



sertius

Környezeti hatásvizsgálat nem technikai jellegű összefoglalója

A Doel 4 és Tihange 3 atomerőművek deaktiválásának elhalasztása
vonatkozásában

A Gazdaságért, KKV-kért, Önálló Vállalkozókért és Energiaügyekért Felelős Szövetségi Szolgálat

[Federal Public Service Economy, SMEs, Self-employed and Energy] részéről

2022/77251/E2/EIE hivatkozási kód alatt (SCK CEN hiv.: CO-90-22-6049-00)

Közzététel dátuma: 2023. március 20.

© SCK CEN - Közzététel dátuma: 2023.03.20.

Stichting van Openbaar Nut - Fondation d'Utilité Publique - Közhasznú Alapítvány

Székhely:

Avenue Herrmann Debroux 40 - BE-1160 Brüsszel – Belgium

Kutatóközpontok:

Boeretang 200 - BE-2400 Mol - Belgium

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

<http://www.sckcen.be>

A környezeti hatásvizsgálatban részt vevő szakemberek:

Radiológiai hatások: *Johan CAMPS (SCK CEN), Eef WEETJENS (SCK CEN), Lieve SWEECK (SCK CEN), Geert OLYSLAEGERS (SCK CEN), Hildegard VANDENHOVE (SCK CEN).*

Nem radiológiai hatások: Doel 4: *Koen COUDERÉ (KENTER), Katelijne VERHAEGEN (KENTER), Annemie PALS (Mieco Effect), Johan VERSIEREN (Joveco).*

Nem radiológiai hatások, Tihange 3: *Xavier MUSSCHOOT (SERTIUS), Maureen DE HERTOOGH (SERTIUS), Pierre JACQUES (SERTIUS), Amélie DE PIERPONT (SERTIUS).*

Koordináció: *Johan CAMPS (SCK CEN)/ Koen COUDERÉ (Kenter).*

Jelen dokumentum a holland nyelven íródott eredeti nem technikai jellegű összefoglaló fordítása.

Tartalom

1 A környezeti hatásvizsgálat háttere.....	4
2 A Projekt célja: az áramellátás biztonságának garantálása.....	5
3 A kezdeményező és a szakértői csapat.....	5
4 A környezeti hatásvizsgálat célja	5
5 A Doel 4 és Tihange 3 atomerőművek működése	7
6 Alternatívák	8
7 Alapállapot.....	9
8 Eljárás.....	10
9 A potenciálisan jelentős hatások kiválasztása	10
9.1 A Projekt hatásai.....	10
9.2 A Projekt elkerült hatásai	11
9.3 A Projektre gyakorolt hatások	11
10 A környezeti hatások áttekintése.....	11
10.1 Nem radiológiai hatások.....	11
10.2 Radiológiai hatások.....	13
10.2.1 Emberekre és környezetre gyakorolt hatás normál üzem esetén.....	13
10.2.2 Emberekre és környezetre gyakorolt hatás baleset esetén	14
10.2.3 A radioaktív hulladék és a kiegészítő fűtőelemek keletkezésére gyakorolt hatás	15
11 Határokon átnyúló hatások	16
11.1 Doel 4.....	16
11.2 Tihange 3	17
12 Kockázatcsökkentő intézkedések	17
13 Ismeretbeli hiányosságok.....	18
13.1 Nem radiológiai hatások.....	18
13.2 Radiológiai hatások.....	18
14 Általános következtetések.....	19

1 A környezeti hatásvizsgálat háttere

Belgiumban a Doel és Tihange atomerőművek reaktorainak 1975 és 1985 között történt üzembe helyezése óta az atomenergia jelenti a fő villamosenergia-forrást; az elmúlt 35 évben az éves termelés körülbelül 40–60%-át tette ki.

A nukleáris energia villamosenergia-termelésre való felhasználásának fokozatos kivezetését Belgium területén 2003. január 31-én hatályba lépett törvény (az atomenergia fokozatos megszüntetéséről szóló törvény) írta elő. Ez meghatározta, hogy az atomerőműveket az ipari üzembe helyezést követő 40 év elteltével deaktiválni kell, valamint, hogy az adott erőművek villamosenergia-termelésére vonatkozó külön engedélyek is lejárnak ekkor. A törvény azt is előírta, hogy nem hozható létre és/vagy helyezhető üzembe hasadóanyagok maghasadása útján ipari villamosenergia-termelést végző új atomerőmű.

Az atomenergia fokozatos megszüntetéséről szóló törvény első módosítására 2013. december 18-án került sor, a Tihange 1 ipari villamosenergia-termelésének további 10 évvel való meghosszabbítása céljából. Az atomenergia fokozatos megszüntetéséről szóló törvény 2015. június 28-án (az alkotmánybíróság a törvényt 2020. március 5-én hatályon kívül helyezte, majd október 11-én új törvényt hozott helyette) ismét módosításra került az energiaellátás biztosítása érdekében. Ezzel a módosítással engedélyezték a Doel 1 újraindítását (amely a 2003-as törvény értelmében már le lett állítva) és 10 évvel elhalasztották a Doel 2 deaktiválását. Az atomerőművek deaktiválására vonatkozó aktuális határidők az 1. táblázatban olvashatók.

1. táblázat: *Deaktiválási naptár az eredeti 2003-as törvény és annak későbbi módosításai szerint (2023. január 1-jei állapot)*

Atom-erőmű	Ipari üzembe helyezés dátuma	Deaktiválás dátuma (40 év elteltével)	Deaktiválás dátuma (2003-as törvény módosításai, állapot 2023. január 1-jén)
Doel 1	1975. február 15.	2015. február 15.	2025. február 15.
Doel 2	1975. december 1.	2015. december 1.	2025. december 1.
Doel 3	1982. október 1.	2022. október 1.	2022. október 1.
Doel 4	1985. július 1.	2025. július 1.	2025. július 1.
Tihange 1	1975. október 1.	2015. október 1.	2025. október 1.
Tihange 2	1983. február 1.	2023. február 1.	2023. február 1.
Tihange 3	1985. szeptember 1.	2025. szeptember 1.	2025. szeptember 1.

2021 decemberének végén a Kormány felkérte a Szövetségi Nukleáris Felügyeleti Hatóságot (FANC [*Federal Agency for Nuclear Control*]) és a Gazdaságért Felelős Szövetségi Szolgálatot (Energiaügyi Főigazgatóság [*FPS Economy*]), hogy Belgium áramellátásának 2025 utáni biztosítása érdekében január 17-ig állapítsák meg az úgynevezett B terv (Doel 4 és Tihange 3 atomreaktorok tervezettnél hosszabb nyitva tartása) aktiválásához szükséges lépéseket.

Az FANC elemzése szemléltette, hogy a legújabb nukleáris reaktorok üzemidő-meghosszabbításának nincs nukleáris biztonsággal kapcsolatos akadálya, bár figyelembe kell venni a szükséges szabályzásbeli módosításokat és a létesítmények biztonsági fejlesztését. Az üzemeltetés meghosszabbításához környezeti hatástanulmányra is szükség van.

2022. március 18-án a szövetségi kormány úgy döntött, hogy lényegében elvégzi a Doel 4 és Tihange 3 üzemidejének meghosszabbítását, azaz fenntartja a 2 gigawatt atomenergia-termelési kapacitást.

2023. január 9-én a belga kormány és az üzemeltető ENGIE Electrabel megállapodtak arról, hogy az ország két legújabb atomreaktorát (Doel 4 és Tihange 3) a tervezett 2025-ös kivezetési dátumon túl további 10 éven át fenntartják.

2 Projekt célja: az áramellátás biztonságának garantálása

A közelmúltban (2021) az Elia kiszámította, hogy 2025-re – az összes atomerőmű tervezett bezárását követően – 3,6 GW további rugalmasan alkalmazható termelőkapacításra lenne szükség az ellátásbiztonság és a rugalmassággal kapcsolatos előírások teljesítése érdekében. 2032-re 4,6 GW-ra növekedne az igény; a növekedést a gazdaság és társadalom egyre nagyobb mértékű villamosítása okozza.

A villamosenergia importálása nem jelent megfelelő választ erre a keresletre. A jelenlegi piaci viszonyok mellett és többek között a németországi fosszilis tüzelőanyaggal működő erőművek kivezetése, illetve a francia nukleáris állomány részleges elérhetetlensége miatt bizonyos időszakokban kevés többletkapacitás várható az északnyugat-európai piacon.

Az Elia érvelése szerint 2025-től a piaci erők rövid távon és a szükséges mértékben nem lesznek képesek a kapacitáshiány kielégítésére. Ebből kifolyólag Kapacitástámogatási mechanizmus (CRM [*Capacity Remuneration Mechanism*]) létrehozását javasolták, mely nem csak, hogy biztosítaná a szükséges kapacitást, de lehetővé tenné annak kellő mértékben rugalmas felhasználását is. A mechanizmus és az azzal kapcsolatos termelőegységek bővítése jelenleg is zajlik.

Az energiaellátás bizonytalansága, a magas energiaárak és a geopolitikai instabilitás tükrében a Kormány inkább a hazai (nem fosszilis) termelési kapacításra kíván fókuszálni, illetve mérsékelni szeretné a (külföldi) fosszilis energiaforrásoktól való függőséget.

Ebben a tekintetben a Doel 4 és a Tihange 3 reaktorok üzemidejének meghosszabbítása logikus döntés; lehetővé teszi, hogy viszonylag rövid idő alatt (azaz az erőművek 2025-ös leállítás, a szükséges módosítások és eljárások végrehajtása, valamint az újraindítás után) ismét 2 GW garantált kapacitás álljon a hálózat rendelkezésére.

3 A kezdeményező és a szakértői csapat

A döntéssel kapcsolatos környezeti hatásvizsgálat és az ahhoz fűződő munkálatok kezdeményezője a belga Gazdaságért, KKV-kért, Önálló Vállalkozókért- és Energiaügyekért Felelős Szövetségi Szolgálat [*Federal Public Service Economy, SMEs, Self-Employed and Energy*] (Vooruitgangstraat 50, BE-1210 Brüsszel).

A környezeti hatásvizsgálatot elismert radiológiai és nem radiológiai KHV szakértők csapata készítette. Az általános projektmenedzsmentért és a radiológiai/nukleáris tudományágakért az SCK CEN felelt. A környezeti hatásvizsgálat nem radiológiával kapcsolatos részeinek, különösen a Doel 4 reaktorról kapcsolatos részeinek koordinációjáért a KENTER tartozott felelősséggel. A Tihange 3 reaktorról kapcsolatos nem radiológiai jellegű feladatokért a SERTIUS felelt.

4 A környezeti hatásvizsgálat célja

A környezeti hatásvizsgálat tárgyát képező projekt a Doel 4 és Tihange 3 nukleáris reaktorok üzemidejének meghosszabbításával kapcsolatos stratégiai döntést és munkálatokat (a vizsgálat végrehajtásakor rendelkezésre álló információk alapján) foglalja magába; az üzemidő 10 évvel kerül meghosszabbításra a lezárást követő első ipari villamosenergia-termeléstől számítva (atomenergia-termelésről szóló 2003-as törvény előírásai alapján). A leállítás a 10 éves meghosszabbítást követő legkésőbbi tervezett dátuma 2037. december 31. (lásd a 2. táblázatot)¹.

¹ Amikor ebben a jelentésben a Doel 4 és Tihange 3 reaktorok meghosszabbítására hivatkozunk, akkor minden esetben a hosszabbítás itt megadott definícióját értjük, akkor is, ha gyakorlati okokból pontos dátumokat említünk.

2. táblázat: A Doel 4 és Tihange 3 atomreaktorok ipari villamosenergia-termelő működésének meghosszabbítása jelen környezeti hatásvizsgálat értelmezésében. Ez az ütemterv megfelel a Miniszterek Tanácsa által 2022. április 1-jén elfogadott törvénytervezetnek.

Atomerőmű	Tervezett leállítás, 2003-as törvény a nukleáris leállásról	Meghosszabbítás	A deaktiválás legkésőbbi várható dátuma a meghosszabbítást követően
Doel 4	2025. július 1.	A 2025. július 1. utáni első ipari villamosenergia-termeléstől számított tízéves időszak	2037. december 31.
Tihange 3	2025. szeptember 1.	A 2025. szeptember 1. utáni első ipari villamosenergia-termeléstől számított tízéves időszak	2037. december 31.

A Doel 4 és Tihange 3 rendre a Schelde folyó mentén, Scheldemolenstraat, Haven 1800, 9130 Doel cím alatt található Doel atomerőmű (Kerncentrale Doel - KC Doel), illetve a Meuse folyó mentén, Avenue de l'Industrie 1, 4500 Huy cím alatt található Tihange atomerőmű (Centrale Nucléaire de Tihange, CN Tihange) részét képezik (1. ábra), üzemeltetőjük az Electrabel SA.



1. ábra: A Doel és Tihange atomerőművek (narancssárga), a Belgium határai mentén található atomerőművek (zöld) és más Belgiumban található 1. osztályú nukleáris létesítmények (kék) helye.

Jelenleg minden atomreaktor megfelel a vonatkozó jogi biztonsági követelményeknek. Ezek a szabályozások 2020-ban további, 2025-től hatályba lépő biztonsági követelmények bevezetésével kerültek szigorításra. Mivel a Doel 4 és a Tihange 3 Belgium legmodernebb atomreaktorai közé sorolhatók, illetve mivel már több fejlesztési projektnek is tárgyát képezték (három korábbi időszakos biztonsági felülvizsgálat és a Fukushima utáni terhelési tesztek tekintetében), a hosszútávú műveletek megvalósításához szükséges munkálatok nem túl kiterjedtek vagy bonyolultak.

A környezeti hatásvizsgálatban figyelembe vett munkálatok tervezésbeli fejlesztéseket és az öregedési folyamatok kezelését is magukba foglalják. Tervezésbeli fejlesztések például az esetleges hőhullámok és az azokhoz fűződő hőmérsékleti értékek kezelése, a súlyos balesetek esetén alkalmazandó veszélyhelyzeti tervezési központok lakhatóságának fokozása, és a kiegészítő nukleáris üzemanyaghoz tervezett olyan kiegészítő (mobil) hűtőrendszerek,

melyek baleset esetén aktiválhatók. Az öregedési folyamatok kezelésének tekintetében a biztonsági hatóság (FANC- AFCN) becslése szerint a nagy mechanikus komponensek (atomreaktor-edény, reaktorfedél, gőzgenerátorok) cseréjére nincs szükség; más komponensek (kisebb mechanikus komponensek, például szivattyúk és szelepek, villamos berendezések, műszerek, civil struktúrák) tekintetében az esetlegesen szükséges cseréről teljes képet csak akkor fogunk kapni, amikor az Electrabel SA elvégezte vizsgálatait.

A potenciális hatások mértékének vizsgálatakor ismert munkálatok, illetve az ilyen hatások² felmérése alapján az adott hatások helyileg erősen limitáltak és a különféle nem radiológiai kérdések esetében általában a helyszínre korlátozódnak. A meghosszabbítás és a radioaktív hulladék hosszútávú műveletek (ideértve a munkálatokat is) tekintetében való tanulmányozása nem mutatott radiológiai hatást az adott időszakban. Várható, hogy a munkálatok korlátozott mértékű, csekély aktivitású radioaktív hulladékot generálnak, amely a hosszútávú műveletek vizsgált időszaka alatt létrejövő teljes mennyiség csupán egy töredékét jelenti.

A munkálatok környezeti hatásvizsgálatról szóló jelen jelentésben feltüntetett legfrissebb állapotot egy 2023. március 15-én kelt jegyzék írja le³. A jegyzékben a munkálatok leírása és a lehetséges hatások mértékének vizsgálata nem tér el jelentősen a munkálatok hatásainak jelen környezeti hatásvizsgálat során végzett felmérésekor megadott feltételezésektől. A Doel 4 és Tihange 3 reaktorokkal kapcsolatos hosszútávú műveletek tekintetében végrehajtandó munkálatok hatályos listája még változhat az üzemeltető, az Electrabel S.A. és a biztonsági hatóságok konzultációjának tükrében.

5 A Doel 4 és Tihange 3 atomerőművek működése

A KC Doel és CN Tihange telephelyeken található Doel 4 és Tihange 3 egységek üzemének meghosszabbításának célja az ipari villamosenergia-termelés folytatása.

A Doel 4 és a Tihange 3 úgynevezett nyomottvízes típusú (PWR, azaz Pressurised Water Reactor) reaktorok. Egy tipikus ilyen reaktor három részből áll, melyeket három külön kör szolgál ki: a reaktorépület és az elsődleges kör, a gépterem és a másodlagos kör, valamint a hűtőkör, mely a harmadik kört képezi (2. ábra).



2. ábra: Az atomerőmű működése, balról jobbra a reaktorépület, a gépház és a hűtőkör (Forrás: Electrabel SA).

² E tekintetben a 2023. január 31-ig rendelkezésre álló információt használtuk fel, a később kapott információ nem feltétlenül került bele a jelentésbe.

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

A reaktorépületben található az atomreaktor-edény, mely a nukleáris fűtőanyagot vagy hasadóanyagot tartalmazza. A maghasadás hasadási termékeket és neutronokat hoz létre. A maghasadás során felszabaduló energia nagy nyomás (155 bar) alatt álló vízbe, nyomottvízes reaktorba (mint például a Doel 4 és a Tihange 3) kerül átvezetésre. Mind a Doel 4, mind a Tihange 3 három körrel (és mindegyik saját szivattyúval) rendelkezik, amelyek együttesen alkotják az elsődleges hűtőkört, és vizet szivattyúznak a reaktormag körüli részből a gőzgenerátorokhoz.

Az elsődleges körből a melegített, nagynyomású víz a gőzgenerátorba kerül, ahol a másik oldalon (másodlagos kör) található víznek leadja a hőt. Itt gőz keletkezik. Így az elsődleges és másodlagos körben a víz sosem érintkezik közvetlenül. A gőz a gépteremben található turbinát hajtja, az ahhoz kapcsolódó generátor pedig a turbina forgását elektromos árammá alakítja. A másodlagos körben a gőz a kondenzátorba áramlik, ahol visszaalakul folyékony vízzé, amelyet visszaszivattyúznak a gőzgenerátorba. A kondenzátor hűtése a harmadlagos hűtőkör vizével történik, amely szintén nem kerül közvetlen kapcsolatba az első kör vizével. A harmadi kör vízforrása a Schelde (Doel) és a Maas (Tihange) folyók; ez a Schelde és Maas folyókból származó víz némileg felmelegedik. Így azt először léghűtéses hűtőtornyokba vezetik, majd visszakerül vagy a kondenzátorba, vagy a Schelde és Maas folyókba.

A normál üzem és a nukleáris zónában végzett karbantartás során csekély mennyiségű radioaktív elem szabadulhat fel. Ez a kiégett fűtőelemeken felül még számos gáz, folyadék és szilárd halmazállapotú radioaktív hulladékáramot is létrehoz. Az utóbbi kettőhöz vannak kezelőrendszerek a KC Doel és CN Tihange erőműveknél. A Doel esetében a kezelőrendszer a központi víz- és hulladékkezelő épületben (WAB) található, míg a Tihange erőműnél eloszlik több létesítmény között; az egész telephely folyékony hulladékának kezelése a Tihange 2-nél történik.

A Doel 3 (2022. szeptember 23.) és a Tihange 2 (2023. január 31.) villamosenergia-termelés tekintetében való végleges lezárása (DSZ) óta mindkét erőműnél a reaktorok egy része továbbra is áramot termel, más részük már a végleges leállás fázisában (másnéven posztoperatív időszakban) van.

Nyilván a Doel 4 és a Tihange 3 tekintetében is eljön majd valamikor a végleges leállás és a posztoperatív időszak, az üzemidő meghosszabbítására irányuló projekt megvalósulásától függetlenül. Az egyetlen különbség a végleges leállás időzítése: A projekt megvalósulása esetén ez 10 évvel később történik, mint annak megvalósulása nélkül. Azonban ez önmagában nem változtat a környezeti hatáson.

A leállítást és a posztoperatív időszakot követően a Target 4 and Tihange 3 reaktorokat is le kell szerelni. Ennek a fázisnak a hatása nem képezi a Doel 4 és Tihange 3 reaktorok üzemi élettartamának megvalósításáról készült környezeti hatásvizsgálat részét. Hozzá tartozik azonban a projekt vizsgálatához a radioaktív hulladék és a kiégett fűtőelemek mennyisége.

6 Alternatívák

Az alternatívát definiálhatjuk úgy, mint „a terv vagy projekt célkitűzéseinek elérésére szolgáló más módszer”. Felmerül hát a kérdés, hogy vannak-e alternatív megoldások az áramellátás 2025-ön túli biztosítására.

A Doel 4 és Tihange 3 atomreaktorok üzemi élettartamának 10 évvel való meghosszabbításáról hozott döntés mögött Európa energiapiacának és geopolitikai helyzetének váratlan és nemkívánatos fejleményei állnak. A döntéshozatal megelőző előkészület során a Kormány felmérte, hogy állnak-e rendelkezésre egyenértékű alternatív lehetőségek, illetve, hogy e lehetőségek milyen előnyökkel és hátrányokkal járnak.

Összefoglalva a több lehetséges alternatív energiaforrás nem jelent igazi alternatívát: a megújuló energiákból eredő kapacitás még nem kellő mértékben fejlett, az importtal kapcsolatos lehetőségek nyomás alatt állnak és a stratégiai tartalék nem strukturális alkalmazásra való. A legkézenfekvőbb alternatíva a CRM kapacitástámogatási mechanizmus, így ez további fejlesztésre kerül. Ebben a tekintetben nem igazi alternatívát, hanem külön garanciát jelent, mely a Doel 4 és Tihange 3 reaktorok üzemi élettartamának meghosszabbításával együtt hivatott az

áramellátás biztonságát biztosítani. Mellékesen, az Elia feltételezése szerint a CRM által kínált kapacitásra mindkét erőmű üzemi élettartamának meghosszabbítása esetén is továbbra is szükség lesz. Ez abból is nyilvánvaló, hogy a 2025-re becsült hiány 3,6 GW, amelyből a tovább nyitva tartott erőművek csak 2 GW-ot töltenek ki.

7 Alapállapot

Egy környezeti hatásvizsgálatban a terv vagy projekt hatásának vizualizálásához szükség van az alapállapot egyértelmű definiálására. Az alapállapot a környezetnek azon állapota, amelybe akkor kerül, ha a terv vagy projekt nem lesz megvalósítva; így ez alapot képez a terv vagy projekt hatásainak összehasonlításához. Ebben az esetben az alapállapot az az állapot, mely akkor jönne létre, ha a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartama nem kerülne meghosszabbításra, más szóval, ha a Doel 4 és a Tihange 3 2025-ben véglegesen lezárásra kerülnének az atomenergia fokozatos megszüntetéséről szóló törvény által előírt ütemterv szerint. A terv vagy projekt megvalósulása (meghosszabbítás) esetén létrejövő körülményeket összehasonlítjuk a referenciakörülményekkel (nincs meghosszabbítás). A kettő közötti különbség jelzi a terv vagy projekt (ebben az esetben az üzemi élettartam meghosszabbításának) hatását (3. ábra).

Elméletileg az referenciaállapot a környezet állapota 2025-ben. Ezenfelül abból indulunk ki, hogy ez a referenciaállapot alapvetően nem változik (a Doel 4 és Tihange 3 üzeméhez nem kapcsolódó folyamatok hatására) 2025 és 2037 között, illetve nem olyan módon, hogy az a környezeti hatások vizsgálatát befolyásolná.



3. ábra: Az alapállapot sematikus ábrája.

A referenciakörülmények mellett a környezeti hatásvizsgálat a „referenciaidőszak” és „referencia-forgatókönyv” kifejezéseket is használja. Ezekre a kifejezésekre a projekt sajátossága miatt van szükség, azaz amiatt, hogy a hatások egy limitált időszakra (10 évre) korlátozódnak, amely időszaknak a kezdete és vége jelenleg nem pontosan ismert (lásd a 2. táblázatot). Ezt a limitált időszakot nevezzük referenciaidőszaknak. Az egyértelmű időbeli terjedelemmel rendelkező hatások (pl. évente kibocsátott káros anyagok mennyisége, évente generált hulladék mennyisége stb.) tekintetében a környezeti hatásvizsgálat a referenciaidőszak során összegyűlt hatásokat is figyelembe veszi, vagy az adott éves mennyiségek az időszak tekintetében vett összesítésével, vagy az összes hatás tekintetében vett hasonló becslés megadásával.

A referencia-forgatókönyv a projekttel kapcsolatos, referenciaidőszak során felmerülő fejleményekre vonatkozik és azt az esetet írja le, amelyben a projekt nem kerül megvalósításra. A Doel és Tihange erőművek tekintetében ez azt jelentené, hogy nem marad aktív nukleáris reaktor a helyszínen. A Doel 3 és Tihange 2 erőművek esetében 2027-re teljesen vagy nagyrészt lezárul a posztoperatív időszak, és megkezdődik a leszerelés. A Doel 1, Doel 2 és Tihange 1 reaktorok esetében a posztoperatív időszak körülbelül 2030-ig tart, ezt követően ezeknek a reaktoroknak a leszerelése is megkezdődik.

Jelenleg nem áll rendelkezésre információ arról, hogy a leszerelés milyen formában fog zajlani, illetve, hogy milyen környezeti hatásokkal jár majd; így ezekkel a környezeti hatásvizsgálat nem tud számolni. Azonban a jövőben átfogó, projektszintű környezeti hatásvizsgálatok kerülnek végrehajtásra az egyes reaktorok leszerelésének elemzésére.

8 Eljárás

A környezeti hatásvizsgálat az európai KHV-irányelv, az élőhelyvédelmi irányelv és a madárvédelmi irányelv keretein belül készül. Ezek az irányelvek azonban kevés eljárási rendelkezést kínálnak arról, hogyan kell lefolytatni a környezeti hatásvizsgálatokat.

A KHV-irányelv eljárásra vonatkozó fő rendelkezéseit a következőképp lehet összefoglalni:

1. Konzultálni kell a hatóságokkal, mivel „a projekt hatással lehet specifikus környezetvédelmi feladataikra” (6.1. cikk);
2. A nyilvánosságot a környezeti döntéshozatali eljárás korai szakaszában tájékoztatni kell többek között az eljárásról, a nyilvános részvételre való lehetőségekről és az engedély iránti kérelem tárgyáról (6.2. cikk);
3. A nyilvánosság számára rendelkezésre kell bocsátani a környezeti hatásvizsgálat és a kiadott szakvélemények eredményeit (6.3. cikk);
4. Konzultálni kell más Tagállamok felelős hatóságaival (7. cikk);
5. Tájékoztatni kell a nyilvánosságot többek között az engedéllyel kapcsolatos döntés tartalmáról és a döntés alapjául szolgáló körülményekről (9. cikk);
6. Fellebbezési eljárások (11. cikk).

Az Espooi Egyezmény, Aarhusi Egyezmény és a KHV-irányelv alapján szükséges (Belgiumon belüli és határon túli) bejelentéseket a belga Kormány, a Gazdaságért Felelős Szövetségi Szolgálat és az Energiaügyi Miniszter végzi.

A környezeti hatásvizsgálat végrehajtását követően a Gazdaságért Felelős Szövetségi Szolgálat konzultációt szervez a három belga régió, a belga tartományok, az érdekelt önkormányzatok, a Fenntartható Fejlődésért Felelős Szövetségi Tanács [*Federal Council for Sustainable Development*], a Radioaktív Hulladékokért és Dúsított Hasadóanyagokért Felelős Nemzeti Ügynökség (NIRAS [*National Agency for Radioactive Waste and Enriched Fissile Materials*]) és a Szövetségi Nukleáris Felügyeleti Hatóság (FANC [*Federal Agency for Nuclear Control*]) között.

Ezenfelül 60 naptári napos nyilvános online konzultáció is megszervezésre kerül egy a Doel 4 és Tihange 3 reaktorok deaktiválásának halasztásával kapcsolatos összes környezeti hatásvizsgálati fájl nyilvánosságra hozatalára szolgáló weboldalon. A konzultációval és nyilvános részvétellel kapcsolatos bejelentést a Gazdaságért Felelős Szövetségi Szolgálat végzi.

9 A potenciálisan jelentős hatások kiválasztása

9.1 A Projekt hatásai

A környezeti hatásvizsgálat a Doel 4 és Tihange 3 reaktorok üzemi élettartamának 10 éves meghosszabbításával járó radiológiai és nem radiológiai hatásokat tanulmányozza és vizsgálja. A vizsgálat elemzése során a hangsúly a hatás végső kockázatviselőin van; ezek egyrészről az emberi egészség, másrészről a biodiverzitás. Ez egyaránt érvényes a radiológiai és nem radiológiai hatásokra is.

A nem radiológiai hatások tekintetében megvizsgáltuk, hogy az európai KHV-irányelv III. és IV. mellékletében felsorolt egyéb kockázatviselőknél mely jelentős kártékony hatások léphetnek fel.

A Talaj, a Talajvíz, a Zajszennyezés, a Mobilitás és a Táj témák esetében nem várható jelentős (nem radiológiai) hatás a stratégiai szintű üzemi élettartam meghosszabbítása eredményeképpen. Így ezek a kockázatviselő területekre sincsenek hatással.

A nem radiológiai hatások tekintetében a környezeti hatásvizsgálat így csak a Felszíni víz, a Levegő, a Biodiverzitás, az Egészség és az Éghajlat témákkal foglalkozik. A környezeti hatásvizsgálat keretében felmérjük, hogy

ezek a hatások milyen mértékben járulnak vagy nem járulnak hozzá az ezekkel a témákkal foglalkozó szakpolitikai célok eléréséhez.

9.2 A Projekt elkerült hatásai

Ezek azok a hatások, melyek nem merülnek fel, ha a projekt megvalósításra kerül, de felmerülnek, ha a projekt nem kerül megvalósításra. Azaz ezek azok a hatások, melyek a referenciaállapotban merülnek fel. Mivel a hatás mértéke a projekt állapota és a referenciaállapot közötti különbség alapján kerül megállapításra, negatív vagy „elkerült” hatásokról beszélünk.

Mivel az „elkerült” termelési kapacitás kitöltése bizonytalan, az ehhez fűződő hatásokat nem tanulmányozzuk (de erősen függenek a helyettesítő erőművek természetétől és elhelyezkedésétől). Ilyen hatások például a tájra, valamint a lég- és vízminőségre gyakorolt hatások.

Az elkerült hatások tanulmányozását egészen pontosan a következőkre korlátozzuk:

- Az üvegházhatású gázok elkerült kibocsátása (amely továbbgyűrűző hatással bír az Éghajlat témában);
- Elkerült kibocsátások száma, (amely továbbgyűrűző hatással bír az Emberek és az Egészség témákban).

Ugyanakkor az elkerült ellátási bizonytalansággal is foglalkozunk. Ennek a bizonytalanságnak az elkerülése a terv kifejezett célkitűzése, így nem tekinthető mellékhatásának. Ettől függetlenül hasznos tisztázni, hogy e tekintetben milyen hatással lesz, ha a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartama nem kerül meghosszabbításra. Az ellátással kapcsolatos bizonytalanságot elsősorban az „Emberek” téma tükrében vizsgáljuk.

9.3 A Projektre gyakorolt hatások

A „Projektre gyakorolt hatások” kifejezetten az éghajlatváltozásra és annak Projektre gyakorolt hatásaira vonatkozik. Ennek az aspektusnak a környezeti hatásvizsgálatban való feltüntetésére vonatkozó kötelezettséget a 2011/92 (EU) KHV-irányelv módosításáról szóló 2014/52 (EU) irányelv írja elő. Az Irányelv IV. melléklete kifejezetten kimondja, hogy a környezeti hatásvizsgálatnak többek között tartalmaznia kell a projekt éghajlatra gyakorolt hatásának (pl. üvegházhatású-gáz kibocsátás természetének és mértékének) leírását, illetve a projekt éghajlatváltozás általi sebezhetőségét.

10 Környezeti hatások áttekintése

10.1 Nem radiológiai hatások

A Doel 4 és Tihange 3 reaktorok üzemi élettartamának meghosszabbítása azt jelenti, hogy 10 évvel több (kezelt) csatorna-szennyvíz, kezelt ipari szennyvíz és (melegített) hűtővíz áramlik ki rendre a Zeeschelde és Meuse folyókba. Mivel a kibocsátással kapcsolatos szabványokat mindkét helyszínen betartják és a kibocsátás felszíni vizet szennyező különféle káros anyagok koncentrációjához való hozzájárulása korlátozott, ez nem fog a Zeeschelde (Doel) és a Meuse (Tihange) folyók ökológiai állapotának romlásához vezetni, feltéve, ha az ellenőrzéseket és menetrendszerű módosításokat folyamatosan betartják. A projekt ugyanakkor a két folyó kellő ökológiai potenciáljának elérését sem veszélyezteti.

A biodiverzitás témában a Doel erőműnél a projekt hatásait a felszíni vízminőség, az elszigetelő hatás, az elhalálozás, a zavar, a közvetlen földfoglalás, az eutrofizálódás és a savasodás tükrében vizsgáltuk. Az elszigetelő hatás és közvetlen földfoglalás tekintetében megállapítottuk, hogy nem várható hatás. Az elhalálozás tekintetében (korlátozott) hatás jelenhet meg a hűtővíz bevitelének következtében. A zavar tekintetében az egyetlen várható változást a zajszennyezés jelenti. Ennek a jelentősége viszonylag korlátozott, mivel az üzemi élettartam során zavar csak a Doel 4 működéséből keletkezik. Ezenfelül ez egy már meglévő zaj, amely folyamatos és kiszámítható; így nem várható jelentős hatás a környező fajokra.

A Doel 4 üzeméből eredő savasodással és eutrofizálódással kapcsolatos hatások is elhanyagolhatók. Ezenfelül az olyan tényezők, mint a Schelde vízminősége sokkal meghatározóbb befolyással vannak a helyszín trofikus állapotára. A nitrogénlerakódás tekintetében azonban pozitív hatások várhatók a további 10 év nukleáris termelésből eredő „elkerült kibocsátástól”.

A hűtővíz, csatorna-szennyvíz és ipari víz kibocsátása a vízminőség romlásához vezetnek, amely a Doel esetében azonban csak a hullámtörő falon belüli zónára korlátozódik. A Schelde folyó ökoszisztémájára gyakorolt jelentős hatások így el lesznek kerülve. Továbbá helyileg nincs arra utaló jel, hogy negatív hatások lennének a jelenlévő organizmusokra. Tekintve, hogy maga a Schelde az élőhelyvédelmi irányelv hatálya alá eső terület és potenciálisan fontos a madárvédelmi irányelv által védett madarak számára, ez fontos végkövetkeztetés.

A Tihange esetében az elemzés azt mutatja, hogy a projekt vízi környezetre gyakorolt hatásai nem olyanok, melyek megszakítanák a kapcsolódó ökoszisztémákhoz fűződő védelmi stratégiákat, figyelembe véve a létesítmény üzemeltetője által a környezetvédelmi engedély rendelkezései alapján vagy azokon felül megvalósított intézkedéseket (kibocsátások szabályozása, szennyvízelvezetési rendszer stb.). Tekintve, hogy a Tihange erőmű mellett elhelyezkedő Meuse folyó nem bír magas ökológiai értékkel (elsősorban sok helyen jelenlévő fajok találhatók benne), illetve, hogy a három reaktorból csak egy marad üzemben az elkövetkező pár évben, nem várható a vízi környezet negatív változása.

Az állatvilág emberi jelenlétből eredő károsodása (zaj, fény stb.) a Tihange 3 esetében nem jelentős, mivel az erőmű egy már amúgy is erősen urbanizált régióban helyezkedik el és az üzemeltető lépéseket tett az erőmű zajszennyezésének csökkentésének érdekében. A helyszínen ugyanakkor lépéseket tettek a helyi biodiverzitás védelmének érdekében is.

A Tihange 3 adott élettartam során való üzemeltetésének savas lerakódáshoz való hozzájárulása nem lesz jelentős. Ahogy a Doel 4 esetében is, akár pozitív hatás is várható, mivel a reaktor által termelt áramot nem olyan kombinált ciklusú gázturbinával működő (CCGT) erőműveknek kell generálniuk, melyek sokkal többet bocsátanak ki a savasodásért és nitrogénlerakódásért felelős füstgázokból.

A fenti elemeket figyelembe véve kijelenthető, hogy a Tihange 3 adott élettartam során való üzemeltetése nem inkompatibilis a vallon jogszabályok környezetvédelmi célkitűzéseivel.

A KC Doel ÉS CN Tihange reaktorok üzemeltetése a légminőségre is hatással lehet. A potenciális hatások elsődleges forrásai a gőzkazánok és a dízelmotorok, ezek éves üzemideje azonban korlátozott. Amikor mindkét telephelyen a többi reaktor lezárásakor több tüzelőberendezés kivezetésre kerül, a hatás tovább csökken.

A KC Doel hatásaival kapcsolatos számítások mutatják, hogy a környezeti levegő minőségére gyakorolt hatás elhanyagolható (kevesebb mint 1%-a az alkalmazott határértékeknek vagy vizsgálati értékeknek). Így nincs szükség további kockázatcsökkentő intézkedésekre.

Ha a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartama nem kerül meghosszabbításra, a szükséges elektromos áram (részben) fosszilis energiahordozók felhasználásával kerül előállításra. Az e folyamat során generált károsanyag-kibocsátás (amely „elkerültnek” tekinthető a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának meghosszabbítása esetén) sokkal magasabb, mint amit a Doel 4 és Tihange 3 üzemeltetése generálna, így a légminőségre gyakorolt hatás is magasabb.

A Doel 4 és Tihange 3 üzemé által a meghosszabbított üzemi élettartam során kibocsátott üvegházhatású gázok (összesített) mennyisége körülbelül 31 ezer tonna. A Doel 4 és Tihange 3 üzemének meghosszabbítása által elkerült üvegházhatású-gáz kibocsátás teljesen más nagyságrendű. A teljes időtartam alatt a két reaktor deaktiválásának elhalasztása körülbelül 24 830 ezer tonna CO₂kibocsátásának elkerülését jelenti. Ez a 2021-es adatok alapján a megfelel a belgiumi „hő- és villamosenergia-termelés” ágazat éves kibocsátása majdnem 20%-ának (12,8 millió tonna). Ha összehasonlítjuk ezt a Doel 4 és a Tihange 3 működése következtében az azonos időszak alatt kibocsátott mennyiséggel (együttesen 31 ezer tonna), egyértelműen látszik, hogy a két reaktor kibocsátása az üzemi élettartam meghosszabbításának időszaka alatt az adott időszak során elkerült kibocsátások 0,12%-át teszi ki.

Sem a Doel 4, sem a Tihange 3 nincs hatással a referenciaidőszak alatt a környezetük éghajlatváltozással szembeni ellenállóképességére. Az üzemi élettartam meghosszabbításának időszakát alapul véve egyik helyszín sincs kiszolgáltatva az éghajlatváltozás hatásainak, és ez az állapot független a Doel 4 és Tihange 3 üzemi

élettartamának meghosszabbításától.

A projektnek nincs jelentős egészségügyi hatása. A megvalósított intézkedéseknek és – a Doel esetében – az adott körülményeknek (mérsékelt sós tápvíz) köszönhetően a Legionella soha nem jelentett problémát, és nincs ok az azt feltételezni, hogy ez a meghosszabbított üzemi élettartam során megváltozna. A nukleáris katasztrófával kapcsolatos kockázatérzékelés tekintetében kimondható, hogy létezik ilyen megítélés, de nincs pszichoszomatikus hatással kimutatható kapcsolat. Végezetül megerősíthető, hogy a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának meghosszabbítása jelentősen csökkenti az áramkimaradás kockázatát (különösen a meghosszabbított üzemi élettartam első éveiben), így pozitív hatással van az áramkimaradásokhoz köthető egészségügyi és biztonsági hatások elkerülésére. A külső biztonság szempontjából pedig az is elmondható, hogy az üzemi élettartam meghosszabbítása nem eredményez jelentős kockázatnövekedést.

10.2 Radiológiai hatások

10.2.1 Emberekre és környezetre gyakorolt hatás normál üzem esetén

Az ionizáló sugárzásnak normál üzem keretében való kitettség és annak emberi egészségre és környezetre gyakorolt hatásai, részben a telephelyekről eredő közvetlen sugárzás, részben a folyékony és gáz halmazállapotú radioaktív kibocsátások miatt. A radioaktivitásnak való közvetlen kitettség a határvonal mentén, a helyszíneken belül és kívül is nagyon kicsi és kimutathatatlan. Nem lehet megkülönböztetni a háttérsugárzás természetes változásaitól. A külső sugárzás ugyanakkor a távolsággal meredeken csökken (inverz négyzetes törvény).

Ha a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartama 2025 után további 10 évre meghosszabbításra kerül, a normális üzem során létrejövő folyékony és gáz halmazállapotú kibocsátások ugyanazon a szinten lesznek, mint a Doel 4 és Tihange 3 jelenlegi üzeméből az elmúlt években történt kibocsátások. A folyékony és gáz halmazállapotú kibocsátások a KC Doel és CN Tihange működési engedélyeiben meghatározott kibocsátási határértékeknek csak egy töredékét jelentik, és az adott dózis is elsősorban gáz halmazállapotú karbon-14 (C-14) formáját őrli. Ez a radionuklid, mely a természetben is előfordul, a reaktor működése közben jön létre a maghasadás során felszabaduló neutronok miatt.

A Projekt (a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának 10 éves meghosszabbítása) nyomán felszabaduló, folyékony és gáz halmazállapotú kibocsátásokból eredő effektív dózis a becslések szerint 0,010 mSv/év a legnagyobb kitettséget elszenvedő személy (kritikus egyén) esetében és a folyamatos 10 éves működés tekintetében. Elhanyagolható dózis, mely messze az 1 mSv/év törvényes határérték alatt van. A természetes sugárzásnak való kitettség Belgiumban 2,4 mSv. A 0,010 mSv/év effektív dózis annak az extra dózissal felel meg, amely valakit egy 2 hetes hegyi vakáció során érne a kozmikus sugárzás hatására. Ezenfelül ez a dózis egy nagyon is óvatos becslés (kritikus egyén: a legérzékenyebb korosztály, a maximum kitettség helyszínén, a legnagyobb radionuklid-koncentrációnak kitett területről származó ételt fogyaszt...).

A két helyszín többi reaktorának végleges lezárását figyelembe véve a jelenlegi ütemterv szerint a KC Doel és CN Tihange erőművek tevékenysége miatti kitettség az elmúlt évekhez képest várhatóan csökkenni fog 2025 után, még a Doel 4 és a Tihange 3 üzemi élethosszána meghosszabbítását követően is. A kritikus egyént folyékony és gáz halmazállapotú kibocsátások miatt érő effektív dózis becslések szerint az elmúlt években 0,02 mSv/év volt a KC Doel esetében és 0,03–0,05 mSv/év volt a CN Tihange esetében, a vizsgált időszakról és egyes feltételezésekről függően. 2025-öt követően, a Doel 4 és a Tihange 3 üzemi élethosszána meghosszabbítása esetén és a Projekt vizsgált időszakának tekintetében, az effektív dózis 0,017-ről 0,013 mSv/év értékre csökken a KC Doel erőműnél, és 0,020-ról 0,015 mSv/év értékre csökken a CN Tihange erőműnél. Ez a csökkenés annak köszönhető, hogy az idő függvényében a kibocsátások csökkenése várható, miután a KC Doel erőmű Doel 1, 2 és 3 reaktorai, és a CN Tihange erőmű Tihange 1 és 2 reaktorai leállnak. A környezetre gyakorolt hatás szintén elhanyagolható és a teljes KC Doel és CN Tihange helyszínek tovább fog csökkenni, még a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának meghosszabbítása esetén is. A folyékony és gáz halmazállapotú kibocsátások és a környezet ellenőrzését az üzemeltető radiológiai felügyeleti program és egy másik, specifikus program keretében végzi, így folyamatosan ellenőrizve lesz az emberekre és környezetre gyakorolt hatás. Tekintve, hogy a terület határán az embereket és a környezetet érő dózis és hatások triviálisak, normál működés esetén országhatárokon túli hatások sem merülnek fel.

Végezetül szeretnénk megjegyezni, hogy a Projekt időtartama során megkezdődhet egy vagy több másik reaktor

leállítása. Ez hatással lehet a radiológiai helyzetre is, de ez nem képezi jelen környezeti hatásvizsgálat tárgyát. Ehhez külön környezeti hatásvizsgálatra lesz szükség.

10.2.2 Emberekre és környezetre gyakorolt hatás baleset esetén

A Doel 4 és Tihange 3 reaktoroknál két tervezési alapba tartozó balesetet tanulmányoztak; ezek a Hűtőanyag-vesztéses baleset (HVB) és a Fűtőanyag kezelési baleset (FKB). Egy ilyen típusú projektnél ezek a balesetek átfogónak tekinthetők. Ezenfelül vizsgáltak egy tervezési alapot meghaladó balesetet is, a reaktormag megolvadásával járó Teljes feszültségvesztést (TFV) (ez is tekinthető az ilyen típusú balesetek képviselőjének). A két tervezési alapba tartozó baleset megfelel az Euratom-Szerződés 37. cikke általános rendelkezéseinek. A hatásvizsgálat során azonban az új 1. osztályú létesítményekre vonatkozó FANC-AFCN/Bel-V útmutatók alapján végzett vizsgálatok is végrehajtásra kerültek. Ennek az elemzésnek az eredményei is megfelelnek az Euratom-Szerződés 37. cikke általános rendelkezéseinek. Szigorúan véve az utóbbi értékelés itt nem lenne alkalmazandó, mivel a Doel 4 és Tihange 3 már létező 1. osztályú létesítmények. Azonban ez egyedi elemzés, mely a TFV baleset hatásainak vizsgálatára szolgál, és ugyanakkor betekintést nyújt egy baleset nyomán felmerülő szélesebb körű hatásokba, mutatja például a szennyezettségi szinteket tervezési alapba tartozó baleset (HVB és FKB) esetén.

Bár a Doel 4 és Tihange 3 reaktorok ugyanolyan típusúak és teljesítményük, különbség figyelhető meg, ha egyazon baleset forgatókönyvének hatásait vizsgáljuk. Ez a pontos kialakítás (reaktorépület térfogata, kifelé irányuló szivárgás mértéke stb.), a környezet felé leadott radioaktivitás mértékét szabályozó biztonsági rendszerek, illetve a kibocsátás magassága (kémény magassága) miatt van a két helyszínen lehetséges balesetek esetén. Azt is meg kell jegyezni, hogy a balesetek (vizsgált forgatókönyvek) esetén kibocsátott radioaktivitás mennyiségéről és a hatások számításáról is óvatos becslések készültek. Ez azt jelenti, hogy a vizsgált forgatókönyveknek megfelelő (a biztonsági rendszerek működését is beleértve) valós balesetek esetén a hatás mindig, illetve szinte mindig kisebb lesz.

A Tihange 3 esetében a 3 vizsgált balesetnél (HVB, FKB és TFV) az új 1. osztályú létesítményekre vonatkozó útmutatók szerint baleset esetén az effektív dózis és a pajzsmirigyet érő egyenértékű dózis nem haladja meg a specifikus referenciaszinteket, amelyeken felül olyan azonnali, sürgős védelmi intézkedésekre lenne szükség, mint az óvóhelyek, az evakuáció vagy a stabil jód bevitele (a szennyezett étel fogyasztása nem tartozik ide, mivel könnyen elkerülhető). Az effektív dózis a tervezési alapot meghaladó baleset esetén (TFV) a legmagasabb, a baleset időtartama alatt 4,29 mSv (24 óra alatt 5 mSv dózis az óvóhely alkalmazására vonatkozó referenciaérték₄). Ez a dózis hasonló mértékű ahhoz, amely egy átlag belga polgárt évente a háttérsugárzásból és az orvosi vizsgálati eszközökből is ér. A pajzsmirigyet érő dózist ennél a balesetnél a szűrőes hermetikus téri szellőztető rendszerek (CFVS [*Containment Filter Venting System*]) limitálják, amelyeket a működési engedély alapján ilyen baleseteknél alkalmazni kell. Ez a rendszer jelentős mértékben szűri a jelenlévő jódot és aeroszolókat (ideértve a hosszú lebomlási idejű Cs-137-et is); következésképpen az effektív dózis főleg a felemelkedő felhőben megtalálható radioaktív nemesgázokból ered.

A vizsgált balesetekből az FKB esetén merül fel a legnagyobb pajzsmirigyet érő dózis (4,95 mSv a Tihange esetében az 1–2 éves korosztályban). Ez a jódizotópok kibocsátásából ered. Ennél és a HVB balesetnél előfordulhat az élelmiszerlánc radioaktív jóddal való szennyeződése, ilyenkor ellenintézkedésekre lesz szükség. Figyelembe véve a jódizotópok korlátozott felezési idejét, a szennyeződés időben korlátozott mértékű lesz. A hosszú lebomlási idejű radionuklidokkal (pl. Cs-137) való lehetséges szennyeződés rendkívül limitált (csak a HVB esetén fordulhat elő), így ezeknél a baleseti forgatókönyveknél nem várható az élelmiszerláncra gyakorolt hatás. Az életidő alatti effektív dózis (felnőttek esetében több mint 50 év, más korosztályok esetében akár 70 év) korlátozott és messze 1 Sv alatt van. A Tihange 3 minden vizsgált balesetének esetén rendkívül korlátozottak az országhatáron túli hatások, mivel messze esik a szomszédos országoktól. A dózisok korlátozottak és a radioaktív jóddal való szennyeződés előfordulhat, de a határértékek konzervatív becsléssel kerülnek megállapításra az alkalmazandó ellenintézkedések tekintetében.

Az új 1. osztályú erőművek elemzése szerint a vizsgált Doel 4 baleseteknél a Tihange 3 esetéhez hasonlóan a legmagasabb effektív dózis a TFV balesetnél lép fel. Ez 8,89 mSv értékre esik, azaz meghaladja az óvóhelyek alkalmazására vonatkozó referenciaszintet (5 mSv 24 óra alatt), de még mindig jelentősen az evakuációra vonatkozó referenciaszint alatt (50 mSv 1 hét alatt) van. A HVB és FKB baleseteknél a pajzsmirigyet érő egyenértékű dózis a Doel 4 esetében is hasonló és 35 mSv (az 1–2 éves korosztályban) körüli.

⁴ A referenciaszintek nem tekintendők határértékeknek. Egy valós helyzetben lehet, hogy óvóhely alkalmazása lenne javasolt, részben a minden balesetnél felmerülő bizonytalanság miatt, részben pedig azért, mert a kitettség korlátozását (dózis optimalizálása) az elővigyázatosság elve alapján történő óvóhelyalkalmazás káros hatásaival kell összevetni.

Ezek az értékek magasabbak, mint a gyermekek és terhes nők számára előírt stabil jód bevitelére vonatkozó referenciaszint (10 mSv pajzsmirigyet érő egyenértékű dózis). Ugyanakkor a Doel 4 esetében vizsgált tervezési alapba tartozó balesetknél a jódizotóp lerakódásának óvatos becslése alapján előfordulhat, hogy az élelmiszerláncra vonatkozó határértékeket meghaladó értékek lépnek fel és így szükségessé válhatnak a kapcsolódó ellenintézkedések (tipikus esetben a tejnél, a levélzöldségeknél és a hústermékeknél). A Doel 4 esetében vizsgált TFV baleseti forgatókönyvnél nem lehet kizárni, hogy át lesz lépve a 4000 Bq/m² talajkoncentráció származtatott szintje, így ugyancsak élelmiszerláncba kapcsolódó ellenintézkedésekre lehet szükség. Ennél a balesetnél azonban a jódlerekódás csekélyebb mértékű, mint a tervezési alapba tartozó balesetknél (HVB és FKB). Az elsődleges jódizotópok korlátozott felezési ideje miatt minden baleseti forgatókönyv csak korlátozott idejű lehet (az I-131 esetében a felezési idő 8,02 nap). A hosszú lebomlási idejű radionuklidokkal (pl. Cs-137) való szennyeződés rendkívül korlátozott lesz és a vizsgált forgatókönyveknél nem lenne szükség ellenintézkedésekre. Következésképpen nincs várható ellenintézkedés a balesetet követő egy év elteltével. Ezenfelül a Doel 4 baleseti forgatókönyveknél az életidő alatti effektív dózisos sokkal alacsonyabbak, mint 1 Sv.

A balesetek országhatárokon átnyúló hatásai a vizsgált baleseti forgatókönyvek, illetve a Doel 4 és Tihange 3 esetében is korlátozottak, a környező országokban nem lenne szükség olyan közvetlen ellenintézkedésekre, mint az óvóhelyek, az evakuáció, vagy a stabil jód bevitele a pajzsmirigy védelme érdekében. A Doel 4 közelsége miatt elsősorban Hollandiában fordulhat elő az élelmiszerlánc jódizotópokkal való szennyeződése olyan szinten, hogy ellenintézkedések válhatnak szükségessé. Más szomszédos országokban ez a Doel 4 és Tihange 3 esetében is erősen valószínűtlen, de egyes országoknál nem zárható ki teljesen. A jódizotópokkal való szennyeződés azonban a korlátozott felezési idő miatt rövid ideig tart. A hosszú lebomlási idejű radionuklidokkal (pl. Cs-137) való szennyeződés rendkívül korlátozott és nem lenne szükség ellenintézkedésekre. A vizsgált baleseti forgatókönyveknél felmerülő életidő alatti effektív dózis így rendkívül korlátozott lenne minden szomszédos országban.

A növény- és állatvilágra gyakorolt hatás tekintetében az egyes baleseti forgatókönyveknél kibocsátott mennyiségek és kapcsolódó lerakódás nagyon mérsékelt, illetve elhanyagolható hatással járnának a Doel 4 esetében, és elhanyagolható hatással járnának a Tihange 3 esetében. Ahogy már említettük, ezek óvatos becslések.

Tekintetbe véve, hogy az aktuális ütemterv szerint 2025 után a Doel 4 és Tihange 3 lesznek az egyetlen villamosenergiát termelő reaktorok a KC Doel és CN Tihange erőműveknél, mindkét helyszínen csökken a súlyos baleset kialakulásának valószínűsége. A többi reaktor végleges leállítását követően a radioaktivitás gyorsan fog zuhanni; továbbra is lehetséges a baleset (pl. a hűtés meghibásodása miatt), de a potenciális radioaktív kibocsátás, és így a potenciális hatás is az idő függvényében gyorsan mérséklődik. Így 2025 után mindkét helyszínen kisebb lesz a hatása a lehetséges több egységet is érintő eseményeknek (több létesítményt érintő balesetek, ahogy a Fukushima Daiichi esetében is történt). A két reaktor erőművei közötti fizikai távolságnak hála annak az esélye, hogy a Doel 4 és Tihange 3 reaktoroknál egyszerre történjen baleset, még a több egységet is érintő események valószínűségénél is kisebb.

10.2.3 Radioaktív hulladék és kiégett fűtőelemek keletkezésére gyakorolt hatás

Belgiumban a Radioaktív Hulladékokért és Dúsított Hasadóanyagokért Felelős Nemzeti Ügynökség (ONDRAF/NIRAS [*National Agency for Radioactive Waste and Enriched Fissile Materials*]) három kategóriába sorolja a radioaktív hulladékot. Az A kategóriába az alacsony és közepes szintű, rövid felezési idejű hulladék, a B kategóriába az alacsony és közepes szintű, hosszú felezési idejű hulladék, a C kategóriába pedig a magas szintű, hosszú felezési idejű radioaktív hulladék tartozik, amely elsősorban a kiégett fűtőelemekből ered.

A Doel 4 és Tihange 3 egységek üzemi élettartamának 10 éves meghosszabbítása több, a hosszútávú átlag alapján körülbelül összesen 864 m³ alacsony és közepes szintű hulladékot generál. Ez elsősorban A kategóriás hulladék, korlátozott mennyiségű B kategóriás hulladékkal, mely jelenthet például bizonyos gyantákat és szűrőket. Összehasonlítva a felszíni ártalmatlanítási biztonsági fájlban forrástagként hivatkozott ~50 000 m³ A kategóriás hulladékkal ez alig észrevehetően növekedést jelent (~1,7%).

Ha feltesszük, hogy a B kategóriás hulladék mennyisége elenyésző lesz, a meghosszabbítással létrejött hulladékmennyiség körülbelül 2161 darab 400 literes hordónak felel meg, amely 540 hulladéklerakó egységben (monolit) lesz elhelyezve egy erre a célra tervezett létesítmény felszíni hulladéklerakójában Desselben; a létesítmény engedélyezési eljárása jelenleg is zajlik. Az ártalmatlanításhoz szükséges (térfogat) kapacitás 34

modult tesz ki, mely magába foglal 20%, azaz 5,4 modul tartalékot is, figyelembe véve az A kategóriás hulladék jövőbeli képződésével

kapcsolatos bizonytalanságot. A Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának 10 éves meghosszabbítása során képződő többlethulladék ebből 0,6 modult foglal majd el. Mivel ez egy már folytatott tevékenység kibővítése, amely ismert tulajdonságokkal rendelkező hulladékot generál, nem várhatóak további hatások a rövid és hosszútávú hulladékkezelés eredményeképp.

A Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának további 10 éves meghosszabbítása során felhasznált fűtőelemek összesített számát is felbecsültük. A meghosszabbítás a két egységnél együttesen további körülbelül 810 fűtőelem (UOX 14ft típus) felhasználását teszi szükségessé. A teljes belga reaktorállománnyal összevetve ez 7,3%-os többletnek felel meg a fűtőkötegek számában, illetve 8,9%-os többletnek tonna nehézfémben (THM).

Tekintve, hogy ez viszonylag korlátozott mennyiség, illetve feltéve, hogy a meglévő fűtőkötegekhez hasonló tulajdonságokkal bírnak, nem várható semmilyen a folyamatos kezelésükkel kapcsolatos hatás. A Doel 4 és Tihange 3 deaktiválásának elhalasztása mindkét helyszínnél szétosztja az időben az egységek hálózatról való leválasztását, amely eltérő esetben pár évre összpontosulna. Mivel SF₂ létesítmények épülnek és kerülnek engedélyezésre a Doel és Tihange erőműveknél, a helyszíneken elegendő tárolókapacitás áll majd rendelkezésre, amíg a hosszútávú kezeléssel való döntésre várakoznak.

A leszerelési műveletek során nagy mértékű anyagáramok jönnek létre, melyek többsége ártalmatlanításra és újrahasznosításra kerül. Azonban az erőmű szíve, azaz az atomreaktor-edény és a belső alkotóelemek, radioaktív hulladéknak minősülhetnek. A hulladék besorolása (A vagy B kategória) a biztonság szempontjából releváns radionuklidok radioaktív koncentrációján alapszik, azaz a reaktor üzeme és az irradiáció időtartama során felmerülő neutronfluxustól függ. A különféle edénykomponenseken végzett aktivációs számítások azt mutatták, hogy összességében az aktivitás alig növekszik, és a hosszú felezési idejű izotópok egy kis töredéke (melyek fontosak a hosszútávú kezelés szempontjából) növekszik körülbelül 25%-kal, a 10 éves meghosszabbítással arányban. Az aktivitás bővítés miatti korlátozott növekedése várhatóan csekély hatással lesz vagy nem lesz hatással az A és B kategóriás hulladékok közötti átmeneti zóna körülhatárolására. Így nem várható jelentős változás a hulladék mennyiségében.

11 Határokon átnyúló hatások

11.1 Doel 4

A Doel 4 adott élettartam során való üzemeltetéséhez fűződő legtöbb nem radiológiai hatás csak az atomerőmű közvetlen környezetében és korlátozott mértékben jelenik meg; így nem jön létre országhatáron átnyúló hatás. Határokon átnyúló hatásokról kizárólag a Víz témakörben (és korlátozott mértékben) beszélhetünk. A Schelde holland határ mentén (a kibocsátás pontjától kb. 3,4 km távolságra) való hőmérsékletének nyomon követése alapján a kibocsátott hűtővíz legfeljebb korlátozott negatív hatásnak tekinthető, azaz a kibocsátást követő hőmérsékletnövekedés 1 °C alatt lesz. Ez a hőmérsékletnövekedés folyásirányban, a holland terület felé haladva tovább csökken.

Ha a Doel 4 üzemi élettartama nem kerül meghosszabbításra, egyéb termelési módszerek kerülnek alkalmazásra a kieső termelési kapacitás pótlására. Ebben az esetben a korábbi tapasztalatok alapján nem lehet kizárni a határokon átnyúló hatásokat. Ezeknek a határokon átnyúló hatásoknak a jelentősége és természete azonban erősen függ majd attól, hogy az (elméleti) helyettesítő kapacitás kitermelése milyen helyszíneken valósul meg, illetve, hogy az adott erőművek milyen műszaki és engedélyezési tulajdonságokkal rendelkeznek majd.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a közvetlenül a KC Doel helyszínén kívül élő, legnagyobb kitettséget elszenvedő személy számára is elhanyagolható, észrevehetetlen (0,02 mSv/év mértékű) a KC Doel összes egységének üzeme során létrejött folyékony és gáz halmazállapotú kibocsátás hatása. A helyszínről származó közvetlen sugárzás mennyisége is a háttérsugárzás természetes variációjának tartományán belül van. Figyelembe véve, hogy a hatás a távolsággal csak tovább csökken (kibocsátott anyagok hígulása és inverz négyzetes törvény a közvetlen sugárzás esetében), elmondható, hogy a KC Doel normál működése, és így a Doel 4 üzemi élettartamának meghosszabbítása esetén nem várható határokon átnyúló, emberek és környezet szempontjából releváns hatás.

A különféle baleseti forgatókönyvek esetén felmerülő, határokon átnyúló radiológiai hatásokra vonatkozó számítások azt mutatják, hogy Hollandiában és más szomszédos országokban a dózis a közvetlen ellenintézkedések (például óvóhely alkalmazása vagy jódtabletták bevitele) tipikus irányadó értékei alá esnek. Hollandiában az ország közelsége és a jódiszotópok miatt Belgiuméhoz hasonló élelmiszerláncal kapcsolatos

ellenintézkedések lehetnek szükségesek. Más szomszédos országokban erősen valószínűtlen, hogy olyan lerakódások alakulnának ki,

melyek élelmiszerláncsal kapcsolatos ellenintézkedéseket szükségeltetnek, de rendkívül kedvezőtlen meteorológiai körülmények és a HVB baleset esetén nem teljesen kizárhatóak. Ha azonban van hatás az élelmiszerláncra, például Hollandiában, az rövid időtartamú lesz (nem rakódik le hosszú felezési idejű radionuklid, pl. Cs-137). Következésképpen a szomszédos országokra gyakorolt radiológiai hatás korlátozott lenne.

11.2 Tihange 3

A CN Tihange van a legközelebb a holland és német határokhoz (rendre 38 és 58 km).

A Tihange 3 deaktiválásának elhalasztásából eredő legtöbb nem radiológiai hatás az atomerőmű közvetlen környékére korlátozódik. Ezeknek a mértéke is korlátozott, így nem nyúlnak át az országhatárokon túlra.

Kizárólag a Meuse folyó hőmérsékletét befolyásoló kibocsátott hűtővíz lehet nagyobb távolságon is hatással. Azonban az utolsó hollandiai megfigyelőállomás hőmérsékletadatai alapján a kibocsátott hűtővíz hatása elhanyagolhatónak tekinthető (az elmúlt 3 év során átlagban kevésszer haladta meg a napi 25 °C-t, és nem haladta meg a napi 28 °C-t).

Meg kell jegyezni, hogy több az alaphelyzettel járó határon átnyúló hatás nem kizárható akkor sem, ha a deaktiválás nem lesz elhalasztva. Ezeknek a határokon átnyúló hatásoknak a jelentősége és természete erősen függ majd attól, hogy az (elméleti) helyettesítő kapacitás kitermelése milyen helyszínekre lesz tervezve, illetve, hogy az adott erőművek milyen műszaki és engedélyezési tulajdonságokkal rendelkeznek majd.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a közvetlenül a KC Tihange helyszínen kívül élő, legnagyobb kitettséget elszenvedő személy számára is elhanyagolható, észrevehetetlen (0,044 mSv/év mértékű) a KC Tihange összes egységének üzeme során létrejött folyékony és gáz halmazállapotú kibocsátás hatása. A helyszínről származó közvetlen sugárzás mennyisége is a háttérsugárzás természetes variációjának tartományán belül van. Figyelembe véve, hogy a hatás a távolsággal csak tovább csökken (kibocsátott anyagok hígulása és inverz négyzetes törvény a közvetlen sugárzás esetében), elmondható, hogy a CN Tihange normál működése, és így a Tihange 3 üzemi élettartamának meghosszabbítása esetén nem várható határokon átnyúló, emberek és környezet szempontjából releváns hatás.

A vizsgált baleseteknél a Tihange 3 esetében számított és szomszédos országokat érő dózisok olyan mértékűek, mely nem szükségeltetne azonnali ellenintézkedést, például óvóhely alkalmazását vagy stabil jódbevitelét. Nem zárható ki azonban teljesen az élelmiszerláncsal kapcsolatos nagyon korlátozott és rövid időtartamú intézkedések szükségége. A hosszú lebomlási idejű radionuklidok lerakódása nagyon korlátozott, így maga a balesetek radiológiai hatása is korlátozott marad.

12 Kockázatcsökkentő intézkedések

Tekintve a projekt (nagyon) korlátozott nem radiológiai hatásait, a kockázatcsökkentő intézkedések nem jelentenek problémát. A Víz témakörben azonban alkalmazható pár javaslat.

A Doel erőmű tekintetében ezek a következők:

1. Meg kell akadályozni a talajvíz és hűtővíz vegyes csatornarendszerbe való elvezetését és el kell különíteni az esővizet (pl. új projektek vagy karbantartási munkálatok során), mely a szennyvíz hígulását és gyakori túlfolyást eredményez;
2. Javasolt folyamatosan optimalizálni a szennyvízkezelést, a korábbi elakadások (nitrit, AOX) végleges megoldásának érdekében; biztosítani kell több más paraméter konzisztensebb mérését, a kibocsátással kapcsolatos követelményeknek való megfelelés ellenőrzésének érdekében;
3. A jövőbeli átalakítások és felújítások megfelelően ellenállóak kell, hogy legyenek az áradással és éghajlatváltozással szemben, felkészülve a jövőbeli intenzívebb esőzésekre, annak érdekében, hogy a vízzel kapcsolatos problémák ne a környező területre legyenek áthárítva;
4. A Doel 3 (2022), valamint a Doel 1 és 2 (2025) leállítását érdemes kihasználni, mint lehetőséget a vízkezelés és esővíz-kezelés optimalizálására a Doel 4-nél.

A következő javaslatok egyaránt érvényesek a Doel és Tihange erőművekre is:

1. El kell különíteni az esővizet a csatorna-szennyvíztől, és újra fel kell használni csatornavízként, a lehető legnagyobb mértékben elkerülve a településből származó víz használatát;
2. Lágyítás (átszivárgás), zöld tetőszerkezetek vagy vízi létesítmények építése (kiegyenlítés) a helyszínen a hősziget-effektus csökkentésének, az (eső-)víz helyi gyűjtésének és tárolásának, illetve a kiszáradás megelőzésének érdekében;
3. El kell végezni a hűtőkapacitás megelőző finomhangolását a Zeeschelde és Maas folyók hőmérsékletének ellenőrzése alapján

A radiológiai hatások tekintetében lehet hivatkozni a vészhelyzeti tervekre, melyek a baleseti hatások következményeit hivatottak kezelni. A normál üzem során felmerülő radiológiai hatások elhanyagolhatók, így esetükben nincs szükség kockázatsökkentő intézkedésekre. Javasolható az atmoszférába kibocsátott karbon-14 monitoringja.

13 Ismeretbeli hiányosságok

13.1 Nem radiológiai hatások

A nem radiológiai hatásokkal kapcsolatos ismeretbeli hiányosságok mértéke korlátozott. A Víz témakörben ismeretbeli hiányosság a Doel 4 és Tihange 3 által kibocsátott szennyvíz pontos mértékének tekintetében, azaz azzal kapcsolatban van, hogy a Doel 4 és Tihange 3 üzeme pontosan mennyivel járul hozzá rendre a Schelde és Meuse folyókba kibocsátott szennyező maradványanyagok mennyiségéhez.

A Levegő témakörben az elsődleges ismeretbeli hiányosságot az égetőművek kibocsátásának területe jelenti, mivel nem minden létesítmény esetében áll rendelkezésre mért érték vagy modell jellemző. Ezek a hiányosságok a szakirodalom és feltételezések alapján megállapított kibocsátási tényezőkkel kerültek kitöltésre. Ez a hatásokkal kapcsolatos számítások eredményeinek körében megnövekedett bizonytalansághoz vezet, de a hatás még ezzel számolva is elhanyagolható.

Végezetül van némi bizonytalanság azzal kapcsolatban, hogy a Doel 4 és Tihange 3 esetlegesen kieső kapacitása (ha a Projekt nem kerül megvalósításra) hogyan lenne pótolva. Ez azt jelenti, hogy nem lehet pontosan megbecsülni többek között a légminőséggel és nitrogénlerakódással kapcsolatos hatásokat.

A Tihange esetében a Tihange 1 és 2 lezárását követően javasolt megerősíteni az erőmű Seveso-besorolását. Ha az erőmű többé már nem minősülne a Seveso hatálya alá eső létesítménynek, a népesség biztonságát veszélyeztető potenciális biztonsági kockázatok ellenőrzése érdekében figyelmet kell fordítani a balesetek megelőzésére.

13.2 Radiológiai hatások

A kibocsátott anyagok radiológiai hatásának számításakor szerepet játszhat több bizonytalan tényező, például a kibocsátott radionuklidok mennyisége és jellemzői (ún. forrástag), a meteorológiai körülmények, az érintett személyek helye és kora, és a helyi életmódbeli szokások (pl. étrend). A normál üzem során kifejtett hatások kiszámításához a kibocsátásokról elegendő információ áll rendelkezésre és a meteorológiai körülmények a teljes (referencia-)év tekintetében figyelembe lettek véve. Továbbá a legnagyobb kitettséget elszenvedő személyt nagyon óvatosan megállapított radiológiai hatásokhoz köthető életmódbeli szokásokkal határoztuk meg. Ez a radiológiai hatás konzervatív becslését eredményezte. A baleseti forgatókönyvek szintén konzervatív feltételezéseket alkalmaznak, de egy valós baleset során a lehetséges kitettség a kibocsátott radionuklidok mennyiségétől, a pontos meteorológiai körülményektől (pl. helyi esőzések) és az emberek helyétől és szokásaitól függ. Ezt baleset esetén olyan ellenintézkedésekkel lehet kiegészíteni, mint az óvóhelyek alkalmazása, stabil jód bevitel és az evakuálás. A fenti bizonytalanság ellenére normál működés esetén az emberek nagyon alacsony (sokkal kisebb mint 1 mSv/év) dózisnak vannak kitéve; még a baleseti forgatókönyvek esetén is, az érintett populáció, a legtöbb esetben, korlátozott dózisnak lenne kitéve. A dózisok így messze a determinisztikus hatások (a determinisztikus hatásokat minden esetben, még a baleseteknél is el kell kerülni) előfordulásához köthető

mérték alatt vannak, illetve mindig messze az effektív dózis mértéke alatt, ahol a járványügyi tanulmányok képesek lennének a sugárzás sztochasztikus

hatásainak (rák és genetikai rendellenességek előfordulása) kimutatására. Ez azért van, mert ilyen alacsony dózis mellett az adott hatások előfordulásának valószínűsége rendkívül alacsony, és mindez ugyanezen hatások magas spontán előfordulása mellett zajlik. Bár az elővigyázatosság elve alapján mértéktől függetlenül minden további kitétséget (dózishoz) összekötünk a sztochasztikus hatások előfordulásával, az előfordulást nem lehet bizonyossággal megállapítani, biztosan csak azt tudjuk, hogy az előfordulás valószínűsége nagyon alacsony vagy akár nem létező (<0,57% 100 mSv effektív dózis mellett).

14 Általános következtetések

A Doel 4 és Tihange 3 reaktorok deaktiválásának elhalasztása a 10 éves időszak során számos környezeti hatás fennmaradásához vezethet. A környezeti hatásvizsgálat az „emberek” és „biodiverzitás” kockázatviselő csoportok tekintetében felmérte, hogy az adott (radiológiai és nem radiológiai) hatások jelentősnek minősíthetők-e. Hatáselemzés is készült több egyéb olyan témakörben, amelyek szakpolitikai céljait a Projekt befolyásolhatja, illetve amelyek meghatározók az emberekre és biodiverzításra gyakorolt hatás tekintetében. A tanulmány kitért továbbá a Projekt „elkerült hatásaira”, azaz az üvegházhatású gázok és nitrogénoxid kibocsátására és azok egészségügyi és éghajlatváltozás terén továbbgyűrűző hatásaira. Az (elkerült) ellátási bizonytalansághoz fűződő (elkerült) egészségügyi hatásokra is kitértünk.

Az elemzés mutatja, hogy a vízrendszerekre gyakorolt hatás nem olyan, hogy az befolyásolná a Zeeschelde vagy Meuse folyók ökológiai állapotát, vagy akadályozná a két folyó jó ökológiai potenciáljának elérését. A kibocsátások mindkét esetben elhanyagolható hatással vannak a folyók vízminőségére. A Doel esetében a vízminőségre gyakorolt hatás csak a hullámtörő falon belüli zónában jelentkezik; a Zeeschelde IV célkitűzéseit nem befolyásolja a Projekt. A Doel erőműnél a környezeti hatásvizsgálat azonban felhívja a figyelmet a kifejezetten az aktuális üzemmel kapcsolatos problémák megoldására; ilyenek például a gyakori túlfolyások és a csatornarendszer állapota. A Víz témakörben határokon átnyúló hatásokról kizárólag (és korlátozott mértékben) a Doel erőmű esetében beszélhetünk. A Schelde holland határ mentén (a kibocsátás pontjától kb. 3,4 km távolságra) való hőmérsékletének nyomon követése alapján a kibocsátott hűtővíz legfeljebb korlátozott negatív hatásként tekinthető, azaz a kibocsátást követő hőmérsékletnövekedés 1 °C alatt lesz. Ez a hőmérsékletnövekedés folyásirányban, a holland terület felé haladva lassan tovább csökken.

A biodiverzitás témában a Doel erőműnél a projekt hatásait a felszíni vízminőség, elszigetelő hatás, elhalálozás, zavar, közvetlen földfoglalás, eutrofizálódás és savasodás tükrében vizsgáltuk. Az elszigetelő hatás és közvetlen földfoglalás tekintetében megállapítottuk, hogy nem várható hatás. Az elhalálozás tekintetében (korlátozott) hatás jelenhet meg a hűtővíz bevitelének következtében. Zavar tekintetében csak a zajszennyezés lehet releváns, de nem várható jelentős hatás a közeli fajokra. Ugyanakkor a Tihange esetében az állatvilág emberi jelenlétből eredő zaj és fény miatti károsodása nem jelentős, mivel az erőmű egy már amúgy is erősen urbanizált régióban helyezkedik el és az üzemeltető lépéseket tett az erőmű zajszennyezésének csökkentésének érdekében.

A Doel 4 és Tihange 3 üzeméből eredő savasodással és eutrofizálódással kapcsolatos negatív hatások is elhanyagolhatók. A nitrogénlerakódás tekintetében pozitív hatások is várhatók a további 10 év nukleáris termelésből eredő „elkerült kibocsátás” miatt. Ez végső soron azért van, mert a két reaktor által termelt áramot nem olyan kombinált ciklusú gázturbinával működő (CCGT) erőművek kell, hogy generálják, melyek sokkal többet savasodást és nitrogénlerakódást eredményeznek.

A hűtővíz, csatornavíz és ipari víz kibocsátása nem vezet ökológiai hatásokat sem a Schelde folyó szintjén, sem helyi szinten. Tekintve, hogy a Schelde az élőhelyvédelmi irányelv hatálya alá eső terület és potenciálisan fontos a madárvédelmi irányelv által védett madarak számára, ez fontos végkövetkeztetés. A Tihange esetében az elemzés azt is mutatja, hogy a projekt vízi környezetre gyakorolt hatásai nem olyanok, melyek akadályoznák a kapcsolódó ökoszisztémákhoz fűződő védelmi célkitűzéseket, figyelembe véve a létesítmény üzemeltetője által megvalósított intézkedéseket.

A Projekt nem okoz semmilyen elkerülhetetlen és helyrehozhatatlan kárt a természetben, és nincs jelentős hatással a Doel és Tihange erőművek környezetében található különleges természetvédelmi területek élőhelyeinek és fajainak védeltségi állapotára.

Az elkerült kibocsátások valószínűleg pozitív hatással lesznek a Nature 2000 Belgium más területein található helyszíneinek környezetvédelmi célkitűzéseire, de jelentőségüket nehéz megítélni.

A Doel és Tihange erőművek környezetében mért sugárzási szintek továbbra is messze az alatt a szint alatt vannak, ahol negatív hatással lennének a növény- és állatvilágra. A számítások szerint a levegőbe és vízbe kibocsátott dózis is messze ez alá a határérték alá esik. Így megállapítható, hogy a vizsgált belga atomerőművekre vonatkozó érvényes kibocsátási határértékek nem eredményeznek negatív hatásokat a növény- és állatvilág számára, amelyet a FANC-AFCN és az üzemeltető ellenőrzési programjának mérési eredményei is megerősítenek. Ha csak a Doel 4 és Tihange 3 reaktorok maradnak üzemben, a természeti értékekre gyakorolt radiológiai hatás is nyilván kisebb lesz. Egyértelmű tehát, hogy a két erőmű hosszabb üzemben tartásának radiológiai hatásai nem befolyásolják negatívan az érintett különleges természetvédelmi területek környezetvédelmi célkitűzéseit.

A balesetek következményeit vizsgálva, a növény- és állatvilágra gyakorolt hatás tekintetében, az egyes baleseti forgatókönyveknél (óvatos becslésekkel megállapított) kibocsátott mennyiségek és kapcsolódó lerakódás nagyon mérsékelt, illetve elhanyagolható hatással járnának a Doel 4 környékén, és elhanyagolható hatással járnának a Tihange 3 környékén.

A Doel 4 és Tihange 3 reaktorok üzemeltetése a légminőségre is hatással lehet. A potenciális hatások elsődleges forrásai a gőzkazánok és dízelmotorok, ezek éves üzemideje azonban korlátozott. Amikor mindkét telephelyen a többi reaktor lezárásakor több tüzelőberendezés kivezetésre kerül, a hatás tovább csökken. A KC Doel hatásaival kapcsolatos számítások mutatják, hogy a környezeti levegő minőségére gyakorolt hatás elhanyagolható (kevesebb mint 1%-a az alkalmazott határértékeknek vagy vizsgálati értékeknek).

Ha a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartama nem kerül meghosszabbításra, a szükséges elektromos áram (részben) fosszilis energiahordozók felhasználásával kerül előállításra. Az e folyamat során generált károsanyag-kibocsátás (amely „elkerültnek” tekinthető a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának meghosszabbítása esetén) sokkal magasabb, mint amit a Doel 4 és Tihange 3 üzemeltetése kibocsátana, így a légminőségre gyakorolt hatás is magasabb.

A Doel 4 és Tihange 3 üze me által a meghosszabbított üzemi élettartam során kibocsátott üvegházhatású gázok mennyisége töredéke az ugyanezen időszak alatt elkerült ÜHG-kibocsátásnak. A Doel 4 és Tihange 3 üzemben tartásával évente elkerült kibocsátás a 2021-es adatok alapján a belgiumi „hő- és villamosenergia-termelés” ágazat éves kibocsátásainak majdnem 20%-ának felel meg (12,8 millió tonna).

Sem a Doel 4, sem a Tihange 3 nincs hatással a referenciaidőszak alatt a környezetük éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességére. Az üzemi élettartam meghosszabbításának időszakát alapul véve egyik helyszín sincs kiszolgáltatva az éghajlatváltozás hatásainak, és ez az állapot független a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának meghosszabbításától.

Az egészség tekintetében a Doel 4 és Tihange 3 meghosszabbított üzemi élettartama során elkerült NO_x kibocsátás várhatóan (mérsékelt) pozitív hatással jár. Nincs kimutatható kapcsolat a potenciális nukleáris katasztrófákhoz fűződő kockázatérzékelés és a populáció körében előforduló pszichoszomatikus hatások között. A Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának meghosszabbítása jelentősen csökkenti az áramkimaradás kockázatát, így pozitív hatással van az áramkimaradásokhoz köthető egészségügyi és biztonsági hatások elkerülésére. A külső biztonság szempontjából elmondható, hogy az üzemi élettartam meghosszabbítása nem eredményez jelentős kockázatnövekedést.

A Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának meghosszabbítása nyomán felszabaduló, folyékony és gáz halmazállapotú kibocsátásokból eredő effektív dózis a becslések szerint 0,010 mSv/év a legnagyobb kitettséget elszenvedő személy (kritikus egyén) esetében és a folyamatos 10 éves működés tekintetében. Elhanyagolható dózis, mely messze az 1 mSv/év törvényes határérték alatt van. Továbbá ez a dózis is csak egy nagyon óvatos becslést képvisel. A két helyszín többi reaktorának végleges lezárását figyelembe véve, a jelenlegi ütemterv szerint, a KC Doel és CN Tihange erőművek üze me miatti kitettség az elmúlt évekhez képest várhatóan csökkenni fog 2025 után, még a Doel 4 és a Tihange 3 üzemi élethosszának meghosszabbítását követően is. A kritikus egyént folyékony és gáz halmazállapotú kibocsátások miatt érő effektív dózis becslések szerint az elmúlt években 0,02 mSv/év volt a KC Doel esetében és 0,03-0,05 mSv/év volt a CN Tihange esetében, a teljes helyszíneket vizsgálva, a vizsgált időszakról és egyes feltételezésekről függően. 2025-öt követően, a Doel 4 és a Tihange 3 üzemi élethosszának meghosszabbítása esetén és a Projekt vizsgált időszakának tekintetében, az effektív dózis 0,017-ről 0,013 mSv/év értékre csökken a KC Doel erőműnél, és 0,020-ról 0,015 mSv/év értékre csökken a CN Tihange

erőműnél.

Megállapítható, hogy a Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának meghosszabbítása normál működés mellett nem okoz semmilyen negatív egészségügyi következményt kiváltó radiológiai vagy nem radiológiai hatást. Pont ellenkezőleg, az elkerült nitrogénoxid kibocsátás és az áramkimaradások valószínűségének csökkenése pozitív egészségügyi hatásokkal is járhat.

A környezeti hatásvizsgálat azt is elemezte, hogy a Projekt milyen hatással lenne két tervezési alapba tartozó baleset és egy tervezési alapot meghaladó baleset esetén felszabaduló dózisokra. A Doel 4 biztonsági fájlon alapuló elemzés azt mutatja, hogy a két tervezési alapba tartozó baleset nyomán a Doel 4 reaktornál felszabaduló effektív dózisok és pajzsmirigyet érő egyenértékű dózisok a meghatározott határértékeken belül esnek. Ha azonban az 1. osztályú erőművekre vonatkozó FANC útmutatók alapján készítünk elemzést, a pajzsmirigyet érő egyenértékű dózis meghaladja a határértéket, azaz ebben az esetben javasolt a pajzsmirigy védelmére szolgáló stabil jódbevitele. Mindkét tervezési alapba tartozó baleset esetén hasonló mértékű az effektív dózis, de a pajzsmirigyet érő egyenértékű dózis alacsonyabb. Mindhárom baleseti forgatókönyvnél előfordulhat az élelmiszerlánc szennyeződése is, ilyenkor a radioaktív jódot izotópok szintje jellemzően túllépi az aktivitási határértékeket a tejben, levélzölkségekben és hústermékekben. Tekintve, hogy ezek az izotópok relatíve rövid felezési idővel rendelkeznek (az I-131 esetében 8,02 nap), a szennyeződés időben korlátozott lenne.

A Tihange 3 biztonsági fájlon alapuló elemzés azt mutatja, hogy a két tervezési alapba tartozó baleset nyomán a Tihange 3 reaktornál felszabaduló effektív dózisok és pajzsmirigyet érő egyenértékű dózisok a meghatározott határértékeken belül esnek. Ez akkor is igaz, ha az elemzést az 1. osztályú erőművekre vonatkozó FANC útmutatók alapján készítjük. Egy tervezési alapot meghaladó baleset esetén a tervezési alapba tartozó balesetekéhez hasonló mértékű az effektív dózis, de a pajzsmirigyet érő egyenértékű dózis alacsonyabb.

Így a Projekt korlátozott baleseti kockázattal jár (tervezési alapba tartozó és tervezési alapot meghaladó balesetek tekintetében is). Azonban a kockázat a teljes CN Tihange erőműnél csökkenni fog, mivel az üzemi élettartam 10 éves meghosszabbítása során csak a Tihange 3 lesz aktív a helyszínen.

A balesetek országhatárokon átnyúló hatásai a vizsgált baleseti forgatókönyvek, illetve a Doel 4 és Tihange 3 esetében is korlátozottak, a környező országokban nem lenne szükség olyan közvetlen ellenintézkedésekre, mint az óvóhelyek, az evakuáció, vagy a stabil jódbevitele a pajzsmirigy védelme érdekében. A Doel 4 közelsége miatt elsősorban Hollandiában fordulhat elő az élelmiszerlánc jóddizotópokkal való szennyeződése olyan szinten, hogy ellenintézkedések válhatnak szükségessé. Más szomszédos országokban ez a Doel 4 és Tihange 3 esetében is erősen valószínűtlen, de egyes országoknál nem zárható ki teljesen. A jóddizotópokkal való szennyeződés azonban a korlátozott felezési idő miatt rövid ideig tart. A hosszú lebomlási idejű radionuklidokkal (pl. Cs-137) való szennyeződés rendkívül korlátozott és nem lenne szükség ellenintézkedésekre. A vizsgált baleseti forgatókönyveknél felmerülő életidő alatti effektív dózis így rendkívül korlátozott lenne minden szomszédos országban.

Tekintetbe véve, hogy az aktuális ütemterv szerint 2025 után a Doel 4 és Tihange 3 lesznek az egyetlen villamosenergiát termelő reaktorok a KC Doel és CN Tihange erőműveknél, mindkét helyszínen csökken a súlyos baleset kialakulásának valószínűsége.

A Doel 4 és Tihange 3 egységek üzemi élettartamának meghosszabbítása több, a 10 éves hosszútávú műveletek időszakára becsült hosszútávú átlag alapján körülbelül összesen 864 m³ alacsony és közepes szintű radioaktív hulladékot generál. Ez elsősorban A kategóriás hulladék, korlátozott mennyiségű B kategóriás hulladékkal. Összehasonlítva a felszíni ártalmatlanítási biztonsági fájlban forrástagként hivatkozott ~50 000 m³ A kategóriás hulladékkal ez alig észrevehetően növekedést jelent (~1,7%).

Ha feltesszük, hogy a B kategóriás hulladék mennyisége elenyésző lesz, a meghosszabbítással létrejött hulladékmennyiség körülbelül 2161 darab 400 literes hordónak felel meg, amely 540 hulladéklerakó egységben (monolit) lesz elhelyezve egy erre a célra tervezett létesítmény felszíni hulladéklerakójában Desselben. Az ártalmatlanításhoz szükséges (térfogat) kapacitás 34 modul teszt ki, mely magába foglal 20%, azaz 5,4 modul tartalékot is, figyelembe véve az A kategóriás hulladék jövőbeli képződésével kapcsolatos bizonytalanságot. A Doel 4 és Tihange 3 üzemi élettartamának hosszútávú műveletei során képződő többelhulladék ebből 0,6 modul foglal majd el. Mivel ez egy már folytatott tevékenység kibővítése, amely ismert tulajdonságokkal rendelkező hulladékot generál, nem várhatóak további hatások a rövid és hosszútávú hulladékkezelés eredményeképp.

A Doel 4 és Tihange 3 hosszútávú műveleteinek 10 éves időszaka során felhasznált fűtőelemek összesített számát is felbecsültük. A hosszútávú műveletek a két egységnél együttesen további körülbelül 810 fűtőelem

(UOX 14ft típus) felhasználását teszik szükségessé. A teljes belga reaktorállománnyal összevetve ez 7,3%-os többletnek felel meg a fűtőkötegek számában, illetve 8,9%-os többletnek tonna nehézfémekben (tHM).

Tekintve, hogy ez viszonylag korlátozott mennyiség, illetve feltéve, hogy a meglévő fűtőkötegekhez hasonló tulajdonságokkal bírnak, nem várható semmilyen folyamatos kezelésükkel kapcsolatos hatás. A Doel 4 és Tihange 3 deaktiválásának elhalasztása mindkét helyszínnél szétosztja az időben az egységek hálózatról való leválasztását, amely eltérő esetben pár évre összpontosulna. Mivel SF₂ (kiégett fűtőelemek tárolására szolgáló) létesítmények épülnek és kerülnek engedélyezésre a Doel és Tihange erőműveknél, a helyszíneken elegendő tárolókapacitás áll majd rendelkezésre, amíg a hosszútávú kezelésről történő döntésre várakoznak.