van drie voorgekomen gebeurtenissen. Bij twee van de drie stroomonderbrekingen was de context mee bepalend: de stroomonderbrekingen vonden plaats tijdens een hittegolf. De effecten gebaseerd op dit onderzoek omvatten ademhalingsproblemen en waarschijnlijk een verhoogde mortaliteit. Stroomonderbrekingen bij hittegolven kunnen leiden tot nierfalen. Bij extreme koude leiden stroomonderbrekingen tot meer algemene doodsoorzaken en hartziekten.

In het kaderstukje op p. 10 wordt kort ingegaan op de economische effecten van stroomonderbrekingen. Hieruit blijkt ondermeer dat veel afhangt van de duur van een stroompanne: als die meer dan 8 uur duurt zal de schade exponentieel toenemen.

6.5.2 Radiologische effecten

Voor wat de radiologische effecten op de gezondheid betreft werden zowel de effecten van het Project bij normale werking bestudeerd (inbegrepen de productie van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen) als de effecten bij accidentele situaties.

Personen van het publiek die in de buurt van nucleaire sites wonen, of regelmatig verblijven, kunnen in bepaalde mate aan de radioactieve stoffen worden blootgesteld die afkomstig zijn van de atmosferische of vloeibare lozingen van de installaties. De blootstellingswijzen omvatten externe bestraling door radionucliden aanwezig in de lucht of die zich afgezet hebben op de bodem en andere oppervlakken, en interne blootstelling door opname van radioactiviteit in het lichaam, door het inademen van radioactieve stoffen of door inname van plantaardige of dierlijk voedsel dat zelf radioactiviteit heeft opgenomen. De bevolking kan ook worden blootgesteld aan radioactiviteit door rivierwater te gebruiken, door te vertoeven op het water of rivieroevers, of door vis uit de Schelde te consumeren.

Voor het berekenen van de impact van deze lozingen naar de atmosfeer wordt gebruik gemaakt van blootstellingsmodellen. Bij de dosisberekeningen wordt rekening gehouden met alle blootstellingswegen en wordt

een kritische persoon verondersteld die permanent aanwezig is op de plaats van maximale dosisbelasting en die 10% van zijn voedsel haalt uit een gebied waar de afzetting van de geloosde radionucliden maximaal is.

Zoals hoger reeds aangegeven tonen de (conservatieve) modelberekeningen, vertrekkend van de lozingen in de huidige situatie, een maximale impact voor de meest blootgestelde kritische persoon aan van 0,02 mSv/jaar, hetzij 50 keer lager dan de dosislimiet voor het publiek. Uit deze berekening blijkt ook dat het grootste deel van de jaarlijkse dosis te wijten is aan de atmosferische lozingen. Minder dan 10% van de berekende dosis, of 0,002 mSv/jaar, is te wijten aan de vloeibare lozingen in de Schelde.

Bij uitstel van desactivatie van Doel 1 en 2 zullen bij verdere uitbating van deze twee eenheden de gasvormige en de vloeibare lozingen verbonden aan het normale bedrijf tot in 2025 doorgaan. De lozingen zijn volledig bepaald door de werking van de eenheden en gerelateerd aan het thermische vermogen en de behandeling van de vloeibare en gasvormige effluenten. Gezien in dit functioneren geen fundamentele wijzigingen zijn doorgevoerd in het kader van het geïntegreerd actieplan voor uitbating na 2015 kan verondersteld worden dat zowel de atmosferische als vloeibare radioactieve effluenten in de periode 2015-2025 zullen geloosd worden onder dezelfde omstandigheden als in 2015.

De radiologische impact van zowel de atmosferische als de vloeibare lozingen voor de hele site van KCDoel zal bijgevolg bij uitstel van de desactivatie Doel 1 en 2 gelijkaardig blijven, en rond de 0.02 mSv/jaar (2% van de dosislimiet) voor de meest blootgestelde persoon bedragen.

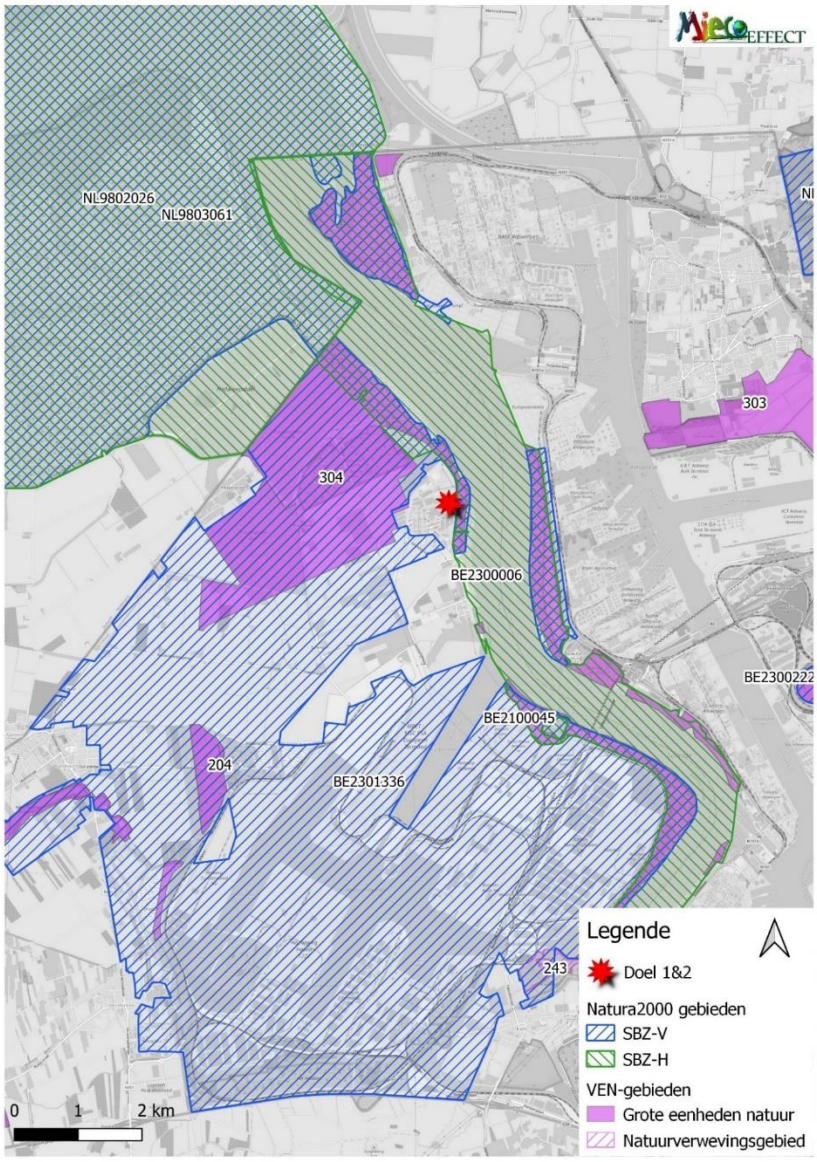
Door de uitbating van de kerncentrales over hun volledige levensduur kunnen verder bepaalde radionucliden met voldoende lange halveringstijd accumuleren in de bodem. In theorie zal bij uitstel van de desactivatie deze accumulatie 10 jaar langer doorgaan, vooraleer zich een daling van de bodemconcentraties inzet als gevolg van radioactief verval. Uit een analyse gemaakt in het kader van voorliggende MEB blijkt echter dat het effect van accumulatie in de bodem en dus ook het verschil tussen desactivatie of uitstel van de desactivatie in 2015 niet waarneembaar is. Voor kortlevende nucliden zal zich over langere periode geen accumulatie voordoen, aangezien heel snel evenwicht bereikt wordt tussen afzetting en verval. Ook voor het langlevende C-14 zal zich geen belangrijke accumulatie voordoen, omdat de consensus bestaat dat er een evenwicht is tussen de concentratie in de lucht en de bodem.

Uit de MEB-werken blijkt ook dat de radiologische impact van *ongevallen* in KCDoel (Doel 1 en 2) op de menselijke gezondheid beperkt is. Deze analyse is gebaseerd op de studie van twee ontwerpbasisongeval-scenario's en één ontwerpuitbreidingsongeval-scenario. De berekeningen uitgevoerd tonen aan dat in elk van deze situaties de impact ter hoogte van de bedrijfsgrenzen van KCDoel lager blijft dan de limietwaarden in de vergunning. De analyse van de impact van een ongeval is een statistische analyse waarbij het nooit uitgesloten is dat de impact groter is en dat de interventie-richtwaarden opgenomen in het federale nucleaire en radiologische noodplan overschreden worden. In een dergelijk geval zal het noodplan geactiveerd worden om de bevolking en het leefmilieu te beschermen.

6.6 Effecten op biodiversiteit en natuurwaarden

6.6.1 Niet-radiologische effecten

Het thema biodiversiteit verdient de nodige aandacht in de milieueffectbeoordeling, onder meer gezien de ligging van de projectsite in de onmiddellijke omgeving van meerdere Natura 2000-sites (Speciale Beschermingszones of SBZ's) en van deelgebieden van het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN). Het gaat concreet om delen van de Speciale Beschermingszone van de Habitatrichtlijn (SBZ-H) "Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent" (BE2300006), de Speciale Beschermingszone van de Vogelrichtlijn (SBZ-V) "Schorren en polders van de Beneden Schelde" (BE2301336) en de Nederlandse beschermingszone Westerschelde & Saeftinghe die zowel SBZ-H (NL9803061) als SBZ-V (NL9802026) is. De VEN-gebieden in de omgeving liggen binnen deze afbakening. De verschillende relevante beschermingszones worden weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11: Beschermingszones natuur.

Veel van de potentiële effecten op de biodiversiteit hebben te maken met de lozingen in de Schelde van afvalwater en koelwater, die gevolgen kunnen hebben voor de *oppervlaktewaterkwaliteit*. Het kan daarbij gaan om de chemische kwaliteit maar ook om de biologische kwaliteit; beide worden gebruikt om een oordeel te vormen over de "toestand" van het waterlichaam volgens de bepalingen van de Kaderrichtlijn Water. De biologische kwaliteitselementen die relevant zijn voor het waterlichaam Zeeschelde IV zijn macrofyten (planten), macroinvertebraten (ongewervelden) en vis.

In principe kunnen de verhoogde nutriëntbelasting en de lozing van AOX (zie thema Water) een impact hebben op de biodiversiteit, met name in de zone binnen de strekdam. Bij hoger nutriëntenwaarden kunnen verschuivingen binnen soortengemeenschappen plaatsvinden omdat snelgroeiende soorten bevoordeeld worden. Dit komt echter niet duidelijk naar voor uit de beschikbare monitoringresultaten; hieruit blijkt immers dat de zone nabij de kerncentrales net heel soortenrijk is. Door de complexiteit van de factoren die een impact hebben op de populaties binnen de strekdam is het onmogelijk om te weten of de lozingen hier lokaal een belangrijke impact hebben. Een directe toxische invloed van verhoogde nitrietconcentraties kan alleszins uitgesloten worden. Voor het volledige waterlichaam is er weinig impact van de lozingen te verwachten.

Ook de lozing van koelwater vormt een aandachtspunt. Veranderingen in de thermische omstandigheden kunnen op verschillende manieren een impact hebben op het ecosysteem. Een direct gevolg kan sterfte door letale temperaturen zijn. Op regionaal niveau heeft temperatuurverhoging ook effecten op de ecologie doordat verschuivingen optreden in het ecosysteem: de levenscycli van organismen worden verstoord, waardoor een 'mismatch' ontstaat in de timing van levensfasen. Voor een aantal vissoorten is in de paaiperiode (winter/voorjaar) een watertemperatuur van <10 °C noodzakelijk. Wordt deze temperatuur niet bereikt dan stagneert de reproductie. Een ander effect, dat zowel lokaal als regionaal van belang is, is het voorkomen van exoten, die in de warmere delen de winter kunnen overleven (vooral lokaal) en vervolgens in de zomer de natuurlijke levensgemeenschap kunnen beïnvloeden (ook regionaal). Tenslotte kan in warmer water minder zuurstof oplossen, waardoor sneller tekorten ontstaan en kritische soorten verdwijnen.

In 2012 en 2013 werd het visbestand binnen de strekdam en erbuiten onderzocht door het INBO. Uit het onderzoek bleek geen verschil voor wat betreft de aanwezigheid van exoten, wel een verhoogde abundantie van warmteminnende inheemse soorten (zeebaars en tong) binnen de strekdam.

Voor wat betreft de populaties van macroinvertebraten zijn er geen directe aanwijzingen dat de lozing van koelwater aanleiding heeft gegeven tot verschuivingen in de gemeenschappen, waarbij minder gevoelige of warmteminnende soorten bevoordeeld zouden worden ten opzichte van andere, mogelijk meer typische soorten. Als deze effecten zich voordoen zal dit sowieso enkel lokaal zijn. Er zijn evenmin duidelijke indicaties dat er in de omgeving van de kerncentrale als gevolg van koelwaterlozing meer exoten zouden voorkomen binnen de populaties van macroinvertebraten. Hoewel dergelijke soorten werden waargenomen is hun aanwezigheid niet noodzakelijk gelinkt aan de aanwezigheid van de kerncentrale, maar kan ook de lozing van ballastwater van schepen in de haven en de aanwezigheid van kunstmatige harde oeversubstraten een rol spelen. Bovendien zal er ook bij desactivatie van Doel 1 en 2 nog een thermisch effect zijn, omwille van het koelwater van Doel 3 en 4. In de door Electrabel uitgevoerde milieueffectbeoordeling voor de werken wordt de lozing van koelwater bij desactivatie van Doel 1 en 2 geraamd op 60% van het huidige volume. Er zal dus ook in de referentiesituatie nog een zone zijn met hogere temperaturen, alleen zal de omvang kleiner zijn.

De impact van de lozingen kan potentieel ook indirecte effecten veroorzaken voor de vogels van het Vogelrichtlijngebied. Veel van deze soorten zoeken hun voedsel immers ter hoogte van de slikplaten van de Schelde. Een belangrijke impact op de macroinvertebraten of vissen ter hoogte van de Schelde of de slikplaat achter de strekdam kan dan ook consequenties hebben voor de beschikbaarheid van voedsel voor vogels.

Uit de monitoring van de thermische impact blijkt dat deze zich grotendeels beperkt tot de zone binnen de strekdam. Bovendien strekt de pluim zich enkel bij afgaand water stroomafwaarts van het lozingspunt uit. Op dat moment ligt het slik droog en is er weinig invloed op de levensgemeenschappen in het slib. Voor vissen, die belangrijk kunnen zijn als voedsel voor bepaalde vogelsoorten, zou er potentieel wel een belangrijkere impact kunnen zijn, maar de resultaten van de monitoring door het INBO geven aan dat binnen de strekdam net meer vis voorkomt dan erbuiten. Er kan dus besloten worden dat een eventuele impact van de koelwaterlozingen op voedselbeschikbaarheid voor vogels beperkt zal zijn.

Een eventuele temperatuursverhoging van het Scheldewater kan potentieel ook aanleiding geven tot *barrière-effecten*, als de koelwaterpluim zich over de hele breedte van de Schelde zou uitstrekken en daardoor de stroomop- of stroomafwaartse verplaatsingen van bepaalde gevoelige soorten zou beperken. Zoals gezien beperkt de koelwaterpluim van de centrale zich in de praktijk echter tot de zone binnen de strekdam, zodat hiervan geen barrièrewerking moet verwacht worden.

Ook de *captatie van het koelwater* is van belang, aangezien deze kan aanleiding geven tot mortaliteit voor mee opgezogen vissen, schelpdieren, kreeftachtigen of andere ongewervelden. Voor het captatiepunt voor het koelwater van Doel 1 en 2 gebeurt de mechanische zuivering buitendijks, ter hoogte van de watervang zelf, door middel van roosters op de inlaat. Vissen en kreeftachtigen krijgen op die manier de kans niet om in het koelwatercircuit terecht te komen. Ter hoogte van dit captatiepunt wordt dan ook geen sterfte van vissen of kreeftachtigen vastgesteld. Er

kan dan ook besloten worden dat de langere uitbating van Doel 1 en 2 niet leidt tot een relevante toename van de mortaliteit van vissen en kreeftachtigen in de Schelde.

Naast de effecten op de Schelde, kan de werking van de centrales potentieel ook een impact hebben op het vlak van *verstoring*. Hierbij kan het gaan om geluidsverstoring, lichtverstoring of verstoring omwille van de aanwezigheid van mensen. Veel van deze factoren zijn moeilijk terug te brengen tot enkel de werking van Doel 1 en 2. Ook wanneer beide centrales niet meer actief zouden zijn, zouden nog steeds mensen aanwezig zijn voor de activiteiten ter hoogte van Doel 3 en 4. Hetzelfde kan gezegd worden over de aanwezigheid van verlichting.

Uit geluidsmodelleringen uitgevoerd in het kader van de milieueffectbeoordeling van de werken door de uitbater (Electrabel nv) blijkt dat de geluidscontouren van KCDoel zich voornamelijk uitstrekken in oostelijke richting (in de richting van de Schelde). De zone waarin een ernstige geluidsverstoring verwacht kan worden (55 dB(A) en meer) overlapt met de slikken en schorren die langs de centrale zelf gelegen zijn. De zone waarbinnen de geluidsverstoring nog een beperkt negatief effect kan hebben (45 dB(A) en meer) overlapt met de Schelde zelf, met een beperkt deel van Doelpolder Noord en met een deel van het toekomstige natuurgebied Doelpolder Midden. Het gaat hier echter om een continu geluid dat hierdoor heel voorspelbaar is en zich in een duidelijk afgescheiden gebied bevindt. Daarom kan verwacht worden dat de vogels zich weinig zullen laten afschrikken en er bovendien al een belangrijke mate van gewenning is opgetreden. Passerende auto's, wandelaars en voor de Schelde ook boten zullen waarschijnlijk een grotere impact hebben. Bovendien is slechts een deel van het geluid afkomstig van Doel 1 en 2. Er kan dan ook verwacht worden dat de impact van het Project op het vlak van verstoring verwaarloosbaar zal zijn.

Het Project kan theoretisch, omwille van de atmosferische emissies veroorzaakt door de stookinstallatie, de noodgeneratoren en -pompen en het verkeer ook een bijdrage hebben aan effecten van verzuring en eutrofiëring van ecosystemen. Zoals blijkt uit de bespreking van het thema lucht geeft de werking van Doel 1 en 2 geen aanleiding tot relevante deposities van verzurende of eutrofiërende stoffen, zeker niet in vergelijking met de uitstoot van andere bronnen in de omgeving (voornamelijk in de haven). Er wordt dan ook geen negatieve impact op de ecosystemen in de omgeving van de centrale verwacht. Een dergelijke impact zou, hoewel niet ruimtelijk toewijsbaar, wel kunnen verwacht worden in de referentiesituatie, waarbij de weggevallen capaciteit van Doel 1 en 2 minstens deels door productie-eenheden op basis van fossiele brandstof zou gebeuren. De impact van de desactivatie van Doel 1 en 2 zou voor dit criterium over de periode 2015-2025 dus waarschijnlijk aanzienlijker zijn dan de impact van het uitstel van de desactivatie.

Zoals blijkt uit de bespreking van het thema Water worden geen effecten op het grondwaterregime verwacht, en dus evenmin op natuurwaarden die een relatie hebben met het grondwater. Een *wijziging van de hydrologie* van de Schelde wordt evenmin verwacht, aangezien het gecapteerde koelwater nagenoeg volledig opnieuw geloosd wordt en het hoe dan ook maar gaat om een zeer beperkt aandeel op het totale debiet van de Schelde ter hoogte van de centrale. Ook op de structuurkwaliteit van de Schelde is er geen effect, vermits het Project geen directe ingrepen in de Schelde of op haar oevers inhoudt.

Op basis van bovenstaande evaluatie kan gesteld worden dat het Project *geen vermijdbare schade* aan de natuur zal veroorzaken en dat er *geen vermijdbare en onherstelbare schade* zal optreden *binnen de VEN-gebieden* in de omgeving van de centrale. Uit de analyse blijkt verder niet alleen dat geen impact verwacht wordt op de actuele habitats en soorten binnen de Natura 2000-gebieden, maar dat het behalen van de natuurdoelen van die gebieden niet in gedrang gebracht wordt door het Project. Het Project heeft met andere woorden *geen betekenisvolle impact* op de staat van instandhouding van de habitats en soorten in de context van de passende beoordeling.

6.6.2 Radiologische effecten

Tot de jaren 90 werd verondersteld dat als de mens beschermd is, het milieu ook beschermd is tegen ioniserende straling. Deze opvatting is de afgelopen decennia in twijfel getrokken, deels omwille van de toenemende wereldwijde belangstelling voor ecologische duurzaamheid en deels omwille van het feit dat er situaties kunnen zijn waarbij het milieu meer wordt blootgesteld aan straling dan de mens.

Tabel 14 vat de voornaamste verschillen tussen de methodologie voor het bepalen van enerzijds de impact op de mens en anderzijds bepaling van de impact op fauna en flora samen.

Tabel 14: Belangrijkste verschillen tussen de methodologie voor het bepalen van de radiologische impact op mens en milieu.

Mens	Milieu (fauna en flora)
Bescherming op niveau van het individu	Bescherming op niveau van populaties/ ecosystemen
Deterministische en stochastische effecten van de radioactiviteit worden in rekening gebracht	Over algemeen worden enkel de deterministische effecten bekeken
Interne dosissen worden berekend met biokinetische modellen die de opname van radionucliden in het menselijke lichaam simuleren	Interne dosissen worden berekend d.m.v. transferfactoren, uitgaande van de activiteit in het leefmilieu
Referentiepersoon (biokinetisch model)	Referentie-organismen (voorgesteld als eenvoudige ellipsoïden)
Verschillende leeftijdsklassen	Geen leeftijdsklassen
Accumulatie van radionucliden in de organen wordt beschouwd	Radionuclides zijn uniform verdeeld over het dierlijk weefsel
Effectieve dosis (Sv)	Geabsorbeerde dosistempo (Gy s^{-1})

Door diverse (inter)nationale organisaties en expertengroepen zijn gegevens over de effecten van straling of van blootstelling aan radionucliden op fauna en flora verzameld en geëvalueerd met de bedoeling om drempelwaarden af te leiden. De meeste numerieke drempelwaarden hebben de bedoeling om populaties te beschermen. De aanbevolen drempelwaarden variëren sterk: van 4 tot 4000 µGy h^{-1}.

Het risico van radiologische blootstelling voor fauna en flora zou het best op kwantitatieve wijze bepaald worden door vergelijking van het geschatte dosisdebiet met een drempelwaarde. Voor de meeste van de te evalueren scenario's beschikken we echter niet over voldoende informatie om een kwantitatieve inschatting van de radiologische blootstelling mogelijk te maken. Daarom gebeurt de evaluatie in het kader van deze milieueffectbeoordeling op basis van de waarschijnlijkheid van afwezigheid van significante blootstelling in functie van het dosisdebiet. Het gebruikte significantiekader wordt weergegeven in Tabel 15.

Tabel 15: Significantiekader voor de radiologische effecten op fauna en flora.

Dosisdebiet	Waarschijnlijkheid van afwezigheid van significante blootstelling
<10 µGy h^{-1}	Zeer hoog
10-100 µGy h^{-1}	Hoog
100-400 µGy h^{-1}	Vrij hoog
400-4000 µGy h^{-1}	Matig
>4000 µGy h^{-1}	Laag

Omdat de radiologische impact op een ecosysteem omwille van de complexiteit moeilijk te evalueren valt, wordt voor de bepaling van de radiologische gevolgen op het milieu gebruik gemaakt van verschillende categorieën van referentieorganismen. Deze referentieorganismen worden verondersteld representatief te zijn voor de habitats die ze bezetten. Het geheel van referentieorganismen refereert naar een ecosysteem. Bij de selectie van specifieke referentieorganismen wordt dan ook extra aandacht besteed aan de "waarde" van een organisme binnen het ecosysteem onder studie.

In de periode 2010-2011 werden door het Studiecentrum voor Kernenergie, in opdracht van Electrabel, studies uitgevoerd om de radiologische impact van atmosferische en vloeibare *routinelozingen* op het milieu te evalueren. Voor de berekeningen werd de ERICA tool (Environmental Risk from Ionising Contaminants Assessment and Management tool) gebruikt, de referentietool voor biota. De mogelijke impact wordt geschat aan de hand van een risicoquotiënt (*RQ*), gedefinieerd als de verhouding van het berekende dosistempo (PEDR) en een geschat geen-effect dosistempo. De door ERICA voorgestelde richtwaarde van 10 µGy h^{-1} werd gebruikt als referentieniveau; bij een dergelijk dosistempo worden ecosystemen verondersteld beschermd te zijn.

De impactanalyses werden uitgevoerd voor de atmosferische en vloeibare lozingslimieten van KCDoel. Uit de berekeningen bleek dat de screeningwaarde van 10 µGy h^{-1} nooit werd overschreden, ondanks bijkomende conservatieve aannames met betrekking tot bijvoorbeeld de verspreiding van radionucliden. Aangezien de reële lozingen minder dan 1% van de dosislimieten bedroegen, waren de resulterende dosistempi meerdere orders van grootte lager dan de richtwaarde.

Uit het feit dat de lozingen afkomstig van de reactorunits Doel 1 en 2 slechts 50-60% bedragen van deze van de gehele site van KCDoel kan geconcludeerd worden dat het zeer onwaarschijnlijk is dat de routinelozingen van Doel 1 en 2 een effect zouden hebben op de biodiversiteit van de nabijgelegen habitatrichtlijngebieden of andere (beschermde) natuurgebieden en ecosystemen. Aangezien de lozingen de laatste twee decennia vrij stabiel zijn gebleven, kan worden verondersteld dat deze trend zich voortzet bij verlenging van de werking van Doel 1 en 2 van 2015 tot 2025, en dat dus het toekomstig risico van effecten op fauna en flora ten gevolge van routinelozingen onbestaande is.

Voor wat de *accidentele* scenario's betreft wordt er bij de bestudeerde ongevalsscenario's nooit een dosisdebiet berekend dat hoger is dan 45 µG h^{-1}, ondanks heel conservatieve aannames. Dit dosisdebiet bevindt zich in de range van 10-100 µGy h^{-1} waarbij men de kans dat het ecosysteem beschermd is als heel hoog inschat. Voor de meeste organismen is na 4 dagen blootstelling en voor alle organismen na 30 dagen het dosisdebiet gedaald tot < 10 µG h^{-1}.

Omdat er geen effect is op fauna en flora van de radioactieve routinelozingen noch van de accidentele scenario's die beschouwd werden, kan besloten worden dat het uitstel van desactivatie van Doel 1 en 2 geen negatieve impact heeft op de biodiversiteit ten gevolge van radioactieve lozingen.

6.7 Impact op de productie van afval en verbruikte splijtstoffen

Uitstel van desactivatie van de kernreactoren Doel 1 en 2 zal aanleiding geven tot het ontstaan van een bijkomende hoeveelheid laag- en middelradioactief afval. Van de gemiddelde productie van 120 m^3 geconditioneerd afval per jaar voor KCDoel is ongeveer 1/3 te wijten aan Doel 1 en 2, ofwel 40 m^3/jaar. Dit komt bij benadering overeen met de verhouding van het aandeel van beide reactoren tot het totaal vermogen, of tot de totale hoeveelheid geproduceerde elektriciteit. Er dient evenwel opgemerkt dat een groot deel van het afval niet gebonden is aan de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit. Het ontstaat bij werkzaamheden aan installaties, poetswerk of het wassen van werkkledij. Ook voor deze fractie wordt aangenomen dat 1/3 een goede benadering vormt voor het aandeel van Doel 1 en 2.

Op basis hiervan wordt een cumulatieve meerproductie van 400 m^3 te bergen laag- en middelactief afval verwacht gedurende de referentieperiode 2015-2025. Dit is voornamelijk afval van categorie A, met slechts een beperkte hoeveelheid categorie B-afval.

In de veronderstelling dat de hoeveelheid B-afval verwaarloosbaar is komt het bijkomend volume afval overeen met ongeveer 250 monolieten of een kwart van een module in de bergingsinrichting voor categorie A-afval. De (volumetrische) capaciteit van de berging bedraagt 34 modules. 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.

Op dezelfde manier als voor radioactief afval werd een schatting gemaakt van het cumulatief aantal splijtstofelementen dat verbruikt zal worden gedurende de referentieperiode 2015-2025. Uitgaande van een

gemiddelde ontlading van 55 splijtstofelementen per jaar voor Doel 1 en 2 wordt het cumulatief meerverbruik ten gevolge van het uitstel van desactivatie geschat op 550 splijtstofelementen. NIRAS houdt rekening met een bijkomend aantal splijtstofelementen rond dezelfde grootteorde (609 stuks) ten gevolge van de verlenging van de exploitatie van Doel 1 en 2. Afgewogen ten opzichte van het gehele Belgische reactorpark, komt dit overeen met een meerverbruik van 5,8% in aantal splijtstofbundels.

Gezien deze relatief beperkte hoeveelheid en aangenomen dat deze qua eigenschappen gelijkaardig zullen zijn aan de bestaande splijtstofelementen worden geen effecten op het verdere beheer ervan verwacht. In KCDoel worden splijtstofelementen tijdelijk droog opgeslagen in containers in het SCG (Splijtstof Container Gebouw). Door het uitstel van desactivatie van Doel 1 en 2 zal de afkoppeling van het net van de 4 eenheden gecondenseerd worden in enkele jaren (2022-2025), waar dit anders meer gespreid zou verlopen. Electrabel nv verzekert dat er voldoende opslagcapaciteit voor splijtstofelementen aanwezig zal zijn, dankzij de geplande constructie van de opslagfaciliteit SF^2, waarvoor de vergunningsprocedure lopende is.

Tijdens ontmantelingswerkzaamheden worden radioactieve componenten verwijderd uit de centrales en worden dus ook grote hoeveelheden radioactief afval gegenereerd. Een deel van dit afval is hierbij te wijten aan de neutronenactivatie van grote (structuur)componenten. Omdat de afvalclassificatie (categorie A of B) afhankelijk is van de totale hoeveelheid veiligheidsrelevante nucliden, wordt verwacht dat een langere blootstelling aan neutronen mogelijk kan leiden tot een verschuiving van afvalcategorie (bv. van categorie A naar categorie B).

Op basis van modelberekeningen kan geconcludeerd worden dat een verlenging van de levensduur van 40 tot 50 jaar weinig tot geen effect zal hebben op de totale radioactiviteit veroorzaakt door activatie van aanwezige elementen in de structuurelementen van de centrale, aangezien de meeste van deze activatie isotopen slechts een korte levensduur hebben. Er is echter wel een significante stijging van het aantal langlevende isotopen in deze structuurelementen. Het effect op de totale hoeveelheid afval van verschillende categorieën is op dit moment moeilijk in te schatten. Over het algemeen mag men echter een lichte verschuiving verwachten naar “zwaardere” afvalklassen, zonder dat dit evenwel problemen met zich meebrengt voor het langetermijnbeheer van deze klassen.

7 Grensoverschrijdende effecten

7.1 Niet-radiologische effecten

De meeste niet-radiologische effecten toe te schrijven aan het uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 beperken zich tot de onmiddellijke omgeving van de kerncentrale, zijn beperkt in omvang en geven dus geen aanleiding tot grensoverschrijdende effecten. Enkel voor het thema Water kan er wel sprake zijn van (beperkte) grensoverschrijdende effect.

Op basis van monitoring (2012) van de temperatuurinvloed van het koelwater van KCDoel op 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 (i.e. de temperatuurstijging ten gevolge van de lozing zal kleiner zijn dan 1°C). Deze temperatuurstijging zal stroomafwaarts op Nederlands grondgebied verder langzaam afnemen.

Op te merken valt dat diverse grensoverschrijdende effecten niet uit te sluiten zijn in de referentiesituatie, als de desactivatie niet wordt uitgesteld. De kans bestaat dus dat grensoverschrijdend effecten belangrijker zijn bij desactivatie dan bij uitstel van desactivatie. 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.

7.2 Radiologische effecten

7.2.1 Normaal bedrijf

De grens met Nederland ligt op kortste afstand op zo’n 3,15 km van de site van KCDoel. Gezien echter de verwaarloosbare en niet waarneembare radiologische impact (0,02 mSv/jaar) bij de uitbating van alle eenheden van

KCDoel voor de meest blootgestelde persoon zich op Belgisch grondgebied bevindt (net buiten de site van KCDoel), en het feit dat de impact enkel afneemt met de afstand, kan er gesteld worden dat er bij uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 geen grensoverschrijdende effecten optreden bij normaal bedrijf.

7.2.2 Ongevallen

De radiologische impact aan de grens met Nederland (op ongeveer 3,15 km van KCDoel) van de ontwerpongevallen beschouwd in de MEB-werken vertaalt zich in een opgelopen effectieve dosis voor de bevolking van ongeveer 0,5 mSv of minder. Deze waarde ligt onder de Belgische richtwaarden voor schuilen van de bevolking. De analyse van de impact van ongevallen is een statistische analyse waarbij het niet kan worden uitgesloten dat ongevallen met grotere impact kunnen optreden, weliswaar met een kleinere waarschijnlijkheid.

Een voorbeeld van de geografische spreiding van het risico van ernstige ongevallen in nucleaire installaties in Europa werd onderzocht in een studie gefinancierd door de Oostenrijkse regering (FlexRisk). Doel 1 en 2 werden voor deze studie in aanmerking genomen met een “containment bypass accident“ met een toegewezen kans van optreden die lager ligt dan de in aanmerking genomen ongevallen in de MEB-werken. De resulterende impact is, naast de bronterm zelf, afhankelijk van de vrijgaveparameters en van de weersomstandigheden op het ogenblik van het ongeval en hierbij zouden de interventie richtwaarden voor nucleaire en radiologische noodsituaties kunnen overschreden worden. In dergelijke gevallen zullen de nationale nucleaire en radiologische noodplannen geactiveerd worden om de bevolking en het leefmilieu te beschermen.

8 Algemeen besluit

Het uitstel van de desactivatie van Doel 1 en 2 kan aanleiding geven tot de bestendiging, gedurende een periode van 10 jaar, van een aantal effecten die in de periode ervoor ook al voorkwamen. De vraag die zich stelt is of dit feit beschouwd dient te worden als een aanzienlijk effect. Het antwoord op deze vraag werd in voorliggende MEB bestudeerd voor receptorgroepen "mens" en "biodiversiteit", en dit zowel in termen van niet-radiologische als van radiologische effecten. Ook voor een aantal andere thema's waarvoor beleidsdoelstellingen bestaan die door het Project zouden kunnen beïnvloed worden en/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.

Uit de analyse blijkt dat de effecten op het ***watersysteem*** niet van die aard zijn dat ze een effect hebben op de ecologische toestand van de Zeeschelde of dat ze het bereiken van het goed ecologisch potentieel van dat waterlichaam zouden hypothekeren. Wel wordt aandacht gevraagd voor de oplossing van problemen eigen aan de huidige werking, zoals de frequente overstortevents, de staat van het rioleringsstelsel en het feit dat niet steeds alle lozingsnormen gehaald worden.

Binnen het kader van het thema ***biodiversiteit*** ging voor wat de *niet-radiologische effecten* betreft aandacht uit naar de aspecten oppervlaktewaterkwaliteit, barrièrewerking, mortaliteit, verstoring, verzuring en eutrofiëring vanuit de lucht, en direct ruimtebeslag. Voor barrièrewerking, mortaliteit en direct ruimtebeslag bleken er geen effecten te verwachten. Voor verstoring is er potentieel een beperkt effect van geluidsverstoring te verwachten, maar gezien de continue en voorspelbare aard van het geluid wordt geen echte schade verwacht. Voor verzuring en eutrofiëring vanuit de lucht is de bijdrage van het Project zelf verwaarloosbaar en levert het, omwille van vermeden effecten, zelfs een (beperkte) positieve bijdrage. De impact van de lozingen van afvalwater, industrieel water en koelwater hebben een verwaarloosbare impact op de ecologische kwaliteit van de Zeeschelde.

Deze bevindingen gelden mutatis mutandis ook voor de effecten op de VEN-gebieden. Voor wat de impact op de speciale beschermingszones in de omgeving betreft kan besloten worden dat er geen negatieve impact is op de instandhoudingsdoelstellingen, en dat het Project het bereiken van die doelstellingen evenmin hypothekeert. 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.

Uit de analyse van de radiologische effecten blijkt verder duidelijk dat noch als gevolg van de radioactieve routinelozingen noch als gevolg van de accidentele scenario's die beschouwd werden, een negatieve impact op de biodiversiteit in het algemeen of op de staat van instandhouding van de Natura 2000-gebieden in de omgeving van de centrale moet verwacht worden.

De niet-radiologische ***atmosferische emissies*** van de centrale, en de impact ervan op de luchtkwaliteit, zijn te verwaarlozen. De vermeden emissies van stikstofoxyden zijn, over de referentieperiode, laag in vergelijking met de emissiedoelstellingen. Lokaal kunnen deze in de omgeving van de (hypothetische) vervangingscapaciteit wel een beperkt effect hebben op de luchtkwaliteit. De door het uitstel van de desactivatie vermeden emissies tijdens de periode 2015-2025 zijn echter veel groter dan de aan beide reactoreenheden verbonden niet-nucleaire emissies tijdens dezelfde periode.

Ook in termen van broeikasgassen geldt dat de emissies die vermeden werden door het uitstel van de desactivatie veel belangrijker zijn dan de emissies eigen aan de werking van Doel 1 en 2 over de periode 2015-2025. Het Project heeft verder geen gevolgen voor de weerbaarheid van de omgeving aan de gevolgen van klimaatverandering, en is zelf evenmin kwetsbaar voor die veranderingen.

Op het vlak van ***gezondheid*** kan een zeer bescheiden positieve impact verwacht worden als gevolg van het vermijden van een hoeveelheid NO_x-emissies over de periode dat Doel 1 en 2 langer openblijven. Ook het feit dat belangrijke stroomonderbrekingen vermeden worden door het Project kan als positief beschouwd worden in termen van gezondheid.

De radiologische effecten van de centrale op de menselijke gezondheid zijn tot 50 maal lager dan de norm, en dit blijft zo bij het verderzetten van de werking van Doel 1 en 2 over de periode 2015-2025. De radiologische gezondheidseffecten van de kerncentrale Doel zijn dus verwaarloosbaar, met of zonder uitvoering van het Project. Dit geldt niet alleen voor de effecten in normale exploitatie, maar ook voor de effecten van eventuele accidenten.