

Podstawy konsultacji w sprawie skutków transgranicznych

Data: 2025-02-19



VATTENFALL

Spis treści

1. Wstęp.....	4
2. Kryteria oceny.....	5
3. Metoda	5
4. Wyniki	7
5. Dyskusja.....	9
6. Wniosek.....	9

Streszczenie

Firma Vattenfall planuje budowę nowej elektrowni jądrowej na półwyspie Väröhalvön w gminie Varberg. Charakter planowanej działalności powoduje, że zgodnie z Konwencją z Espoo istnieje obowiązek przeprowadzenia konsultacji z zainteresowanymi krajami sąsiadującymi. W niniejszym raporcie firma Vattenfall opracowała podstawę umożliwiającą ocenę skutków działalności, które kraje sąsiadujące mogą być dotknięte, i w związku z tym powinny zostać powiadomione. Firma Vattenfall ocenia, że tylko hipotetyczny wypadek jądrowy (awaria) obejmujący stopienie rdzenia reaktora mógłby spowodować konsekwencje poza granicami Szwecji. Raport opiera się zatem na takim hipotetycznym wypadku, aby ocena grupy konsultacyjnej mogła zostać dokonana na podstawie hipotetycznego, możliwie najgorszego scenariusza.

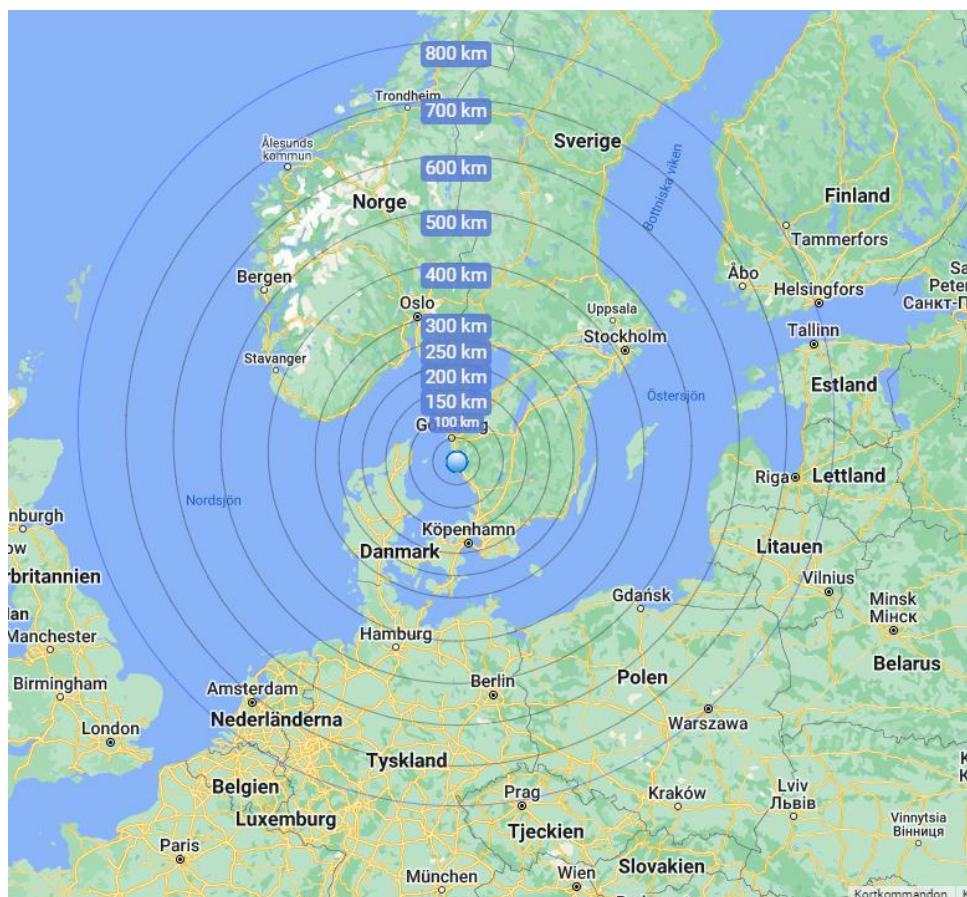
Wyniki obliczeń pokazują, że dawki promieniowania są wysokie w bezpośrednim otoczeniu, ale szybko maleją wraz ze wzrostem odległości. Dawka skuteczna i kumulatywna promieniowania dla rocznego dziecka i osoby dorosłej na wyspie Läsö w ciągu całego życia, która jest najbliższym obcym lądem położonym około 50 km na zachód od półwyspu Väröhalvön, wynosi mniej niż 10 mSv. W odległości większej niż 250 km od półwyspu Väröhalvön dawka promieniowania w ciągu całego życia w żadnej grupie wiekowej nie będzie wyższa niż 1 mSv. Dla porównania, według Urzędu Bezpieczeństwa Radiologicznego, poziom dawki indywidualnej naturalnego promieniowania tła dla mieszkańców Szwecji wynosi 1-2 mSv rocznie.

W wyniku ewentualnego wypadku radiologicznego jedynie mieszkańcy Danii i terenów przybrzeżnych południowej Norwegii spośród wszystkich krajach sąsiednich otrzymaliby w ciągu całego życia dawki przekraczające poziom naturalnego rocznego promieniowanie tła.

1. Wstęp

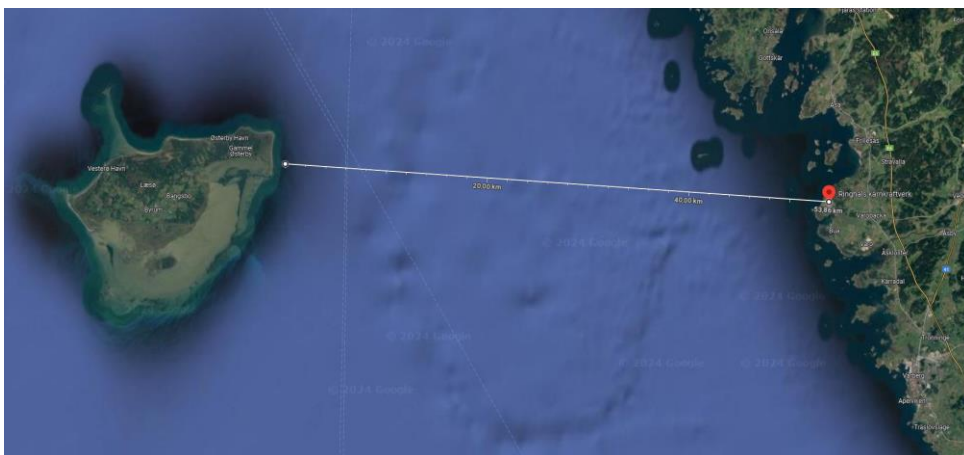
Firma Vattenfall planuje budowę nowej elektrowni jądrowej na półwyspie Väröhalvön w gminie Varberg. Planowana działalność ma taki charakter, że zgodnie z Konwencją o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym (Konwencją z Espoo) pociąga za sobą obowiązek konsultacji także z zainteresowanymi krajami sąsiadującymi. Konsultacje w Espoo koordynuje Urząd ds. Ochrony Środowiska, a firma Vattenfall w niniejszym raporcie opracowała podstawę umożliwiającą ocenę skutków działalności, które kraje sąsiadujące mogą być dotknięte, i w związku z tym powinny zostać powiadomione. Firma Vattenfall ocenia, że tylko hipotetyczny wypadek jądrowy obejmujący stopień rdzenia mógłby spowodować konsekwencje poza granicami Szwecji. Raport opiera się zatem na takim hipotetycznym wypadku, aby ocena grupy konsultacyjnej mogła zostać dokonana na podstawie hipotetycznego, możliwie najgorszego scenariusza.

Rozważany obszar lądowy znajduje się w promieniu do 800 km od obecnej lokalizacji na półwyspie Väröhalvön, patrz Rysunek 1.



Rysunek 1. Obszar lądowy wokół obecnej lokalizacji na półwyspie Väröhalvön rozciąga się na promień 800 km.

Najbliższym obcym obszarem lądowym jest duńska wyspa Läsö, położona około 50 km na zachód od półwyspu Väröhalvön, patrz Rysunek 2. Ponieważ stężenie aktywności w powietrzu i na ziemi będzie niższe w większej odległości od miejsca wycieku substancji radioaktywnej, pozostałe części Danii i sąsiednich krajów ucierpią w mniejszym stopniu niż wyspa Läsö.



Rysunek 2. Na mapie pokazano odległość w linii prostej między półwyspem Väröhalvön a duńską wyspą Läsö, dane pochodzą z Google Maps. Odległość między półwyspem Väröhalvön i wyspą Läsö wynosi około 50 km.

Projekt planowanej elektrowni jądrowej nie został jeszcze w pełni zdefiniowany, dlatego obliczenia w niniejszym raporcie opierają się na konserwatywnym rozkładem względnym izotopów promieniotwórczych (source term)¹. Warunki dyspersji i dane dotyczące ekspozycji wybrano w największym możliwym stopniu na podstawie warunków skandynawskich. Dawka promieniowania powstająca w wyniku uwolnienia substancji radioaktywnych jest różna dla dzieci i dorosłych, ponieważ drogi narażenia są różne w różnych kategoriach wiekowych. Przykładowo spożycie pokarmu różni się pomiędzy tymi grupami. Aby uwzględnić te różnice, w raporcie zaprezentowano wyniki dotyczące rocznego dziecka i osoby dorosłej.

2. Kryteria oceny

Transgraniczne skutki wypadku radiologicznego nie są oceniane w kontekście ograniczeń dawek ani limitów dawek. W raporcie porównano je z naturalnym promieniowaniem tła, które według Urzędu Bezpieczeństwa Radiologicznego co roku naraża mieszkańców Szwecji na dawkę wynoszącą 1–2 mSv. Duński Urząd Zdrowia i Norweska Dyrekcja Ochrony Radiologicznej i Bezpieczeństwa Atomowego podają wartości naturalnego promieniowania tła na tym samym poziomie co Szwedzki Urząd Bezpieczeństwa Radiologicznego.

3. Metoda

Rozkład względny izotopów promieniotwórczych, który zakłada się, że zostanie rozproszony w otoczeniu na skutek wypadku, jest przedstawiony w Tabeli 1. Rozkład względny izotopów promieniotwórczych wybrano tak, aby uwzględnić emisje pochodzące z hipotetycznego wypadku radiologicznego, w którym doszłoby do stopienia się rdzenia lekkowodnego reaktora jądrowego. W praktyce takie uwolnienia oznaczają, że układ chłodzenia reaktora nie działa i cała woda chłodząca wyparowała, co spowodowało, że rdzeń zaczął się odsłaniać i topić. Termin źródłowy opiera się na emisji 100 TBq Cs-137, która obecnie obowiązuje jako wymóg emisji dla istniejących elektrowni jądrowych w Szwecji w przypadku

¹ Rozkład względny izotopów promieniotwórczych („source term”) to przyjęte pojęcie w branży energetyki jądrowej, które odnosi się do wielkości i składu uwolnienia w przypadku wypadku jądrowego.

wystąpienia bardzo mało prawdopodobnych zdarzeń i warunków. Wymagania dotyczące emisji dla nowych reaktorów jądrowych będą prawdopodobnie bardziej rygorystyczne, dlatego należy traktować to jako konserwatywny termin źródłowy, obejmujący zarówno duże, jak i małe nowe reaktory. Pozostałe nuklidy w terminie źródłowym są związane z uwalnianiem cezju. Czas uwolnienia wynosi 24 godziny, a wysokość uwolnienia wynosi 20 m. Analiza zakłada, że uwolnienie może nastąpić w dowolnym dniu roku, biorąc pod uwagę sytuację pogodową w tym dniu, tj. rozważa się 365 różnych sytuacji pogodowych.

Dawki promieniowania obliczane są dla osób znajdujących się w odległości 1–800 km od punktu uwolnienia.

Tabela 1. Zakładany rozkład względny izotopów promieniotwórczych, który prawdopodobnie zostanie uwolniony do środowiska w przypadku hipotetycznego wypadku ze stopieniem rdzenia reaktora jądrowego na półwyspie Väröhalvön.

Nuklid	Aktywność [Bq]	Nuklid	Aktywność [Bq]
Kr-87	2,8E+15	Te-132	4,5E+14
Kr-88	8,7E+15	Cs-134	1,8E+14
Xe-133	1,2E+17	Cs-137	1,0E+14
Xe-135	1,6E+16	Sr-90	1,2E+13
I-131	1,0E+15	Zr-95	1,0E+13
I-132	2,3E+14	Ba-140	2,4E+14
I-133	1,5E+15	La-140	7,5E+13
I-134	1,3E+14	Ce-144	8,2E+12
I-135	7,5E+14	Pu-238	1,5E+10
Mo-99	9,4E+12	Pu-241	8,7E+11
Ru-103	8,7E+12	Cm-242	2,6E+11
Ru-105	1,6E+12	Cm-244	1,8E+10
Sb-127	2,9E+13		

Obliczenia dawki wykonuje się przy użyciu narzędzia JRODOS opracowanego przez Instytut Technologii w Karlsruhe. W obliczeniach rozprzestrzeniania przyjęto założenie, że substancje radioaktywne są uwalniane w postaci kolejnych strumieni, a dla każdego kroku czasowego modeluje się transport, dyfuzję i depozycję radionuklidów na ziemi, biorąc pod uwagę lokalne dane meteorologiczne i topograficzne.

Do dróg narażenia zalicza się:

- W perspektywie krótkoterminowej
 - o Dawka zewnętrzna po przejściu smugi radioaktywnej (dawka w chmurze)
 - o Dawka zewnętrzna pochodząca z substancji promieniotwórczych zdeponowanych na ziemi (dawka przyziemna)
 - o Dawka wewnętrzna pochodząca z wdychania substancji radioaktywnych w smudze (dawka inhalacyjna)
 - o Dawka zewnętrzna spowodowana zanieczyszczeniem skóry

- W perspektywie długoterminowej
 - o Dawka zewnętrzna pochodząca z substancji promieniotwórczych zdeponowanych na ziemi (dawka przyziemna)
 - o Dawka wewnętrzna pochodząca z wdychania substancji radioaktywnych unoszących się z ziemi (dawka inhalacyjna)
 - o Dawka wewnętrzna pochodząca ze spożycia skażonej żywności

W JRODOS można określić, w jaki sposób populacja na różnych obszarach geograficznych spożywa różne rodzaje żywności. Ponieważ założenia dotyczące użytkowania gruntów i spożycia wpływają na wyniki obliczeń, modelowany obszar podzielono na różne obszary o zróżnicowanym spożyciu żywności w zależności od tego, co jest uprawiane i statystycznie spożywane na tych obszarach. W zależności od obszaru, nad którym przemieszcza się smuga radioaktywna, występują różne skutki narażenia poprzez spożycie żywności, nawet jeśli obszary te znajdują się w tej samej odległości od punktu uwolnienia, a warunki pogodowe w tych obszarach są podobne. Wyniki przedstawione w rozdziale 4 opierają się na maksymalnej dawce w danej odległości dla każdej z 365 sytuacji pogodowych.

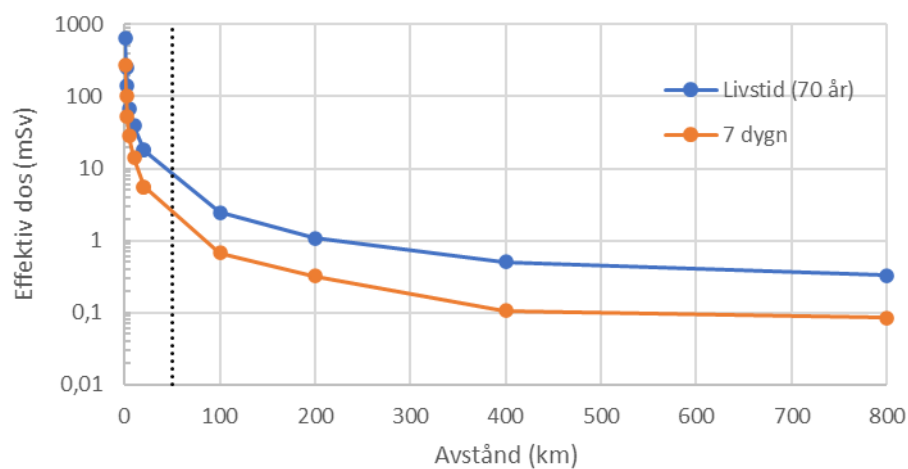
4. Wyniki

Skutki uwolnienia promieniowania radiologicznego w krajach sąsiednich opisuje się w postaci dawki skutecznej dla pojedynczej osoby. Dawka skuteczna dla rocznego dziecka i osoby dorosłej jest przedstawiona na Rysunku 3 i 4. Dawki są wysokie w bezpośrednim otoczeniu, ale szybko maleją w miarę zwiększania się odległości. Na wyspie Läsö, około 50 km na zachód od półwyspu Väröhalvön, dawka kumulatywna (życiowa)² dla rocznego dziecka i osoby dorosłej wynosi poniżej 10 mSv. Dawka po 7 dobach ekspozycji na wyspie Läsö jest niższa niż 1 mSv w przypadku osoby dorosłej i niższa niż 3 mSv w przypadku rocznego dziecka.

W odległości większej niż 250 km od półwyspu Väröhalvön dawki kumulatywne będą niższe niż 1 mSv, czyli niższe od przybliżonego poziomu rocznej dawki pochodzącej z naturalnego promieniowania tła. Jak widać na podstawie wskazań odległości w Rysunku 1 tylko osoby zamieszkujące Danię oraz zewnętrzną część południowo-wschodniego wybrzeża Norwegii mogą zostać narażone na dawki promieniowania przekraczające roczne naturalne promieniowanie tła po hipotetycznym wypadku obejmującym stopień reaktora opisanym w niniejszym raporcie.

² Dawka kumulatywna (życiowa) opisuje radiologiczny wpływ na jednostkę od momentu wypadku aż do końca jej życia. W przypadku rocznego dziecka okres ten wynosi 70 lat od daty wypadku, a w przypadku osoby dorosłej okres ten wynosi 50 lat od daty wypadku.

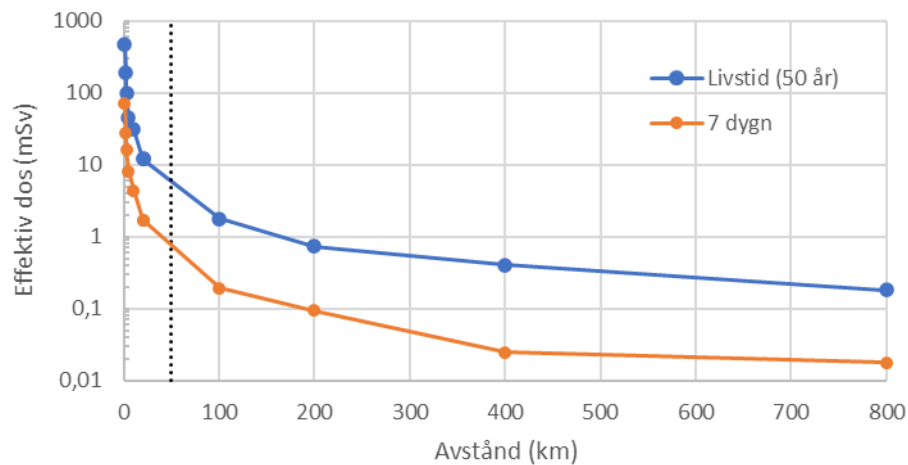
1-årigt barn



Rysunek 3. Dawka skuteczna dla rocznego dziecka w zależności od odległości od miejsca uwolnienia. Przerywana linia pionowa wskazuje odległość do wyspy Läsö (50 km).

1-årigt barn	Roczne dziecko
Livstid (70 år)	Dawka kumulatywna (życiowość 70 lat)
7 dygn	7 dób
Effektiv dos (mSv)	Dawka skuteczna (mSv)
Avstånd (km)	Odległość (km)

Dos till vuxen



Rysunek 4. Dawka skuteczna dla osoby dorosłej w zależności od odległości od miejsca uwolnienia. Przerywana linia pionowa wskazuje odległość do wyspy Läsö (50 km).

Vuxen	Dorosły
Livstid (50 år)	Dawka kumulatywna (Życiowość 50 lat)
7 dygn	7 dób
Effektiv dos (mSv)	Dawka skuteczna (mSv)
Avstånd (km)	Odległość (km)

5. Dyskusja

Wyniki przedstawione w niniejszym raporcie pokazują, że w przypadku hipotetycznego wypadku jądrowego ze stopieniem rdzenia reaktora na półwyspie Väröhalvön dawki dla ludzi w pobliskich krajach będą stosunkowo niskie. W porównaniu do dawki naturalnego promieniowania tła wynoszącej 1-2 mSv, jaką otrzymuje co roku mieszkaniec Szwecji, skutki wypadku radiologicznego są niewielkie. Obliczenia przeprowadzono zgodnie z konserwatywnym podejściem, można więc założyć, że w rzeczywistości konsekwencje byłyby jeszcze mniejsze. Poniżej przedstawiono niektóre założenia, które wpływają na wyniki w kierunku konserwatywnym:

- Dla każdej ocenianej odległości zawsze wybierano punkt geograficzny dający największą dawkę promieniowania. Oznacza to, że chociaż punkt ten znajduje się na środku Morza Północnego, został uwzględniony w ocenie.
- Nie uwzględniono żadnych środków ochronnych,³ co oznacza, że założono, że oceniane osoby przebywają na zewnątrz przez cały rok. Uwzględnienie przebywania wewnątrz pomieszczeń przez część doby i ograniczenia w przyjmowaniu pokarmu pozwoliłyby jeszcze bardziej zmniejszyć skutki.
- Przyjęto założenie, że cała spożywana żywność pochodzi z miejsca zamieszkania ocenianych osób. Importowanie żywności z miejsc wolnych od zanieczyszczeń jeszcze bardziej zmniejszyłoby skutki.

6. Wniosek

Oceniono wpływ radiologiczny uwolnień z hipotetycznego wypadku w planowanej elektrowni jądrowej na półwyspie Väröhalvön na mieszkańców sąsiednich krajów. Dawki promieniowania, jakie pochłonie roczne dziecko i osoba dorosła, obliczono dla odległości do 800 km od miejsca uwolnienia. Obliczone dawki kumulatywne (życiowe) w odległości 50 km, czyli w odległości odpowiadającej najbliższemu zamieszkanemu obcemu lądowi (duńskiej wyspie Läsö), są niższe niż 10 mSv zarówno w przypadku rocznego dziecka, jak i osoby dorosłej. W odległościach większych niż 250 km od punktu uwolnienia dawki życiowe są niższe niż 1 mSv, co w przybliżeniu odpowiada normalnej rocznej dawce promieniowania tła dla ogółu społeczeństwa w Szwecji.

³ Środki ochrony obejmują przebywanie wewnątrz pomieszczeń, przyjmowanie tabletek jodu, ograniczenia żywieniowe itp.