

sck cen

KENT
—E R

sertius

Streszczenie nietechniczne

Ocena oddziaływania na środowisko

Dla przedłużenia eksploatacji reaktorów jądrowych Doel 4 i Tihange 3

On behalf of the Federal Public Service Economy, SMEs, Self-employed and Energy

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

Date of publication: 20 March 2023

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

Stichting van Openbaar Nut - Fondation d'Utilite 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>

Experts who participated in the environmental impact assessment:

Radiological impacts: *Johan Camps (SCK CEN), Eef Weetjens (SCK CEN), Lieve Sweeck (SCK CEN), Geert Olyslaegers (SCK CEN), Hildegard Vandenhove (SCK CEN).*

Non-radiological impacts: Doel 4: *Koen Coudere (KENTER), Katelijne Verhaegen (KENTER), Annemie Pals (Mieco Effect), Johan Versieren (Joveco).*

Non-radiological impacts Tihange 3: *Xavier Musschoot (SERTIUS), Maureen de Hertogh (SERTIUS), Pierre Jacques (SERTIUS), Amelie de Pierpont (SERTIUS).*

Coordination: *Johan Camps (SCK CEN)/ Koen Coudere (Kenter).*

This document is a translation of the original non-technical summary written in Dutch.

Spis treści

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Kontekst oceny oddziaływania na środowisko | 4 |
| 2 | Cel projektu: zapewnienie bezpieczeństwa i dostaw energii elektrycznej | |
| 3 | Wnioskodawca i zespół ekspertów | 5 |
| 4 | Przedmiot oceny oddziaływania na środowisko | 5 |
| 5 | Funkcjonowanie Doel 4 and Tihange 3 | 7 |
| 6 | Alternatywy | 8 |
| 7 | Warunki początkowe | 9 |
| 8 | Procedura..... | 10 |
| 9 | Wybór potencjalnie znaczących oddziałań | 10 |
| 9.1 | Oddziaływania projektu | 10 |
| 9.2 | Uniknięcie oddziaływania w związku z realizacją projektu | 11 |
| 9.3 | Wpływ na projekt | 11 |
| 10 | Przegląd oddziaływań na środowisko | 11 |
| 10.1 | Oddziaływania nieradiologiczne | 11 |
| 10.2 | Oddziaływania radiologiczne..... | 13 |
| 10.2.1 | Wpływ na ludzi i środowisko podczas normalnej eksploatacji | 13 |
| 10.2.2 | Wpływ na ludzi i środowisko w przypadku awarii | 14 |
| 10.2.3 | Wpływ na powstawanie odpadów promieniotwórczych oraz wypalonego paliwa jądowego | 15 |
| 11 | Oddziaływania transgraniczne | 16 |
| 11.1 | Doel 4 | 16 |
| 11.2 | Tihange 3 | 17 |
| 12 | Środki łagodzące..... | 17 |
| 13 | Luki w wiedzy | 18 |
| 13.1 | Oddziaływania nieradiologiczne | 18 |
| 13.2 | Oddziaływania radiologiczne | 18 |
| 14 | Wnioski ogólne..... | 19 |

1 Kontekst oceny oddziaływania na środowisko

Energia jądrowa jest głównym źródłem energii elektrycznej w Belgii od czasu uruchomienia reaktorów w Doel i Tihange w latach 1975-1985, z rocznym udziałem w produkcji między około 40% a 60% w ciągu ostatnich 35 lat.

Stopniowe wycofywanie się z wykorzystywania energii jądrowej do produkcji energii elektrycznej na terytorium Belgii zostało uregulowane ustawą z dnia 31 stycznia 2003 r. (ustawa o wycofaniu się z energii jądrowej). Przewidywał on, że elektrownie jądrowe zostaną wyłączone 40 lat po dacie ich uruchomienia przemysłowego, a wszystkie indywidualne koncesje dotyczące produkcji energii elektrycznej przez te elektrownie wygasną w tym samym czasie. Ustawa stanowi również, że żadna nowa elektrownia jądrowa do przemysłowej produkcji energii elektrycznej przez rozszczępienie paliw jądrowych nie może zostać zbudowana ani oddana do eksploatacji

Ustawa o wycofywaniu energii jądrowej została po raz pierwszy zmieniona 18 grudnia 2013 r. w celu przedłużenia okresu eksploatacji przemysłowej produkcji energii elektrycznej w Tihange 1 o 10 lat. Ustawa o likwidacji elektrowni jądrowych została ponownie znowelizowana ustawą z 28 czerwca 2015 r. (ustawa unieważniona 5 marca 2020 r. przez Trybunał Konstytucyjny i zastąpiona ustawą z 11 października) w celu zapewnienia dostaw energii. Dało to pozwolenie na ponowne uruchomienie Doel 1 (był już wyłączony zgodnie z ustawą z 2003 r.) i przesunęło dezaktywację Doel 2 o 10 lat. Tabela 1 zawiera aktualne daty wyłączenia dla każdej elektrowni jądrowej.

Tabela 1: Daty wyłączenia elektrowni jądrowych zgodnie z ustawą z 2003 r., ze zmianami (stan na 1 stycznia 2023)

| Nuclear plant | Data uruchomienia | Data wygaszenia (po 40 latach) | Data wygaszenia (poprawka do ustawy z 2003 r., stan na 1 stycznia 2023) |
|----------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|
| Doel 1 | 15 lutego 1975 | 15 lutego 2015 | 15 lutego 2025 |
| Doel 2 | 1 grudnia 1975 | 1 grudnia 2015 | 1 grudnia 2025 |
| Doel 3 | 1 października 1982 | 1 października 2022 | 1 października 2022 |
| Doel 4 | 1 lipca 1985 | 1 lipca 2025 | 1 lipca 2025 |
| Tihange 1 | 1 października 1975 | 1 października 2015 | 1 października 2025 |
| Tihange 2 | 1 lutego 1983 | 1 lutego 2023 | 1 lutego 2023 |
| Tihange 3 | 1 września 1985 | 1 września 2025 | 1 września 2025 |

Pod koniec grudnia 2021 r. rząd zwrócił się do Federalnej Agencji Kontroli Jądrowej (FANC) i FPS Economy (DG Energy) o przeanalizowanie do 17 stycznia działań niezbędnych do uruchomienia tzw. planu B (utrzymanie dłużej otwartych reaktorów jądrowych Doel 4 i Tihange 3 niż planowano) w celu zapewnienia dostaw energii elektrycznej do Belgii po 2025 r.

Analiza FANC wykazała, że wydłużenie okresu eksploatacji najmłodszych reaktorów jądrowych jest możliwe z punktu widzenia bezpieczeństwa jądrowego, aczkolwiek pod warunkiem koniecznych dostosowań regulacyjnych i poprawy bezpieczeństwa instalacji. Przedłużenie działalności wymaga również sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko.

18 marca 2022 r. rząd federalny podjął decyzję o skutecznym przedłużeniu okresu eksploatacji Doel 4 i Tihange 3, utrzymując w ten sposób zdolność produkcyjną energii jądrowej na poziomie 2 GW.

W dniu 9 stycznia 2023 r. belgijski rząd i operator ENGIE Electrabel doszli do porozumienia w celu zapewnienia utrzymania dwóch najmłodszych reaktorów jądrowych w kraju, Doel 4 i Tihange 3, otwartych przez 10 lat po planowanej dacie zamknięcia w 2025 r.

2 Cel projektu: zapewnienie bezpieczeństwa i dostaw energii elektrycznej

W 2021 r. obliczono, że do 2025 r., po proponowanym zamknięciu wszystkich elektrowni jądrowych, potrzebne będą dodatkowe, elastycznie rozmieszczone moce wytwórcze w wysokości około 3,6 GW, aby spełnić standardy bezpieczeństwa dostaw i elastyczności. Do 2032 roku zapotrzebowanie to wzrośnie do 4,6 GW, przede wszystkim ze względu na postępującą elektryfikację gospodarki i społeczeństwa.

Import energii elektrycznej nie jest wystarczającą odpowiedzią na to zapotrzebowanie. Należy się spodziewać, że w obecnych warunkach rynkowych, w połączeniu z likwidacją elektrowni węglowych, między innymi w Niemczech, oraz częściową niedostępnością francuskich elektrowni jądrowych, w pewnych okresach na rynku Europy Północno-Zachodniej będzie występowała niewielka nadwyżka mocy.

Siły rynkowe nie uzupełnią niedoboru mocy od 2025 r. w krótkim okresie i w wystarczającym stopniu. W związku z tym zaproponowano stworzenie mechanizmu CRM (Capacity Remuneration Mechanism), który powinien nie tylko zapewniać wystarczającą pojemność, ale także umożliwiać jej wykorzystanie w wystarczająco elastyczny sposób. Obecnie trwa rozbudowa tego mechanizmu i powiązanych z nim jednostek produkcyjnych.

W obecnym kontekście niepewności dostaw energii, wysokich cen energii i niestabilności geopolitycznej, rząd chce bardziej skoncentrować się na krajowych (niekopalnych) zdolnościach produkcyjnych i zmniejszyć zależność od (zagranicznych) źródeł kopalnych.

W tym kontekście przedłużenie okresu eksploatacji Doel 4 i Tihange 3 jest logiczną decyzją; pozwala na ponowne udostępnienie do sieci gwarantowanej mocy 2 GW w relatywnie krótkim czasie (tj. po wyłączeniu elektrowni w 2025 r. i ponownym uruchomieniu po niezbędnych modyfikacjach i procedurach).

3 Wnioskodawca i zespół ekspertów

Inicjatorem oceny oddziaływania na środowisko i prac z nią związanych jest Belgijska Federalna Służba Publiczna ds. Gospodarki, MŚP, Samozatrudnionych i Energii, Vooruitgangstraat 50, 1210 Bruksela.

Ocena oddziaływania na środowisko została przygotowana przez zespół uznanych ekspertów radiologicznych i nieradiologicznych OOS. Ogólne zarządzanie projektem i dyscypliny radiologiczne/jądrowe były w rękach SCK CEN. KENTER był odpowiedzialny za koordynację nieradiologicznych części EIA, a konkretnie tych dla Doel 4. SERTIUS był odpowiedzialny za dyscypliny nieradiologiczne dla Tihange 3.

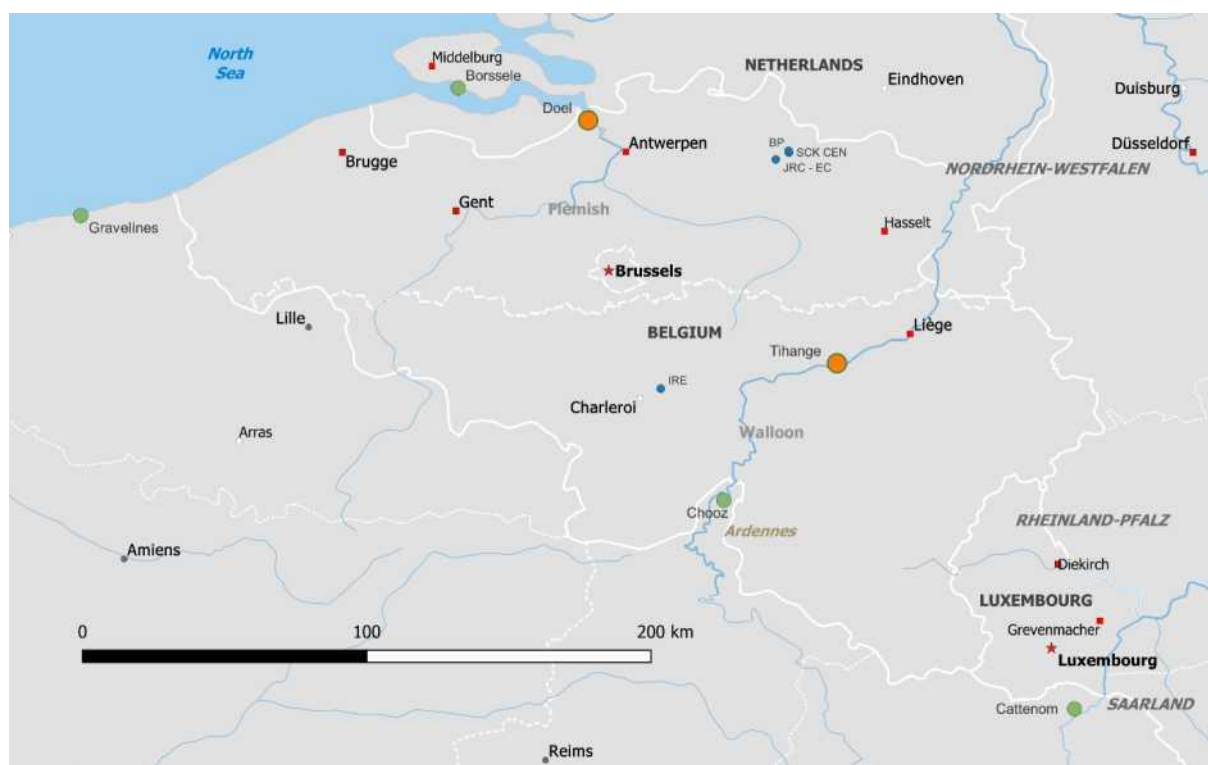
4 Przedmiot oceny oddziaływania na środowisko

Przedsięwzięcie będące przedmiotem oceny oddziaływania na środowisko dotyczy strategicznej decyzji i prac modernizacyjnych na rzecz przedłużenia okresu eksploatacji reaktorów jądrowych Doel 4 i Tihange 3 na okres 10 lat od daty pierwszej przemysłowej produkcji energii elektrycznej po planowanym wygaszeniu (zgodnie z ustawą Prawo o energetyce jądrowej z 2003 r.). Najpóźniejsza przewidywana data wyłączenia po przedłużeniu o 10 lat to 31 grudnia 2037 r. (zob. Tabela 2).

Tabela 2: Rozbudowa reaktorów jądrowych Doel 4 i Tihange 3 na potrzeby przemysłowej produkcji energii elektrycznej, zgodnie z niniejszą oceną oddziaływania na środowisko. Termin ten jest zgodny z projektem ustawy przyjętym przez Radę Ministrów 1 kwietnia 2022 r.

| Reaktor | Planowane wygaszenie zgodnie z ustawą z 2003 r. | Wydlużenie eksploatacji | No later than anticipated date of deactivation upon extension |
|-----------|---|---|---|
| Doel 4 | 1 July 2025 | 10 lat od dnia pierwszego przemysłowego wytworzenia energii elektrycznej po 1 lipca 2025 r | 31 grudnia 2037 |
| Tihange 3 | 1 September 2025 | 10 lat od dnia pierwszego przemysłowego wytworzenia energii elektrycznej po 1 września 2025 r | 31 grudnia 2037 |

Doel 4 i Tihange 3 są odpowiednio częścią terenu elektrowni jądrowej Doel (Kerncentrale Doel – KC Doel), położonej wzdłuż Skaldy, przy Scheldemolenstraat, Haven 1800, 9130 Doel, oraz terenu elektrowni jądrowej Tihange (Centrale Nucleaire de Tihange, CN Tihange), położone wzdłuż Mozy, przy Avenue de l'Industrie 1,4500 Huy (rysunek 1), obsługiwane przez Electrabel SA.



Rysunek 1: Lokalizacja elektrowni jądrowych Doel i Tihange (kolor pomarańczowy), elektrowni jądrowych w granicach Belgii (kolor zielony) oraz innych obiektów jądrowych klasy 1 w Belgii (kolor niebieski).

W zakresie bezpieczeństwa wszystkie reaktory jądrowe spełniają obecnie obowiązujące prawne wymogi bezpieczeństwa. Przepisy te zostały w 2020 roku wzmocnione dodatkowymi wymogami bezpieczeństwa, które obowiązują od 2025 roku. Ponieważ Doel 4 i Tihange 3 należą do najnowocześniejszych reaktorów jądrowych w Belgii i były już przedmiotem kilku projektów modernizacyjnych (w kontekście poprzednich trzech okresowych przeglądów bezpieczeństwa oraz testów warunków skrajnych po katastrofie w Fukushima), prace wymagane do realizacji LTO (Long Term Operations) nie są szczególnie obszerne ani skomplikowane.

Prace uwzględnione w OOS obejmują zarówno modernizację projektu, jak i zarządzanie starzeniem reaktorów. Modernizacje projektowe obejmują zarządzanie potencjalnymi falami upałów i związanymi z nimi temperaturami, zwiększenie możliwości zamieszkania w centrach planowania awaryjnego w przypadku poważnych awarii oraz dodatkowe (mobilne) systemy chłodzenia napromienionego paliwa jądrowego, które można włączyć w razie

wypadku. Jeśli chodzi o zarządzanie starzeniem, organ ds. bezpieczeństwa (FANC-AFCN) szacuje, że duże elementy mechaniczne (zbiornik reaktora, pokrywa reaktora, generatory pary) nie wymagają wymiany; w przypadku innych komponentów (mniejszych elementów mechanicznych, takich jak pompy lub zawory, sprzęt elektryczny, oprzyrządowanie, konstrukcje budowlane), pełny obraz możliwych prac zastępczych będzie dostępny dopiero po zakończeniu badań przez Electrabel SA.

W oparciu o prace znane w czasie ustalania zakresu potencjalnych oddziaływań i oceny tych oddziaływań, oddziaływania ocenia się jako bardzo lokalne i ogólnie ograniczone do obszaru dla różnych dyscyplin nieradiologicznych. W okresie, w którym badana jest rozbudowa i oceniane są odpady promieniotwórcze pod kątem LTO wraz z robotami, nie występuje oddziaływanie radiologiczne. Oczekuje się ograniczonej ilości niskoaktywnych odpadów promieniotwórczych w ramach prac, stanowiących jedynie ułamek skumulowanej ilości w rozważanym okresie LTO.

Najnowszy stan prac objętych oceną oddziaływania na środowisko w niniejszym raporcie dostępny był w notatce z dnia 15 marca 2023 roku. Opis prac i zakres możliwych oddziaływań zawarty w niniejszej notatce nie różni się zasadniczo od tych, które przyjęto przy ocenie oddziaływań prac przeprowadzonych w niniejszej OOS. Obowiązująca lista prac do wykonania w ramach LTO Doel 4 i Tihange 3 może jeszcze ewoluować w porozumieniu między operatorem, firmą Electrabel S.A., a władzami bezpieczeństwa.

5 Funkcjonowanie Doel 4 i Tihange 3

Celem rozbudowy bloków Doel 4 i Tihange 3 w odpowiednich zakładach KC Doel i CN Tihange jest kontynuacja przemysłowej produkcji energii elektrycznej.

Doel 4 i Tihange 3 to reaktory tzw. wodne ciśnieniowe (PWR - Pressurised Water Reactor). Reaktor taki zazwyczaj składa się z trzech przedziałów z trzema oddzielnymi obiegami: budynku reaktora z obiegiem pierwotnym, maszynowni z obiegiem wtórnym oraz obiegiem chłodzenia tworzącym obieg trzeci (rys. 2).



Rysunek 2: Eksploatacja elektrowni jądrowej z (od lewej) budynkiem reaktora, maszynownią i obiegiem chłodzenia (źródło: Electrabel SA).

Budynek reaktora zawiera zbiornik reaktora, w którym znajduje się paliwo jądrowe lub materiał rozszczepialny. Rozszczepienie wytwarza produkty rozszczepienia i neutrony. Energia uwolniona podczas rozszczepienia jest przekazywana do wody pod wysokim ciśnieniem (155 barów) w reaktorze PWR, takim jak Doel 4 i Tihange 3. Doel 4 i Tihange 3 mają trzy obwody, które razem tworzą główny obieg chłodzący (każdy z własną pompą), pompująca wodę z rdzenia reaktora do generatorów pary.

Podgrzana woda pod wysokim ciśnieniem z obiegu pierwotnego trafia do wytwornicy pary, gdzie oddaje swoje ciepło wodzie po drugiej stronie (obieg wtórny), gdzie powstaje para. Dzięki temu nigdy nie dochodzi do bezpośredniego kontaktu wody z obiegu pierwotnego i wtórnego. Para napędza turbinę w maszynowni, a podłączony alternator przetwarza obrót turbiny na prąd elektryczny. Para w obiegu wtórnym przechodzi do skraplacza, gdzie para jest ponownie przekształcana w wodę w stanie ciekłym, która jest pompowana z powrotem do generatora pary. Chłodzenie skraplacza odbywa się za pomocą wody z trzeciego obiegu chłodzącego, który nigdy nie jest w bezpośrednim kontakcie z wodą z drugiego obiegu. Obieg trzeci jest zasilany wodą ze Skaldy (Doel) lub wodą Maas (Tihange), co powoduje nieznaczne podgrzanie wody ze Skaldy lub Maas. Dlatego najpierw trafia do wież chłodniczych z wymuszonym ciągiem, zanim wróci do skraplacza lub wpłynie z powrotem do Skaldy lub Maas.

Podczas normalnej eksploatacji i konserwacji w strefie jądrowej mogą zostać uwolnione niewielkie ilości pierwiastków promieniotwórczych. Powoduje to powstanie szeregu strumieni odpadów promieniotwórczych w postaci gazowej, płynnej i stałej, oprócz elementów wypalonego paliwa jądrowego. W przypadku tych dwóch ostatnich systemy oczyszczania istnieją w zakładach KC Doel i CN Tihange. W przypadku Doel system oczyszczania mieści się w centralnym budynku uzdatniania wody i ścieków (WAB), podczas gdy w przypadku Tihange jest bardziej rozproszony w różnych obiektach; odpady płynne są przetwarzane na całym terenie w Tihange 2.

Od czasu ostatecznego wyłączenia (DSZ) reaktorów Doel 3 (23 września 2022 r.) i Tihange 2 (31 stycznia 2023 r.) w celu przemysłowego wytwarzania energii elektrycznej, oba obiekty znajdują się w stanie, w którym część reaktorów nadal wytwarza energię elektryczną, a część jest w fazie ostatecznego wyłączenia (zwanej także fazą poeksploatacyjną lub POP).

Również w przypadku Doel 4 i Tihange 3 ostateczne wyłączenie i faza poeksploatacyjna oczywiście nastąpi w pewnym momencie, niezależnie od realizacji projektu przedłużenia okresu eksploatacji. Jedyna różnica polega na tym, kiedy nastąpi DSZ: z realizacją projektu będzie to ponad 10 lat później niż bez realizacji projektu. Nie zmienia to jednak wpływu na środowisko.

Doel 4 i Tihange 3 również będą musiały zostać wycofane z eksploatacji po wyłączeniu i POP. Oddziaływanie tej fazy nie jest częścią oceny oddziaływania na środowisko przedłużenia okresu eksploatacji Doel 4 i Tihange 3. Jednak w ocenie projektu uwzględniono ilości odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego z likwidacji.

6 Alternatywy

Alternatywę dla planu lub przedsięwzięcia można zdefiniować jako „inny sposób osiągnięcia celów planu lub przedsięwzięcia”. Powstaje zatem pytanie, czy istnieją alternatywne sposoby zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej po 2025 roku.

Decyzja o przedłużeniu żywotności reaktorów Doel 4 i Tihange 3 o 10 lat jest podyktowana nieoczekiwanymi i niepożądanymi wydarzeniami na rynku energii oraz sytuacją geopolityczną w Europie. Przygotowując się do podjęcia tej decyzji, rząd rozważał, czy dostępne są równoważne opcje alternatywne oraz jakie są zalety i wady tych opcji.

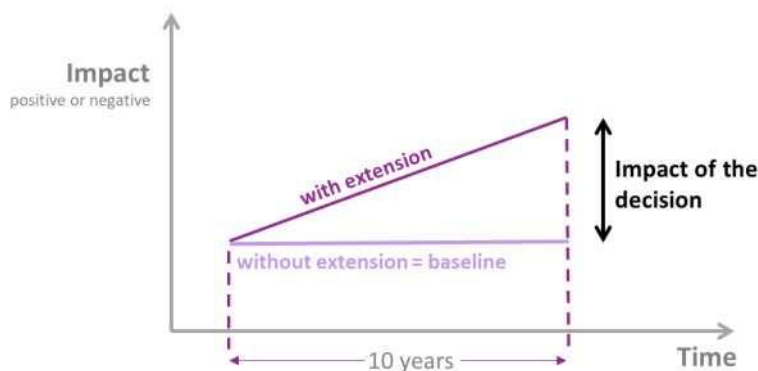
Podsumowując, kilka z możliwych alternatywnych źródeł energii nie jest prawdziwymi alternatywami: zdolność wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych nie jest jeszcze wystarczająco rozwinięta, możliwości importu są pod presją, a rezerwa strategiczna nie jest przeznaczona do wykorzystania strukturalnego. Mechanizm CRM jest najbardziej oczywistą alternatywą i dlatego jest dalej rozwijany. W tym sensie nie jest to realna alternatywa, ale dodatkowa gwarancja, w połączeniu z przedłużeniem żywotności Doel 4 i Tihange 3, w celu zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Nawet przy przedłużeniu życia obu zakładów, moc zapewniana przez mechanizm CRM będzie nadal potrzebna. Jest to również oczywiste, ponieważ niedobór w 2025 r. oszacowano na 3,6 GW, z czego tylko 2 GW zostaną wypełnione poprzez dłuższe utrzymywanie elektrowni.

7 Warunki początkowe

W ocenie oddziaływania na środowisko, aby zwizualizować wpływ planu lub przedsięwzięcia, ważne jest jasne zdefiniowanie stanu wyjściowego. Warunkiem wyjściowym jest stan środowiska, który powstaje w przypadku niewdrożenia planu lub przedsięwzięcia; stanowi zatem podstawę porównania wpływu planu lub przedsięwzięcia. W tym przypadku stanem wyjściowym jest stan, który powstałby, gdyby żywotność Doel 4 i Tihange 3 nie została

przedłużona, innymi słowy, gdyby Doel 4 i Tihange 3 zostały trwale wyłączone w 2025 r. Warunek, który pojawiłby się, gdyby plan lub projekt został zrealizowany (przedłużenie okresu obowiązywania) jest porównywany z tym warunkiem odniesienia (brak przedłużenia okresu obowiązywania). Różnica między nimi wskazuje na wpływ planu lub przedsięwzięcia (w tym przypadku wydłużenie czasu życia) (Rysunek 3).

W zasadzie stanem odniesienia jest stan środowiska w roku 2025. Ponadto punktem wyjścia jest to, że ten stan odniesienia nie zmienia się zasadniczo (pod wpływem ewolucji niezwiązanych z działaniem Doel 4 czy Tihange 3) pomiędzy 2025 i 2037, a przynajmniej nie w taki sposób, aby ocena oddziaływania na środowisko uległa zmianie.



Rysunek 3: Schematyczne przedstawienie stanu podstawowego.

Oprócz stanu referencyjnego w ocenie oddziaływania na środowisko stosuje się również terminy „okres referencyjny” i „scenariusz referencyjny”. Terminy te wynikają ze specyfiki projektu, który polega na tym, że efekty są ograniczone do określonego czasu (10 lat), którego początek i koniec nie są obecnie dokładnie znane (patrz Tabela 2). Ten ograniczony czasowo okres nazywamy okresem rozliczeniowym. W przypadku oddziaływań, które mają wyraźny wymiar czasowy (np. ilość zanieczyszczeń emitowanych rocznie, ilość wytwarzanych odpadów rocznie, ...) ocena oddziaływania na środowisko uwzględnia również oddziaływania skumulowane w okresie odniesienia, albo poprzez zsumowanie ilości przypadających na rok do sumy za dany okres lub dokonując podobnego oszacowania skumulowanych wpływów.

Scenariusz referencyjny opisuje zmiany związane z projektem w okresie referencyjnym, jeżeli projekt nie zostanie zrealizowany. W przypadku lokalizacji Doel i Tihange scenariusz ten oznacza, że żaden reaktor jądrowy nie pozostaje aktywny w tym miejscu. W przypadku elektrowni Doel 3 i Tihange 2 do 2027 r. faza poeksploatacyjna zostanie całkowicie lub w dużej mierze zakończona i rozpocznie się likwidacja. W przypadku reaktorów Doel 1, Doel 2 i Tihange 1 faza poeksploatacyjna potrwa do około 2030 r., po czym rozpocznie się również likwidacja tych reaktorów.

Obecnie nie są dostępne żadne informacje na temat formy, jaką przybierze likwidacja, ani związanych z tym skutków dla środowiska; w związku z tym nie mogą być brane pod uwagę w ocenie oddziaływania na środowisko. Jednak w przypadku likwidacji różnych reaktorów w przyszłości zostaną przeprowadzone kompleksowe oceny oddziaływania na środowisko na poziomie projektu.

8 Procedura

Ocena oddziaływania na środowisko przeprowadzana jest w ramach Dyrektywy OOS, Dyrektywy Siedliskowej oraz Dyrektywy Ptasiej. Dyrektywy te zawierają jednak niewiele przepisów proceduralnych dotyczących sposobu, w jaki powinien przebiegać proces OOS.

Podsumowując, główne przepisy o zakresie proceduralnym z dyrektywy OOS dotyczą:

1. Konsultacje z organami, których przedsięwzięcie może dotyczyć z powodu ich szczególnej odpowiedzialności w odniesieniu do środowiska (art. 6 ust. 1);
2. Informowanie społeczeństwa, na wczesnym etapie postępowania o wydanie decyzji środowiskowej, m.in. o postępowaniu, możliwościach udziału społeczeństwa oraz przedmiocie wniosku o wydanie pozwolenia (art. 6 ust. 2);
3. Udostępnianie opinii publicznej wyników ocen oddziaływania na środowisko i wydanych opinii (art. 6 ust. 3);

4. Konsultacje z właściwymi organami w innych państwach członkowskich (art. 7);
5. Informowanie opinii publicznej m.in. o treści decyzji o zezwoleniu oraz przesłankach, na których opiera się decyzja (art. 9);
6. Procedury odwoławcze (Article 11).

Zgłoszenia wymagane na mocy Konwencji z Espoo, Konwencji z Aarhus i Dyrektywy OOŚ (transgraniczne iw Belgii) są przeprowadzane przez rząd belgijski, Federalną Służbę Publiczną ds. Gospodarki i Ministra Energii.

Po zakończeniu oceny oddziaływania na środowisko Federalna Służba Gospodarki Publicznej organizuje konsultacje między trzema belgijskimi regionami, belgijskimi prowincjami, zainteresowanymi gminami, Federalną Radą ds. Zrównoważonego Rozwoju, Narodową Agencją ds. Federalna Agencja Kontroli Jądrowej (FANC).

Ponadto na 60 dni kalendarzowych zostaną zorganizowane internetowe konsultacje publiczne za pośrednictwem strony internetowej poświęconej publikacji pełnego pliku oceny oddziaływania na środowisko w celu odroczenia dezaktywacji Doel 4 i Tihange 3. Powiadomienie o konsultacjach i udziale społeczeństwa są wykonywane przez Federalną Gospodarkę Służby Publicznej.

9 Wybór potencjalnie znaczących oddziaływań

9.1 Oddziaływanie projektu

W ramach oceny oddziaływania na środowisko bada się i ocenia zarówno radiologiczne, jak i nieradiologiczne skutki przedłużenia o 10 lat okresu eksploatacji reaktorów Doel 4 i Tihange 3. Dyskutując o oddziaływaniu, skupiono się na końcowych receptorach tego oddziaływania, a więc z jednej strony na zdrowiu ludzkim, a z drugiej na bioróżnorodności. Dotyczy to zarówno oddziaływań radiologicznych, jak i nieradiologicznych.

W przypadku oddziaływań nieradiologicznych poddano badaniu receptory tego oddziaływania, wymienione w art. 3 i załączniku IV europejskiej dyrektywy OOŚ, w odniesieniu do których mogą wystąpić istotne niekorzystne skutki.

W przypadku zagadnień dotyczących gleby, wód gruntowych, hałasu, mobilności i krajobrazu uznano, że na poziomie strategicznym nie należy spodziewać się żadnych istotnych (nieradiologicznych) skutków wydłużenia okresu eksploatacji reaktorów. Tym samym nie mają one również wpływu na poszczególne receptory.

W związku z tym, w kontekście skutków nieradiologicznych, ocena oddziaływania na środowisko obejmuje skutki w następujących obszarach: wody powierzchniowe, powietrze, bioróżnorodność, zdrowie i klimat. W ramach oceny oddziaływania na środowisko, oddziaływania te są oceniane w świetle stopnia, w jakim przyczyniają się lub nie przyczyniają się do osiągnięcia celów polityki związanej z tymi zagadnieniami.

9.2 Uniknięcie oddziaływania w związku z realizacją projektu

Są to efekty, które nie występują w przypadku realizacji projektu, ale występują w przypadku jego niezrealizowania. A zatem to efekty, które występują w sytuacji odniesienia. Ponieważ wielkość efektu jest określana poprzez stwierdzenie różnicy pomiędzy sytuacją związaną z realizacją projektu a sytuacją odniesienia, są to efekty negatywne lub efekty, których udało się uniknąć.

Biorąc pod uwagę niejednoznaczność co do rzeczywistego wykorzystania nierealizowanych mocy produkcyjnych, nie badamy szeregu skutków, które mogą być z nimi związane (ale które w dużym stopniu zależą od charakteru i lokalizacji zakładów zastępczych). Obejmują one na przykład wpływ na krajobraz, jakość powietrza lub jakość wody.

W szczególności ograniczamy badanie oddziaływań do:

- emisji gazów cieplarnianych, których uniknięto (z efektem domina w postaci wpływu na klimat);
- emisji NO_x, których uniknięto (z efektem domina w postaci wpływu dziedzinę „ludzie i zdrowie”).

Dodatkowo bierzemy pod uwagę niepewność w dostawach prądu. Uniknięcie tej niepewności jest celem planu i jako takie nie jest jego skutkiem ubocznym. Niemniej jednak dobrze jest uzyskać obraz następstw w tym zakresie przy założeniu, że okres eksploatacji reaktorów Doel 4 i Tihange 3 nie zostałyby przedłużony. Skutki niepewności dostaw rozpatrujemy przede wszystkim w kontekście zagadnienia „Ludzie”.

9.3 Wpływ na projekt

„Wpływ na projekt” odnosi się w szczególności do wpływu zmian klimatu na to przedsięwzięcie. Obowiązek uwzględnienia tego aspektu w ocenie oddziaływania na środowisko wynika ze zmian wprowadzonych do dyrektywy OOS 2011/92/UE dyrektywą 2014/52/UE. Załącznik IV do tej dyrektywy stanowi bowiem, że ocena oddziaływania na środowisko musi zawierać m.in. opis wpływu projektu na klimat (np. charakter i zakres emisji gazów cieplarnianych) oraz jego wrażliwość na zmiany klimatu.

10 Przegląd oddziaływań na środowisko

10.1 Oddziaływania nieradiologiczne

Przedłużenie okresu eksploatacji elektrowni jądrowych Doel 4 i Tihange 3 oznacza, że przez dodatkowy okres 10 lat (oczyszczone) ścieki sanitarne, oczyszczone ścieki przemysłowe i (podgrzana) woda z chłodzenia będą odprowadzane odpowiednio do rzek Skaldy (*Zeeschelde*) oraz Mozy (*Meuse*). Ponieważ normy zrzutu przestrzegane są w obu tych miejscach, a ich udział w stężeniu różnych substancji zanieczyszczających wody powierzchniowe jest ograniczony, nie doprowadzi to do pogorszenia stanu ekologicznego ani Skaldy (reaktor Doel) ani Mozy (reaktor Tihange), pod warunkiem, że nadal będzie się zwracać uwagę na ich monitorowanie i odpowiednio szybkie dostosowywanie. Projekt nie zagraża również osiągnięciu dobrego potencjału ekologicznego przez obie części wód.

Jeżeli chodzi o bioróżnorodność, skutki projektu zostały zbadane dla obszaru Doel pod kątem jakości wód powierzchniowych, efektu bariery dla poruszania się zwierząt i ptaków, śmiertelności, zakłóceń, bezpośredniego zagarnięcia/przejęcia terenu oraz eutrofizacji i zakwaszenia. W przypadku efektu bariery i bezpośredniego przejęcia terenu stwierdzono, że nie należy spodziewać się żadnych skutków. W przypadku śmiertelności może wystąpić (ograniczony) wpływ ze względu na pobór wody do chłodzenia reaktora. W przypadku zakłóceń należy spodziewać się zmian jedynie w odniesieniu do zakłóceń akustycznych. Znaczenie tego jest raczej ograniczone, ponieważ w okresie eksploatacji zakłócenia będą pochodzić wyłącznie z Doel 4. Ponadto jest to hałas istniejący, ciągły i przewidywalny, dlatego nie oczekuje się znaczącego wpływu na pobliskie gatunki zwierząt i ptaków.

Skutki eksploatacji Doel 4 w zakresie osadów zakwaszających i eutrofizujących są nieistotne. Ponadto inne czynniki, takie jak jakość wody w Skaldzie, są znacznie bardziej decydujące dla stanu troficznego w tym miejscu. Jednakże w odniesieniu do depozycji azotu można oczekiwać pozytywnych skutków „unikniętych emisji” związanych z 10-letnią dodatkową produkcją energii jądrowej.

Zrzut wody z chłodzenia, wody sanitarnej i wody przemysłowej spowoduje pogorszenie jakości wody, które w Doel jest jednak ograniczone wyłącznie do strefy w obrębie falochronu. Unika się zatem znaczących skutków dla ekosystemu Skaldy jako całości. Również lokalnie nie ma przesłanek, aby uznać te skutki za szkodliwe dla występujących tam organizmów. Biorąc pod uwagę wyznaczenie samej Skaldy jako obszaru objętego dyrektywą siedliskową oraz potencjalne znaczenie tej strefy dla ptaków z obszaru objętego dyrektywą ptasią, jest to ważny wniosek.

W przypadku Tihange z analizy wynika, że skutki projektu dla środowiska wodnego nie są aż takie, iż stanowiłyby przeszkodę dla strategii ochrony odpowiednich ekosystemów, biorąc pod uwagę środki podjęte przez operatora obiektu, niezależnie od tego, czy zostały wprowadzone na mocy przepisów udzielonego mu pozwolenia środowiskowego, czy też nie (kontrola zrzutów, system usuwania itp.). Biorąc pod uwagę, że Moza w pobliżu elektrowni jądrowej Tihange nie ma dużej wartości ekologicznej (głównie gatunki pospolite i wszechobecne) i że tylko jeden z trzech reaktorów ma pozostać w eksploatacji przez kilka najbliższych lat, nie oczekuje się negatywnych zmian w środowisku wodnym.

Zakłócenia dla fauny związane z obecnością ludzi (hałas, oświetlenie itp.) nie są uważane za znaczące w przypadku elektrowni jądrowej Tihange 3, ponieważ znajduje się ona w regionie o wysokim stopniu urbanizacji, a operator podjął środki celem ograniczenia skutków akustycznych jej pracy. Na miejscu podjęto również środki mające na celu zwiększenie lokalnej bioróżnorodności.

Wpływ eksploatacji reaktora Tihange 3 na osadzanie się kwasów nie będzie znaczący. Podobnie jak w przypadku Doel 4 można nawet założyć pozytywny wpływ, ponieważ energia elektryczna, produkowana przez reaktor jądrowy, nie

będzie musiała być wytwarzana przez elektrownie w układzie gazowo-parowym z turbiną gazową (CCGT - *Combined Cycle Gas Turbine*), które emitują znacznie więcej spalin odpowiedzialnych za zakwaszenie i depozycję azotu.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe elementy, można stwierdzić, że dożywotnia eksploatacja Tihange 3 nie jest niezgodna z celami ochrony określonymi w ustawodawstwie walońskim (belgijskim).

Eksploatacja KC Doel i CN Tihange może mieć wpływ na jakość powietrza. Głównymi źródłami o takim potencjalnym wpływie są kotły parowe i silniki Diesla, które jednak pracują tylko przez ograniczoną liczbę godzin rocznie. W miarę wycofywania z eksploatacji kolejnych instalacji spalania, po zamknięciu pozostałych reaktorów w obu zakładach, ich wpływ będzie się ciągle zmniejszał.

Obliczenia oddziaływania w przypadku KC Doel pokazują, że jej wpływ na jakość powietrza atmosferycznego jest nieistotny (mniej niż 1% zastosowanych wartości dopuszczalnych lub testowych). Nie ma zatem potrzeby stosowania środków łagodzących.

Jeżeli okres eksploatacji elektrowni Doel 4 i Tihange 3 nie zostałby przedłużony, energia elektryczna musiała by być wytwarzana przy użyciu (częściowo) paliw kopalnych. Emisje powstające w takim procesie (które można uznać za niezrealizowane w przypadku wydłużenia okresu eksploatacji Doel 4 i Tihange 3) są znacznie wyższe niż emisje powstające podczas pracy Doel 4 i Tihange 3, a zatem ich wpływ na jakość powietrza byłby większy.

Emisje gazów cieplarnianych związane z eksploatacją Doel 4 i Tihange 3 wynoszą około 31 kton (łącznie) w całym okresie przedłużenia ich pracy. Emisje gazów cieplarnianych, których uda się uniknąć dzięki dłuższemu utrzymaniu pracujących bloków Doel 4 i Tihange 3, są innego rzędu. W całym okresie, opóźnienie w likwidacji obu reaktorów pozwoli uniknąć emisji około 24 830 kton CO_{2eq} (równoważnika dwutlenku węgla). Jest to równoznaczne rocznej oszczędności odpowiadającej prawie 20% emisji w sektorze „produkcja energii elektrycznej i ciepła” w Belgii w roku 2021 (12.8 Mton). Jeśli porównamy to z emisjami uwolnionymi w wyniku eksploatacji reaktorów Doel 4 i Tihange 3 w tym samym okresie (razem 31 kton), widzimy, że emisje z obu reaktorów w okresie objętym pozwoleniem na cały dodatkowy okres eksploatacji stanowią łącznie jedynie około 0.12% emisji, których uda się uniknąć w tym samym okresie.

Ani Doel 4 ani Tihange 3 nie mają wpływu na odporność ich otoczenia na skutki zmiany klimatu, w okresie referencyjnym. W perspektywie czasowej przedłużenia okresu użytkowania oba obiekty nie są również podatne na skutki zmian klimatu, a sytuacja ta jest niezależna od tego, czy okres użytkowania Doel 4 i Tihange 3 zostanie przedłużony, czy też nie.

Projekt nie ma znaczącego wpływu na zdrowie. Legionella nigdy w przeszłości nie stanowiła problemu ze względu na podjęte środki, a w przypadku Doel również ze względu na szczególne warunki (słonawa woda zasilająca), i nie ma powodu, aby sądzić, że w okresie przedłużonej eksploatacji będzie inaczej. W odniesieniu do postrzegania ryzyka w związku z wypadkami o charakterze promieniotwórczym można stwierdzić, że takie ryzyko istnieje, ale nie można udowodnić jego związku z objawami psychosomatycznymi. Ponadto można potwierdzić, że przedłużenie okresu eksploatacji Doel 4 i Tihange 3 znacznie zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia przerwy w dostawach prądu (zwłaszcza w pierwszych latach tego okresu), co ma pozytywny wpływ na uniknięcie skutków dla zdrowia i bezpieczeństwa, które mogą być związane z przerwami w dostawie prądu. Wreszcie można wskazać, że pod względem bezpieczeństwa zewnętrznego nie oczekuje się znaczącego wzrostu ryzyka w wyniku przyznania tego dodatkowego czasu użytkowania.

10.2 Oddziaływanie radiologiczne

10.2.1 Oddziaływanie na ludzi i środowisko podczas normalnej eksploatacji

Narażenie na promieniowanie jonizujące podczas normalnej eksploatacji i związane z tym oddziaływanie na ludzi i środowisko wynika z jednej strony z bezpośredniego promieniowania pochodzącego z obiektów, a także radioaktywnych zrzutów substancji gazowych i ciekłych. Dawka wynikająca z bezpośredniego narażenia na promieniowanie na granicy z zakładami i poza nimi jest bardzo mała i niewykrywalna. Nie da się jej odróżnić od naturalnych zmian promieniowania tła. Promieniowanie zewnętrzne maleje również gwałtownie wraz z odległością (prawo odwrotności kwadratu odległości).

Jeżeli eksploatacja Doel 4 i Tihange 3 zostanie przedłużona o kolejne 10 lat poza rok 2025, zrzuty substancji ciekłych i gazowych przy normalnej eksploatacji będą na tym samym poziomie, co zrzuty wynikające z eksploatacji Doel 4 i Tihange 3 obecnie i w ostatnich latach. Zrzuty te stanowią ułamek limitu zrzutów ustanowionych w pozwoleniach na eksploatację KC Doel i CN Tihange, a o dawce decydują głównie zrzuty gazowe węgla 14 (C- 14). Ten radionuklid, również występujący naturalnie, jest wytwarzany podczas pracy reaktora przez neutrony uwalniane podczas rozszczepienia jądra atomowego.

Dawka efektywna wynikająca z realizacji Projektu (wydłużenie działalności Doel 4 i Tihange 3 o kolejne 10 lat) z powodu zrzutów gazowych i ciekłych szacowana jest na 0.010 mSv/rok dla najbardziej narażonej osoby (osobnika krytycznego) i to dla 10-letniego okresu ciągłej eksploatacji. Jest to dawka znikoma, znacznie poniżej ustawowego limitu 1 mSv/rok. Narazenie w Belgii na promieniowanie naturalne wynosi 2.4 mSv. Efektywna dawka 0.010 mSv/rok odpowiada dodatkowej dawce, którą otrzymalibyśmy od promieniowania kosmicznego podczas 2-tygodniowego urlopu w górach. Co więcej, dawka ta jest bardzo ostrożnym szacunkiem (osoba krytyczna oznacza najbardziej wrażliwą grupę wiekową, w miejscu maksymalnego narażenia, żywność pochodzącą z miejsca o najwyższym stężeniu radionuklidów itp.).

Biorąc pod uwagę ostateczne wyłączenie, zgodnie z aktualnym kalendarzem, pozostałych reaktorów w obu obiektach, oczekuje się, że po roku 2025 narazenie związane z działalnością w obiektach KC Doel i CN Tihange zmniejszy się, nawet przy rozbudowie Doel 4 i Tihange 3, w porównaniu z sytuacją w ostatnich latach. Typowa dawka skuteczna dla jednostki krytycznej zrzutów gazowych i ciekłych została w ostatnich latach oszacowana na około 0.02 mSv/rok dla KC Doel i 0.03-0.05 mSv/rok dla CN Tihange w zależności od rozpatrywanego okresu i założeń. Po roku 2025 i wraz z rozbudową Doel 4 i Tihange 3 dawka efektywna zmniejszy się od 0.017 do 0.013 mSv/rok dla całego terenu KC Doel i od 0.020 do 0.015 mSv/rok dla CN Tihange w rozważanym okresie realizacji Projektu. Spadek ten wynika z faktu, że oczekuje się spadku zrzutów w funkcji czasu po zamknięciu Doel 1, 2 i 3 w przypadku KC Doel oraz Tihange 1 i 2 w przypadku CN Tihange. Wpływ na środowisko jest również nieistotny i będzie się nadal zmniejszał w odniesieniu do wszystkich zakładów KC Doel i CN Tihange, nawet jeśli działalność Doel 4 i Tihange 3 ulegnie przedłużeniu. Monitorowanie zrzutów gazów i cieczy oraz kontrolowanie środowiska w ramach programu nadzoru radiologicznego i specjalnego programu realizowanego przez operatora będzie stale badać ich wpływ na ludzi i środowisko. Biorąc pod uwagę, że dawki i wpływ na ludzi i środowisko na granicy terenu są niewielkie, w warunkach normalnej eksploatacji nie wystąpią również skutki transgraniczne.

Na koniec chcielibyśmy zauważyć, że w okresie realizacji projektu może zostać rozpoczęta likwidacja jednego lub kilku innych reaktorów. Może to mieć wpływ na sytuację radiologiczną, ale nie jest przedmiotem niniejszej oceny oddziaływania na środowisko. W tym zakresie wymagana jest odrębna OOS.

10.2.2 Wpływ na ludzi i środowisko w razie awarii/wypadku

W przypadku reaktorów Doel 4 i Tihange 3 zbadano dwa wypadki/awarie projektowe (a więc związane z warunkami awaryjnymi na które obiekt został zaprojektowany), a mianowicie wypadek związany z utratą chłodziwa (*LOCA - Loss Of Coolant Accident*) oraz wypadek związany z obsługą paliwa (*FHA - Fuel Handling Accident*). Wypadki te można uznać za typowe dla tego typu awarii. Ponadto uwzględniono jedną awarię wykraczającą poza wypadki projektowe - całkowite wygaszenie zasilania (*CSBO - Complete Station Blackout*) ze stopieniem rdzenia (którą to sytuację można z kolei uznać za reprezentatywną dla tego typu awarii). Skutki obu tych awarii mieszczą się w granicach danych ogólnych, zgodnie z art. 37 traktatu Euratom. Do oceny skutków wykorzystano jednak także oceny zgodne z wytycznymi FANC-AFCN/Bel-V dla nowych instalacji klasy 1. Wyniki tej analizy również mieszczą się w granicach danych ogólnych, zgodnie z art. 37 traktatu Euratom. Ścisłe rzecz biorąc, ta ostatnia ocena nie ma tu zastosowania, ponieważ Doel 4 i Tihange 3 są już istniejącymi instalacjami klasy 1. Jest to jednak jedyna analiza, która została wykorzystana do oceny skutków w przypadku awarii typu CSBO, i zapewnia wgląd w szerszy zakres możliwych skutków związanych z awarią, takich jak poziomy skażenia, niż w przypadku awarii opartych na założeniach projektowych (LOCA i FHA).

Mimo iż reaktory Doel 4 i Tihange 3 są tego samego typu i mocy, można zaobserwować różnicę w skutkach dla tego samego scenariusza awarii. Wynika to dokładnie z różnic w ich konstrukcji (objętość budynku reaktora, szybkość wycieku na zewnątrz, ...) oraz reakcji systemów bezpieczeństwa na ilość substancji radioaktywnej odprowadzanej do środowiska, ale także z wysokości odprowadzania (wysokość komina) w przypadku wypadków w obu obiektach.

Należy ponadto zauważyć, że dokonano ostrożnych szacunków, zarówno w odniesieniu do ilości uwolnionych substancji promieniotwórczych w wypadkach (w ramach rozważanych scenariuszy), jak i obliczeń skutków takiego wycieku. Oznacza to, że w przypadku rzeczywistej awarii w wyniku rozważanych scenariuszy (z uwzględnieniem działania systemów bezpieczeństwa) skutki zawsze lub prawie zawsze będą mniejsze.

W przypadku Tihange 3, dla trzech rozważanych awarii (LOCA, FHA i CSBO), zgodnie z wytycznymi dla nowych instalacji klasy 1, nie występują przekroczenia dawki skutecznej i równoważnej tzw. dawki tarczycowej (względem tarczycy) podczas awarii, w odniesieniu do określonych poziomów odniesienia przy podjęciu natychmiastowych, pilnych środków ochronnych, takich jak schronienie, ewakuacja lub przyjmowanie stabilnego jodu (nie uwzględniono spożycia skażonej żywności, ponieważ można go łatwo uniknąć). Dawka skuteczna jest najwyższa w przypadku awarii spoza listy wypadków projektowych (CSBO) i wynosi 4.29 mSv w czasie trwania awarii (5 mSv w ciągu 24 godzin to poziom odniesienia w przypadku schronienia się¹). Dawka ta jest porównywalna z dawką, jaką przeciętny Belg otrzymuje rocznie zarówno od promieniowania naturalnego, jak i pochodzącego z medycznych zastosowań diagnostycznych. Dawka promieniowania na tarczycę została w tym wypadku ograniczona dzięki systemowi wentylacji z filtrem ochronnym (CFVS - *Containment Filter Venting System*), który zgodnie z licencją eksploatacyjną musi być stosowany w takim wypadku. System ten w znacznym stopniu filtruje występujący jod i aerozole (w tym Cs-137 o długim czasie życia), w związku z czym dawka skuteczna wynika w dużej mierze z promieniowania pochodzącego od radioaktywnych gazów szlachetnych znajdujących się w chmurze promieniotwórczej.

Spośród rozpatrywanych wypadków wypadek FHA zagraża tarczycy największą dawką (4.95 mSv w przypadku Tihange, dla grupy wiekowej 1-2 lata). Wynika ona z wyładowania izotopów jodu. W tym wypadku oraz w wypadku LOCA istnieje możliwość, że łańcuch pokarmowy zostanie skażony radioaktywnym jodem i konieczne będzie zastosowanie środków zaradczych. Biorąc pod uwagę ograniczony okres połowicznego rozpadu izotopów jodu, skażenie będzie ograniczone w czasie. Skażenie radionuklidami o długim czasie życia, takimi jak Cs-137, jest bardzo ograniczone (tylko LOCA), w związku z czym nie przewiduje się oddziaływania na łańcuch pokarmowy w rozpatrywanych scenariuszach awarii. Dawka skuteczna w całym okresie życia (ponad 50 lat w przypadku osób dorosłych i do 70 lat w przypadku innych grup wiekowych) spowodowana wypadkami jest ograniczona i wynosi znacznie poniżej 1 Sv. Transgraniczne oddziaływanie wszystkich rozważanych awarii w przypadku Tihange 3 jest bardzo ograniczone ze względu na odległość od krajów sąsiednich. Dawki są ograniczone, a skażenie radioaktywnym jodem jest możliwe, ale zostanie oszacowane w sposób zachowawczy na końcu trwania podjętych środków zaradczych.

W przypadku rozważanych awarii reaktora Doel 4, odpowiadających Tihange 3, zgodnie z analizą nowych zakładów klasy 1, dawka skuteczna jest najwyższa w przypadku awarii CSBO. Wynosi 8.89 mSv, i tym samym przekracza poziom wymagany do schronienia się (5 mSv w ciągu 24 h), ale nadal jest znacznie niższa w porównaniu z poziomem odniesienia przewidzianym dla konieczności ewakuacji (50 mSv w ciągu 1 tygodnia). Równoważne dawki dla tarczycy są w Doel 4 podobne w przypadku LOCA jak i w przypadku FHA i wynoszą około 35 mSv (grupa wiekowa 1 -2 lata). Wartości te są wyższe niż poziom referencyjny dla stabilnego stężenia jodu dla dzieci i kobiet w ciąży (równoważna dawka dla tarczycy 10 mSv). Również w przypadku rozważanych wypadków projektowych dla reaktora Doel 4, w oparciu o zachowawcze szacunki depozycji izotopu jodu, otrzymane wartości dla łańcucha pokarmowego zostaną przekroczone, a w konsekwencji konieczne może być zastosowanie środków zaradczych (najczęściej mleko, warzywa liściaste i mięso). Jednocześnie w przypadku scenariusza dotyczącego awarii CSBO dla Doel 4 nie można wykluczyć, że przekroczony zostanie przyjęty poziom stężenia w glebie wynoszący 4000 Bq/m², a zatem konieczne będzie zastosowanie środków zaradczych w łańcuchu żywnościowym. W tym wypadku depozycja jodu jest jednak mniejsza niż w wypadkach projektowych (LOCA i FHA). Dla wszystkich scenariuszy awarii, ze względu na ograniczony czas połowicznego rozpadu głównych izotopów jodu, będzie ona również ograniczona w czasie (okres połowicznego rozpadu wynosi 8.02 dnia dla I-131). Skażenie radionuklidami o długim czasie życia, takimi jak Cs-137, będzie bardzo ograniczone i nie będzie wymagało zastosowania środków zaradczych w ramach rozważanych scenariuszy. W związku

¹ Poziomy odniesienia nie powinny być traktowane jako limity. W rzeczywistej sytuacji schronienie byłoby być może zalecane, częściowo z powodu niepewności istniejącej w każdej sytuacji związanej z wypadkiem, ale również dlatego, że ograniczenie narażenia (optymalizacja dawki) może być rozważone w stosunku do niekorzystnych skutków schronienia, zgodnie z zasadą ostrożności.

z tym już rok po wypadku nie należy spodziewać się stosowania żadnych środków zaradczych. Ponadto dawki skuteczne w całym okresie życia są znacznie niższe niż 1 Sv w przypadku scenariuszy awarii dla reaktora Doel 4.

Transgraniczne skutki awarii pozostają ograniczone, we wszystkich rozważanych scenariuszach awarii, zarówno w przypadku Doel 4 jak i Tihange 3 nie ma konieczności stosowania w sąsiednich krajach bezpośrednich środków zaradczych, takich jak schronienie się, ewakuacja lub przyjmowanie stabilnego jodu celem ochrony tarczycy. Głównie w Holandii, ze względu na bliskość Doel 4, możliwe jest skażenie łańcucha pokarmowego izotopami jodu, gdzie mogą być wymagane środki zaradcze. W innych krajach sąsiadujących jest to bardzo mało prawdopodobne, zarówno w przypadku Doel 4 jak i Tihange 3, ale nie można tego całkowicie wykluczyć. Skażenie izotopami jodu jest jednak krótkotrwałe ze względu na krótki czas ich życia. Natomiast skażenie radionuklidami o długim czasie życia, takimi jak Cs-137, jest bardzo ograniczone i nie wymaga stosowania środków zaradczych. Dawka niebezpieczna wynikająca z rozważanych scenariuszy wypadków jest zatem bardzo ograniczona we wszystkich państwach sąsiadujących.

W odniesieniu do oddziaływania na faunę i florę, na podstawie ilości uwolnionych substancji i związanych z nimi osadów w różnych scenariuszach wypadków, można oczekiwać bardzo umiarkowanego lub nieistotnego oddziaływania w przypadku reaktora Doel 4 oraz nieistotnego w przypadku Tihange 3. Również w tym przypadku są to ostrożne szacunki.

Biorąc pod uwagę, że po 2025 r., zgodnie z obecnym harmonogramem, Doel 4 i Tihange 3 będą jedynymi reaktorami w zakładach KC Doel i CN Tihange wykorzystywanymi do produkcji energii elektrycznej, prawdopodobieństwo poważnego wypadku w obu zakładach maleje. Po ostatecznym wyłączeniu pozostałych reaktorów radioaktywność gwałtownie spadnie, wypadek będzie nadal możliwy (np. z powodu utraty chłodzenia), ale potencjalne uwolnienia radioaktywne, a tym samym potencjalne skutki, będą szybko maleć w funkcji czasu. Wpływ ewentualnych zdarzeń wieloelementowych w obu obiektach (wypadki obejmujące większą liczbę instalacji, jak w przypadku awarii w Fukushima Dai-ichi) będzie zatem również mniejszy po 2025 r. Prawdopodobieństwo jednoczesnego wystąpienia awarii w elektrowni Doel 4 i Tihange 3 jest jeszcze niższe niż w przypadku zdarzeń wieloelementowych w tym samym obiekcie, ze względu na fizyczną odległość między obiektami obu reaktorów.

10.2.3 Wpływ na powstawanie odpadów radioaktywnych oraz zużytego paliwa

W Belgii ONDRAF/NIRAS (Krajowa Agencja ds. Odpadów Radioaktywnych i Wzbogaconych Materiałów Rozszczepialnych) klasyfikuje odpady radioaktywne w trzech kategoriach. Kategoria A dotyczy nisko- i średnio-aktywnych odpadów o krótkim czasie życia, kategoria B grupuje nisko- i średnio-aktywne odpady o długim czasie życia, a kategoria C zawiera wysokoaktywne odpady o długim czasie życia, powstające głównie z wypalonego paliwa.

Przedłużenie o 10 lat eksploatacji bloków Doel 4 i Tihange 3 spowoduje powstanie dodatkowej ilości odpadów o niskim i średnim poziomie radioaktywności, szacowanej w oparciu o średnie długoterminowe na łącznie 864 m³. Są to głównie odpady kategorii A, z jedynie ograniczoną ilością odpadów kategorii B, które mogą obejmować niektóre żywice i filtry. W porównaniu z ~50 000 m³ odpadów kategorii A, obecnie uwzględnionych jako wartość źródłowa w dokumentacji bezpieczeństwa składowania na powierzchni ziemi, stanowi to marginalny wzrost (~1,7%).

Zakładając, że ilość odpadów kategorii B jest znikoma, dodatkowa ilość odpadów wyniesie około 2161 beczek 400-litrowych, które zostaną zapakowane w 540 jednostek (monolitów) przeznaczonych do unieszkodliwiania na powierzchni w planowanym w tym celu obiekcie w Dessel, dla którego trwa obecnie procedura wydawania zezwoleń. Pojemność (objętościowa) składowiska wyniesie 34 moduły, z dużą rezerwą wynoszącą 20% lub 5.4 moduły, aby uwzględnić niepewność związaną z przyszłą produkcją odpadów kategorii A. Dodatkowe odpady, które powstałyby w wyniku 10-letniego przedłużenia działalności przez Doel 4 i Tihange 3, zajmą z tego 0.6 modułu. Ponieważ jest to przedłużenie istniejącej działalności, w wyniku którego powstają rodziny odpadów o znanych właściwościach, nie przewiduje się dalszych skutków zarówno dla krótko-, jak i długoterminowej gospodarki odpadami.

Oszacowano również skumulowaną liczbę elementów paliwowych, które zostaną zużyte podczas dodatkowego okresu 10 lat w Doel 4 i Tihange 3. Dla obu bloków łącznie wydłużenie eksploatacji spowoduje dodatkowe zużycie około 810 elementów paliwowych (typu UOX 14ft). W odniesieniu do całego belgijskiego parku reaktorów, odpowiada to nadwyżce 7.3% w liczbie prętów paliwowych lub 8.9% w tonach metali ciężkich (tHM).

Biorąc pod uwagę tę stosunkowo ograniczoną ilość i zakładając, że będą one miały właściwości podobne do

istniejących zespołów paliwowych, nie przewiduje się żadnych skutków dla dalszego zarządzania nimi. Odłożenie terminu wygaszania reaktorów Doel 4 i Tihange 3 spowoduje rozłożenie w czasie odłączenia od sieci poszczególnych bloków w obu elektrowniach, co w przeciwnym razie byłoby czasowo bardzo skomasowane, na kilka lat. Dzięki budowanym i licencjonowanym instalacjom SF2 w Doel i Tihange pojemność magazynowa w tych lokalizacjach będzie wystarczająca, aby oczekiwać na decyzję dotyczącą długoterminowego zarządzania.

Podczas działań likwidacyjnych/wygaszania powstają duże ilości strumieni materiałów, z których większość można poddać recyklingowi. Jednakże serce elektrowni, tj. zbiornik reaktora i części wewnętrzne, trzeba uznać za odpady promieniotwórcze. Klasyfikacja odpadów (kategoria A lub B) opiera się na stężeniu promieniotwórczym radionuklidów istotnych dla bezpieczeństwa, a zatem zależy od strumienia neutronów generowanych podczas pracy reaktora oraz czasu trwania napromieniowania. Obliczenia aktywacji różnych składników pobranych próbek wykazały, że ogólna aktywność prawie nie wzrasta, a niewielka frakcja izotopów o długim czasie życia (które są istotne w przypadku zarządzania długoterminowego) wzrośnie o około 25 %, proporcjonalnie do czasu trwania 10-letniego okresu przedłużenia eksploatacji. Oczekuje się, że ten ograniczony wzrost aktywności spowodowany przedłużeniem okresu eksploatacji będzie miał niewielki lub żaden wpływ na wyznaczenie strefy przejściowej pomiędzy odpadami kategorii A i kategorii B. W związku z tym nie oczekuje się żadnych istotnych przesunięć w objętościach poszczególnych odpadów.

11 Wpływ transgraniczny

11.1 Doel 4

Większość skutków nieradiologicznych, które można oczekiwać aż do końca działalności reaktora Doel 4, ogranicza się do bezpośredniego sąsiedztwa elektrowni jądrowej i ma ograniczoną wielkość. Nie powodują one zatem skutków transgranicznych. Tylko w przypadku kwestii „wody” mogą wystąpić (ograniczone) skutki transgraniczne. Na podstawie monitorowania temperatury Skaldy w pobliżu granicy holenderskiej (w odległości ok. 3.4 km od punktu zrzutu) wpływ na środowisko wody pochodzącej z chłodzenia reaktora można co najwyżej uznać za ograniczony, chociaż negatywny, co oznacza, że wzrost temperatury spowodowany zrzutem będzie mniejszy niż 1°C. I będzie on w sposób ciągły mała w dół rzeki, w tym na terytorium Holandii.

Jeżeli okres eksploatacji Doel 4 nie zostanie przedłużony, celem zastąpienia utraconych zdolności w produkcji energii elektrycznej trzeba będzie zastosować inne środki jej wytwarzania. W takim przypadku nie można *a priori* wykluczyć efektów transgranicznych. Jednak ich znaczenie i charakter będą silnie zależały od miejsc, w których przewiduje się (teoretycznie) zastępcze moce produkcyjne, od charakterystyki technicznej tych zakładów i ich parametrów licencyjnych.

Jak widać, zrzuty substancji radiologicznych gazowych i ciekłych powstałych w wyniku eksploatacji wszystkich bloków KC Doel mają znikomy i nieobserwowalny wpływ (rzędu 0.02 mSv/rok) dla hipotetycznej najbardziej narażonej osoby znajdującej się tuż przy obiekcie KC Doel. Dawka, która mogłaby pochodzić od bezpośredniego promieniowania z terenu zakładu, pozostaje w zakresach naturalnych zmian. Biorąc pod uwagę, że oddziaływanie może zmniejszać się jedynie wraz z odległością (rozcieńczenie w przypadku zrzutów i prawo odwrotności kwadratu w przypadku promieniowania bezpośredniego), można stwierdzić, że w przypadku normalnej eksploatacji KC Doel, a zatem również w przypadku wydłużenia okresu tej eksploatacji, nie należy oczekiwać żadnych skutków transgranicznych dla ludzi i środowiska.

Obliczenia transgranicznego wpływu radiologicznego dla różnych scenariuszy awarii wykazują, że dawki w Holandii, a także w innych krajach sąsiadujących, będą niższe od typowych wartości zalecanych dla zastosowania bezpośrednich środków zaradczych (takich jak schronienie się lub przyjmowanie tabletek jodu). W przypadku izotopów jodu w Holandii może zaistnieć konieczność zastosowania środków zaradczych w łańcuchu pokarmowym, podobnych do tych w Belgii, ze względu na bliskość tego kraju do reaktora. W pozostałych krajach sąsiadujących depozycje, w przypadku których konieczne byłoby zastosowanie środków zaradczych dla łańcucha pokarmowego, są bardzo mało prawdopodobne, ale w bardzo niekorzystnych warunkach meteorologicznych nie można jednak całkowicie wykluczyć wystąpienia awarii typu LOCA. Jednak, jeżeli dojdzie do oddziaływania na łańcuch pokarmowy, w tym na terenie Holandii, będzie ono krótkotrwałe (brak znaczącej depozycji/osadzania się radionuklidów o długim czasie życia, takich jak Cs-137). W związku z tym wpływ radiologiczny na kraje sąsiednie będzie ograniczony.

11.2 Tihange 3

CN Tihange znajduje się w odległości, odpowiednio 38 km i 58 km od granicy z Holandią i Niemcami.

Większość skutków nieradiologicznych wynikających z odroczenia terminu wygaszenia reaktora Tihange 3 ogranicza się do bezpośredniego sąsiedztwa elektrowni jądrowej. Mają one ograniczoną skalę i dlatego nie prowadzą do skutków transgranicznych.

Jedynie zrzut wody pochodzącej z chłodzenia, który wpływa na temperaturę Mozy, mógłby oddziaływać na większej odległości. Jednak biorąc pod uwagę dane dotyczące temperatury Mozy z ostatniej stacji monitorowania przeprowadzonej w Holandii, wpływ zrzutu wody pochodzącej z chłodzenia można uznać za nieistotny (mniej przekroczeń temperatury 25°C i brak przekroczeń 28°C dziennie w ciągu ostatnich 3 lat).

Należy zauważyć, że nie można wykluczyć kilku oddziaływań transgranicznych w ramach linii podstawowej, jeśli wyłączenie nie zostanie odłożone. Znaczenie i charakter tych oddziaływań zależą będzie w dużej mierze od miejsc, w których planowane są (teoretycznie) zastępcze moce produkcyjne, od charakterystyki technicznej tych zakładów i ich parametrów licencyjnych.

Jak widać, zrzuty substancji promieniotwórczych gazowych i ciekłych pochodzące z eksploatacji wszystkich jednostek CN Tihange mają znikomy i niezauważalny wpływ (rzędu 0.044 mSv/rok) na hipotetyczną, najbardziej narażoną osobę znajdującą się tuż obok obiektu CN Tihange. Dawka, która mogłaby pochodzić z bezpośredniego promieniowania z terenu obiektu, mieści się w zakresie naturalnych zmian. Biorąc pod uwagę, że oddziaływanie może zmniejszać się jedynie wraz z odległością (rozcieńczenie w przypadku zrzutów i prawo odwrotności kwadratu w przypadku promieniowania bezpośredniego), można stwierdzić, że w przypadku normalnej eksploatacji CN Tihange, a zatem również w przypadku wydłużenia okresu tej eksploatacji, nie należy oczekiwać żadnych skutków transgranicznych dla ludzi i środowiska.

Dawki obliczone dla rozważanych awarii w Tihange 3 w przypadku krajów sąsiadujących są tak małe, że nie są wymagane żadne natychmiastowe środki zaradcze, takie jak schronienie się lub podawanie stabilnego jodu. Nie można całkowicie wykluczyć potrzeby zastosowania bardzo ograniczonych i krótkoterminowych środków związanych z łańcuchem pokarmowym. Depozycja radionuklidów o długim czasie życia jest bardzo ograniczona, a zatem wpływ radiologiczny tych awarii również pozostaje ograniczony.

12 Środki łagodzące

Ze względu na (bardzo) ograniczone nieradiologiczne oddziaływanie projektu, środki łagodzące nie stanowią problemu. Można jednak sformułować pewne zalecenia dla kwestii dotyczącej oddziaływania na wody.

W przypadku obiektu Doel obejmują one:

1. Zapobieganie odprowadzaniu wód gruntowych i pochodzących z chłodzenia reaktora do kanalizacji mieszanej oraz odseparowanie kanalizacji dla wód opadowych (np. w nowych projektach lub pracach konserwacyjnych), co skutkuje rozcieńczeniem ścieków i częstymi przelewami.
2. Dalszą optymalizację oczyszczania ścieków w celu trwałego rozwiązania dawnych tzw. wąskich gardeł (azotyny, AOX), bardziej konsekwentny pomiar szeregu innych parametrów w celu sprawdzenia zgodności z normami zrzutu.
3. Wystarczająco odporne na powodzie i zmiany klimatu przyszłe przebudowy i remonty, aby w przyszłości poradzić sobie ze skutkami intensywniejszych opadów i nie przenosić uciążliwości związanych z wodą na otoczenie.
4. Wyłączenie z eksploatacji Doel 3 (2022) oraz Doel 1 i 2 (2025) można wykorzystać jako okazję do optymalizacji oczyszczania wody i gospodarki wodami (deszczowymi) dla Doel 4.

Poniższe zalecenia dotyczą zarówno Doel jak i Tihange:

1. Odseparować sieci (kanalizację) wód opadowych od sieci ścieków sanitarnych oraz ponownie wykorzystać wody opadowe jako wody sanitarne; maksymalnie unikać używania wody miejskiej.

2. Zmiękczać (infiltrować), budować tzw. zielone dachy lub elementy wodne (buforowanie) na terenie, aby zmniejszyć efekt wyspy ciepła, zatrzymywać i magazynować wodę (deszczową) bardziej lokalnie i zapobiegać wysychaniu.
3. Przewidywać dostosowanie wydajności chłodzenia na podstawie monitorowania temperatury rzek Skaldy i Mozy.

W odniesieniu do skutków radiologicznych można odwołać się do planowania awaryjnego, którego celem jest radzenie sobie ze skutkami każdej awarii. Skutki radiologiczne podczas normalnej eksploatacji są znikome, a zatem nie są wymagane żadne środki łagodzące w tym zakresie. Można zlecić monitorowanie zrzutów węgla-14 do atmosfery.

13 Luki w wiedzy

13.1 Oddziaływania nieradiologiczne

Luki w wiedzy na temat oddziaływań nieradiologicznych są ograniczone. W kwestii oddziaływania na wody istnieje luka w zrozumieniu dokładnego udziału ścieków z Doel 4 i Tihange 3, a tym samym dokładnego udziału eksploatacji Doel 4 i Tihange 3 w zanieczyszczeniu resztkowym uwalnianym do Skaldy i Mozy. W kwestii powietrza główna luka w wiedzy dotyczy emisji ze spalarni, ponieważ nie są znane wartości pomiarowe ani charakterystyki modeli dla wszystkich instalacji. Poprzez zastosowanie wskaźników emisji pochodzących z literatury i założeń, luki te zostały uzupełnione. Prowadzi to co prawda do zwiększonej niepewności dotyczącej wyników obliczeń oddziaływania, ale nawet po jej uwzględnieniu można stwierdzić, że jest ono nieistotne.

Wreszcie istnieje niepewność co do sposobu uzupełnienia utraconych zdolności produkcyjnych w przypadku wygaszenia Doel 4 i Tihange 3 (jeśli projekt nie zostanie zrealizowany). Oznacza to, że w sytuacji referencyjnej nie można dokładnie oszacować m.in. ich wpływu na jakość powietrza i osadzanie się azotu.

W przypadku Tihange proponuje się sprawdzenie statusu Seveso (*Dyrektywa Seveso III 2012/18/UE*) obiektu po zamknięciu Tihange 1 i 2. Nawet jeśli w takim przypadku elektrownia nie byłaby już klasyfikowana jako obiekt Seveso, należy zwrócić uwagę na zapobieganie wypadkom w celu kontroli potencjalnych zagrożeń dla bezpieczeństwa ludności.

13.2 Oddziaływanie radiologiczne

Przy określaniu wpływu radiologicznego zrzutów substancji promieniotwórczych znaczenie może mieć kilka niewiadomych, takich jak ilość i właściwości zrzucanych radionuklidów (tzw. termin źródłowy), warunki meteorologiczne, lokalizacja i wiek narażonych jednostek oraz lokalne zwyczaje życiowe (np. dieta). W przypadku obliczeń oddziaływań w warunkach normalnej eksploatacji zrzuty są dobrze znane, a warunki meteorologiczne uwzględnia się dla pełnego roku (odniesienia). Ponadto uwzględnia się osobę/jednostkę najbardziej narażoną na oddziaływanie, której nawyki życiowe w zakresie oddziaływania radiologicznego są bardzo zachowawcze. Prowadzi to do zachowawczego oszacowania oddziaływania radiologicznego. W scenariuszach dotyczących wypadków/awarii również przyjęto ostrożne/zachowawcze założenia, ale rzeczywiste narażenie w czasie awarii zależy od dokładnych ilości uwolnionych radionuklidów, konkretnych warunków meteorologicznych (np. lokalnych opadów deszczu) oraz lokalizacji i nawyków ludzi. W razie wypadku można by ewentualnie uzupełnić środki zaradcze o takie jak schronienie się, przyjmowanie stabilnego jodu czy ewakuacja. Niezależnie od opisanych powyżej niepewności, w przypadku normalnej eksploatacji obiektów dawki, na które narażeni byłiby ludzie, są bardzo niskie (znacznie mniejsze niż 1 mSv/rok), i nawet w sytuacjach awaryjnych w większości przypadków dla całej lub większości narażonej populacji otrzymana dawka będzie ograniczona. Dawki będą zatem znacznie niższe od tych w przypadku wystąpienia skutków deterministycznych (skutków deterministycznych należy unikać przez cały czas, nawet w sytuacjach awaryjnych), ale także prawie zawsze znacznie niższe od dawek skutecznych, w przypadku których badania epidemiologiczne mogą stochastycznie wykazać skutki promieniowania (wystąpienie nowotworów i skutków genetycznych). Dzieje się tak dlatego, że prawdopodobieństwo wystąpienia tych skutków jest bardzo niskie przy tak niskich dawkach, i to na dodatek przy wysoce spontanicznym występowaniu tych samych skutków. Wprawdzie, kierując się zasadą ostrożności, wiążemy możliwość wystąpienia efektów stochastycznych z każdą dodatkową ekspozycją (dawką), jakkolwiek niską, to jednak nie można z całą pewnością potwierdzić tego wystąpienia, wiemy jedynie z całą pewnością,

że prawdopodobieństwo tego wystąpienia jest bardzo małe lub wręcz nie istnieje (<0,57% przy dawce skutecznej 100 mSv).

14 Wnioski ogólne

Opóźnienie wygaszania reaktorów Doel 4 i Tihange 3 może spowodować utrwalenie, w okresie 10 lat, szeregu skutków dla środowiska. W ramach oceny oddziaływania na środowisko oceniono, w odniesieniu do kwestii związanych oddziaływaniem na „ludzi” i „bioróżnorodność”, czy skutki te (radiologiczne i nieradiologiczne) można uznać za znaczące. Analizę oddziaływania przeprowadzono również w odniesieniu do szeregu innych zagadnień, w przypadku których istnieją cele polityki, na które może wpłynąć projekt, lub które określają wpływ na ludzi i bioróżnorodność. Ponadto zbadano także „uniknięte skutki” projektu w zakresie emisji gazów cieplarnianych i tlenków azotu oraz ich efekty uboczne w ramach kwestii związanych ze zdrowiem i klimatem. Zajęto się (unikniętymi) skutkami zdrowotnymi, które można przypisać (unikniętej) niepewności dostaw.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że skutki dla systemu wodnego nie są na tyle istotne, aby wpłynąć na stan ekologiczny rzek Skaldy i Mozy, lub aby stanowiły przeszkodę w osiągnięciu dobrego potencjału ekologicznego tych części wód. W obu przypadkach wpływ zrzutów na jakość tych części wód jest nieistotny. W przypadku Doel wpływ na jakość wody występuje jedynie w obrębie falochronu; nie ma wpływu na cele części wód Skalda IV. W przypadku obiektu Doel ocena oddziaływania na środowisko wymaga zwrócenia uwagi na rozwiązanie problemów charakterystycznych dla obecnej działalności, takich jak częste przypadki przepełnienia i stan systemu kanalizacji. W kwestii wody mogą również wystąpić (ograniczone) skutki transgraniczne dla obiektu Doel. Na podstawie monitorowania temperatury Skaldy w pobliżu granicy holenderskiej (w odległości ok. 3,4 km od punktu zrzutu) wpływ zrzutu wody pochodzącej z chłodzenia można uznać co najwyżej za umiarkowanie negatywny, co oznacza, że wzrost temperatury spowodowany zrzutem będzie mniejszy niż 1°C. Ten wzrost temperatury będzie powoli obniżał się z biegiem rzeki, również na terytorium Holandii.

W ramach wątku dotyczącego bioróżnorodności, dla obszaru Doel zbadano skutki projektu w zakresie jakości wód powierzchniowych, efektu bariery, śmiertelności, zakłóceń, bezpośredniego zajęcia terenu oraz eutrofizacji i zakwaszenia. W przypadku efektu bariery i bezpośredniego zajęcia terenu stwierdzono, że nie należy spodziewać się żadnych skutków. W przypadku śmiertelności może wystąpić (ograniczony) wpływ z uwagi na pobór wody chłodzącej. W odniesieniu do zakłóceń potencjalnie ważne są jedynie zakłócenia akustyczne, ale nie oczekuje się żadnego ich istotnego wpływu na pobliskie gatunki. Również w przypadku Tihange można stwierdzić, że zakłócanie fauny przez hałas i oświetlenie nie jest znaczące, ponieważ zakład już znajduje się w regionie o wysokim stopniu zurbanizowania, a ponadto operator podjął środki mające na celu ograniczenie skutków akustycznych działalności zakładu.

W odniesieniu do depozycji azotu można nawet oczekiwać raczej pozytywnych efektów ze względu na emisje, których udało się uniknąć, związane z 10-letnią dodatkową produkcją energii jądrowej. W końcu energia elektryczna, która będzie wytwarzana przez oba reaktory, nie będzie musiała być produkowana przez elektrownie CCGT, które powodowałyby znacznie większe zakwaszenie i depozycję azotu.

Zrzut wody pochodzącej z chłodzenia, wody sanitarnej i wody przemysłowej nie prowadzi do negatywnych skutków ekologicznych, ani lokalnie, ani na poziomie Skaldy. Biorąc pod uwagę wyznaczenie Skaldy jako obszaru objętego dyrektywą siedliskową oraz potencjalne znaczenie tej strefy dla ptaków z pobliskiego obszaru objętego dyrektywą ptasią, jest to ważny wniosek. Również w przypadku Tihange analiza wykazuje, że skutki przedsięwzięcia dla środowiska wodnego nie są takie, aby stanowiły przeszkodę dla celów ochrony powiązanych ekosystemów, przy uwzględnieniu środków podjętych przez operatora obiektu.

Projekt nie powoduje możliwych do uniknięcia i nieodwracalnych szkód w przyrodzie oraz nie ma znaczącego wpływu na stan zachowania siedlisk i gatunków na obszarach specjalnej ochrony w pobliżu obiektów Doel i Tihange.

Wpływ niezrealizowanych emisji (ze względu na wydłużenie czasu działania reaktorów) na cele ochrony obszarów Natura 2000 w innych częściach Belgii będzie prawdopodobnie pozytywny, ale jego znaczenie jest trudne do oszacowania.

Zmierzone poziomy promieniowania w pobliżu Doel i Tihange pozostają znacznie poniżej progów szkodliwych skutków dla fauny i flory. Obliczony wskaźnik dawki dla zrzutów do atmosfery i wody jest również znacznie poniżej

tego prognozy. Można zatem stwierdzić, że obecne limity zrzutów dla rozważanych belgijskich elektrowni jądrowych nie prowadzą do szkodliwych skutków dla fauny i flory, co potwierdzają również wyniki pomiarów w ramach programu monitorowania prowadzonego przez FANC-AFCN i operatora. Jeśli Doel 4 i Tihange 3 będą nadal odpowiednio eksploatowane, ich wpływ radiologiczny na wartości przyrodnicze będzie jeszcze mniejszy. Jest zatem oczywiste, że skutki radiologiczne dłuższego funkcjonowania obu elektrowni nie wpłyną negatywnie na cele ochrony odpowiednich obszarów szczególnej troski.

Jeśli chodzi o konsekwencje w razie awarii/wypadku, dla różnych badanych scenariuszy (i przy zachowawczych założeniach), można stwierdzić na podstawie zrzuconych ilości i związanych z nimi osadów, że wpływ na faunę i florę jest bardzo umiarkowany lub nieistotny w pobliżu Doel 4 oraz nieistotny w pobliżu Tihange 3.

Eksploatacja Doel 4 i Tihange 3 może mieć również wpływ na jakość powietrza. Głównymi źródłami o potencjalnym wpływie są kotły parowe i silniki Diesla, które mają jednak ograniczony roczny czas pracy. W miarę wycofywania z eksploatacji kolejnych instalacji spalania po zamknięciu pozostałych reaktorów w obu zakładach ich wpływ będzie się dalej zmniejszał. Obliczenia wpływu dla KC Doel wykazują, że wpływ na jakość powietrza atmosferycznego jest nieistotny (mniej niż 1% wartości granicznych lub testowych).

Jeżeli okres eksploatacji Doel 4 i Tihange 3 nie zostanie przedłużony, energia elektryczna będzie musiała być wytwarzana przy użyciu (częściowo) paliw kopalnych. Emisje powstałe w tym procesie (które można uznać za „uniknięte” w przypadku wydłużenia okresu eksploatacji Doel 4 i Tihange 3) są znacznie wyższe niż emisje wynikające z eksploatacji Doel 4 i Tihange 3, a zatem ich wpływ na jakość powietrza będzie większy.

Emisje gazów cieplarnianych, które można przypisać eksploatacji Doel 4 i Tihange 3 w okresie obowiązywania licencji na przedłużenie działalności, stanowią jedynie ułamek unikniętych emisji gazów cieplarnianych w tym samym okresie. Roczne emisje, których można uniknąć dzięki dłuższemu utrzymaniu w eksploatacji Doel 4 i Tihange 3, są równoważne prawie 20 % emisji w sektorze „produkcji energii elektrycznej i ciepła” w Belgii w roku 2021 (12.8 mln ton).

Ani Doel 4 ani Tihange 3 nie mają wpływu na odporność otaczającego je środowiska, ani na skutki zmiany klimatu w okresie odniesienia. W perspektywie czasowej wydłużenia okresu eksploatacji oba obiekty nie są również podatne na skutki zmiany klimatu, a sytuacja ta jest niezależna od tego, czy okres eksploatacji Doel 4 i Tihange 3 zostanie przedłużony, czy też nie.

W odniesieniu do zdrowia można oczekiwać (umiarkowanego) pozytywnego wpływu w wyniku uniknięcia określonej ilości emisji NO_x w czasie, gdy elektrownie Doel 4 i Tihange 3 pozostaną dłużej czynne. Nie stwierdzono wyraźnego związku między postrzeganiem ryzyka w odniesieniu do potencjalnych wypadków/awarii jądrowych a występowaniem skutków psychosomatycznych u ludności. Przedłużenie okresu eksploatacji Doel 4 i Tihange 3 znacznie zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia przerwy w dostawie prądu, a tym samym ma pozytywny wpływ na uniknięcie zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa, które mogą być związane z tymi przerwami. Pod względem bezpieczeństwa zewnętrznego nie oczekuje się znaczącego wzrostu ryzyka w wyniku wydłużenia okresu eksploatacji.

Dawkę skuteczną spowodowaną zrzutami gazów i cieczy związanych z wydłużeniem okresu eksploatacji Doel 4 i Tihange 3 szacuje się na 0.010 mSv/rok w przypadku osoby najbardziej narażonej (osoba krytyczna) i to w odniesieniu do 10-letniego okresu ciągłej eksploatacji. Jest to dawka śladowa, znacznie poniżej dopuszczalnego prawem poziomu 1 mSv/rok. Co więcej, dawka ta jest bardzo ostrożnym szacunkiem. Biorąc pod uwagę ostateczne wyłączenie, zgodnie z obecnym kalendarzem, pozostałych reaktorów w obu obiektach, oczekuje się, że po 2025 r., nawet przy przedłużeniu okresu eksploatacji reaktorów Doel 4 i Tihange 3, narażenie związane z działalnością obiektów KC Doel i CN Tihange zmniejszy się w porównaniu z sytuacją w ostatnich latach. Typowa dawka skuteczna dla jednostki krytycznej zrzutów gazowych i ciekłych została oszacowana na około 0.02 mSv/rok dla KC Doel i 0.03-0.05 mSv/rok dla CN Tihange dla ostatnich lat i dla całego obiektu, w zależności od rozpatrywanego okresu i założeń. Po 2025 roku i wraz z przedłużeniem okresu eksploatacji Doel 4 i Tihange 3, dawka efektywna zmniejszy się do 0.017- 0.013 mSv/rok dla całego terenu KC Doel i do 0.020-0.015 mSv/rok dla CN Tihange, dla rozważanego okresu realizacji projektu.

Można stwierdzić, że wydłużenie okresu eksploatacji elektrowni Doel 4 i Tihange 3 nie będzie miało żadnych negatywnych skutków dla zdrowia podczas normalnej eksploatacji, ani ze względu na skutki radiologiczne, ani nieradiologiczne. Przeciwnie, skutki w postaci uniknięcia emisji tlenków azotu i zmniejszenia prawdopodobieństwa przerw w zasilaniu mogą mieć pozytywne skutki dla zdrowia.

W ramach oceny oddziaływania na środowisko zbadano również wpływ projektu na dawkę promieniowania, która byłaby efektem dwóch wypadków projektowych oraz wypadku spoza listy wypadków projektowych. Analiza oparta na dokumentacji bezpieczeństwa elektrowni Doel 4 wykazuje, że dawki skuteczne i równoważne dawki tarczycowe (dla tarczycy) wynikające z obu wypadków obliczone dla elektrowni Doel 4 mieszczą się w ustalonych granicach. Jeśli jednak analiza zostanie przeprowadzona w oparciu o wytyczne FANC (belgijska Federalna Agencja Kontroli Nuklearnej) dla nowych elektrowni klasy 1, kryterium równoważnych dawek dla tarczycy zostanie przekroczone, co oznacza, że w takim przypadku zalecane byłoby przyjmowanie stabilnego jodu w celu jej ochrony. W przypadku awarii (wypadku) projektowej okazuje się, że dawka skuteczna jest tego samego rzędu co w przypadku obu awarii projektowych, ale równoważna dawka dla tarczycy jest niższa. We wszystkich trzech scenariuszach awarii może również dojść do skażenia łańcucha pokarmowego, z typowym przekroczeniem poziomów radioaktywnych izotopów jodu w mleku, warzywach liściastych i mięsie. Biorąc pod uwagę stosunkowo krótki okres połowicznego rozpadu tych izotopów (8.02 dnia dla I-131), skażenie to byłoby ograniczone w czasie.

Analiza oparta na dokumentacji bezpieczeństwa dotyczącej Tihange 3 wykazuje, że dawki efektywne i równoważne dawki tarczycowe wynikające z obu awarii obliczeniowych dla Tihange 3 mieszczą się w ustalonych granicach. Jest to również prawdą, jeżeli analiza jest przeprowadzana na podstawie wytycznych FANC dla nowych instalacji klasy 1. W przypadku awarii spoza listy wypadków projektowych okazuje się, że dawka skuteczna jest tego samego rzędu co w przypadku obu awarii projektowych, ale równoważna dawka dla tarczycy jest niższa.

W związku z tym projekt stwarza ograniczone ryzyko związane z wypadkiem (zarówno wypadkiem projektowym, jak i awarią niebędącą wypadkiem projektowym). W przypadku całego terenu CN Tihange ryzyko to będzie jednak mniejsze, ponieważ w 10-letnim okresie wydłużenia okresu eksploatacji na terenie obiektu będzie nadal eksploatowany tylko reaktor Tihange 3.

Transgraniczne skutki awarii pozostają ograniczone. W przypadku wszystkich rozważanych scenariuszy awarii zarówno dla Doel 4, jak i Tihange 3, w sąsiednich krajach nie ma konieczności wprowadzania bezpośrednich środków zaradczych, takich jak schronienie się, ewakuacja lub przyjmowanie stabilnego jodu celem ochrony tarczycy. Głównie w Holandii, ze względu na bliskość reaktora Doel 4, możliwe jest skażenie łańcucha pokarmowego izotopami jodu, gdzie mogą być wymagane środki zaradcze. W innych krajach sąsiadujących jest to bardzo mało prawdopodobne zarówno w przypadku Doel 4, jak i Tihange 3, ale nie można tego całkowicie wykluczyć. Skażenie izotopami jodu jest jednak krótkotrwałe ze względu na ograniczony czas połowicznego rozpadu. Skażenie radionuklidami o długim czasie życia, takimi jak Cs-137, jest bardzo ograniczone i nie wymaga stosowania środków zaradczych. Dawka niebezpieczna wynikająca z rozważanych scenariuszy wypadków jest zatem bardzo ograniczona we wszystkich państwach sąsiadujących.

Biorąc pod uwagę, że po 2025 r., zgodnie z obecnym harmonogramem, Doel 4 i Tihange 3 będą jedynymi reaktorami w odpowiednich zakładach KC Doel i CN Tihange eksploatowanymi celem wytwarzania energii elektrycznej, prawdopodobieństwo poważnej awarii w obu zakładach maleje.

Wydłużenie okresu eksploatacji bloków Doel 4 i Tihange 3 spowoduje wytworzenie dodatkowej ilości nisko- i średnioaktywnych odpadów promieniotwórczych, szacowanej łącznie na 864 m³ w oparciu o średnie długoterminowe dla obecnie przewidywanego 10-letniego okresu tej eksploatacji. Są to głównie odpady kategorii A, z niewielką ilością odpadów kategorii B. W porównaniu z ~50 000 m³ odpadów kategorii A, obecnie uwzględnionych jako wartość źródłowa w dokumentacji bezpieczeństwa składowania na powierzchni ziemi, stanowi to marginalny wzrost (~1,7%).

Zakładając, że ilość odpadów kategorii B jest znikoma, dodatkowa ilość odpadów wyniesie około 2161 beczek 400-litrowych, które zostaną zapakowane w 540 jednostek (monolitów) przeznaczonych do unieszkodliwiania na powierzchni w planowanym w tym celu zakładzie w Dessel. Pojemność (objętościowa) składowiska wyniesie 34 moduły, z dużą rezerwą 20% lub 5.4 modułu, aby uwzględnić niepewność związaną z przyszłą produkcją odpadów kategorii A. Dodatkowe odpady, które zostaną wytworzone w związku z wydłużoną działalnością Doel 4 i Tihange 3, zajmą z tego 0.6 modułu. Ponieważ jest to rozszerzenie istniejącej działalności, w wyniku którego powstają rodziny odpadów o znanych właściwościach, nie oczekuje się żadnych dalszych skutków zarówno dla krótko-, jak i długoterminowej gospodarki odpadami.

Oszacowano również skumulowaną liczbę elementów paliwowych, które zostaną zużyte podczas dodatkowego 10-

letniego okresu działalności Doel 4 i Tihange 3. Dla obu bloków łącznie wydłużenie ich czasu eksploatacji spowoduje dodatkowe zużycie około 810 elementów paliwowych (typu UOX 14ft). W odniesieniu do całego belgijskiego parku reaktorów, odpowiada to nadwyżce 7.3% w liczbie wiązek paliwowych lub 8.9% w tonach metali ciężkich (tHM).

Biorąc pod uwagę tę stosunkowo ograniczoną ilość i zakładając, że będą one miały właściwości podobne do istniejących zespołów paliwowych, nie przewiduje się żadnych skutków dla dalszego zarządzania nimi. Odłożenie terminu wygaszania reaktorów Doel 4 i Tihange 3 spowoduje rozłożenie w czasie odłączenia od sieci poszczególnych bloków w obu elektrowniach, co w przeciwnym razie byłoby czasowo bardzo skomasowane, na kilka lat. Dzięki budowanym i licencjonowanym instalacjom do składowania wypalonego paliwa jądrowego (*SF2 - Spent Fuel Storage Facility*) w Doel i Tihange pojemność magazynowa w tych lokalizacjach będzie wystarczająca, aby oczekiwać na decyzję dotyczącą długoterminowego zarządzania.