

Załącznik 5.1 Dokumentacja EIA SMR ETE: Ocena oddziaływania radiacyjnego normalnej eksploatacji

lipiec 2026 r.

Dane dotyczące autorów

Data sporządzenia:

7. 07. 2026 r.

Sporządził:

Ing. Peter Hausner

Współpraca przy sporządzaniu:

Ing. Petr Vymazal,

doc. Ing. František Podzimek, CSc.

Zespół autorów ABmerit, s. r. o.

Sprawdzał:

Ing. Michal Stehlík

Zatwierdził:

Ing. Petr Vymazal

Spis treści

LISTA ZASTOSOWANYCH SKRÓTÓW	5
LISTA TABEL	6
LISTA OBRAZKÓW	8
ŹRÓDŁA INFORMACJI	9
I. WPROWADZENIE	10
II. OPIS PODEJŚCIA METODOLOGICZNEGO	11
II.1. Podstawowe założenia wejściowe	12
II.2. Opis i charakterystyka programu obliczeniowego	12
II.2.1 Model rozprzestrzeniania się substancji promieniotwórczych z uwolnień w atmosferze	14
II.2.2 Model rozprzestrzeniania się uwolnień ciekłych	15
II.2.3 Model dróg narażenia na promieniowanie	15
II.2.4 Weryfikacja programu ESTE AI	22
II.3. Warunki geograficzne, meteorologiczne i hydrologiczne	23
II.3.1 Warunki geograficzne	23
II.3.2 Warunki meteorologiczne analizy oddziaływania SMR ETE	23
II.3.3 Warunki hydrologiczne	26
II.3.4 Pojęcie osoby reprezentatywnej oraz założenia dotyczące zachowań i nawyków mieszkańców	27
II.4. Określenie obwiedniowych uwolnień do oceny skutków radiacyjnych stanów eksploatacyjnych	30
II.4.1 Maksymalne określone projektowe i eksploatacyjne uwolnienia do atmosfery i cieków wodnych dla bloków referencyjnych SMR ETE, NJZ ETE i ETE1,2	30
II.4.2 Maksymalne określone eksploatacyjne uwolnienia do cieków wodnych	32
III. OKREŚLENIE I OCENA ODDZIAŁYWANIA RADIACYJNEGO SMR ETE, NJZ ETE I ETE1,2 NA POTRZEBY DOKUMENTACJI EIA SMR ETE	34
III.1. Oddziaływanie radiacyjne SMR ETE	34
III.1.1 Oddziaływanie radiacyjne SMR ETE na komponent biologiczny	38
III.2. Oddziaływanie radiacyjne ETE1,2 i NJZ ETE	40
III.2.1 Oddziaływanie uwolnień promieniotwórczych ETE1,2 i NJZ ETE do atmosfery	40
III.2.2 Oddziaływanie uwolnień promieniotwórczych ETE1,2 i NJZ ETE do hydrosfery	45
IV. ANALIZA WSPÓLNEGO ODDZIAŁYWANIA RADIACYJNEGO ETE1,2, NJZ ETE, SVJP ETE I SMR ETE	48
IV.1. Wkłady rocznych dawek skutecznych i obciążeń dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia osoby reprezentatywnej od uwolnień atmosferycznych	48
IV.1.1 Scenariusz 1A – rok suchy (2018), wysokość komina SMR ETE 150 m	48
IV.1.2 Scenariusz 2A – rok suchy (2018), wysokość komina SMR ETE 56 m	49
IV.1.3 Scenariusz 3A – rok średni (2023), wysokość komina SMR ETE 150 m	49
IV.1.4 Scenariusz 4A – rok średni (2023), wysokość komina SMR ETE 56 m	49
IV.1.5 Scenariusz 5A – rok mokry (2024), wysokość komina SMR ETE 150 m	50
IV.1.6 Scenariusz 6A – rok mokry (2024), wysokość komina SMR ETE 56 m	50
IV.2. Wkłady rocznych dawek skutecznych osoby reprezentatywnej od uwolnień hydrosferycznych	51
IV.2.1 Najwyższe roczne dawki indywidualne od uwolnień do hydrosfery – rok średni 2023	52
IV.3. Wkład rocznego przestrzennego równoważnika dawki w lokalizacji Koćin od SVJP	53
V. SKUMULOWANA ROCZNA DAWKA SKUTECZNA I OBCIĄŻENIE DAWKĄ SKUTECZNĄ WSZYSTKIMI UWZGLĘDNIANYMI DROGAMI DLA OSOBY REPREZENTATYWNEJ OD ETE1,2, NJZ ETE, SMR ETE I SVJP ETE	54
VI. TRANSGRANICZNE SKUMULOWANE ODDZIAŁYWANIE ETE1,2, NJZ ETE I SMR ETE	57

VII. WNIOSEK 59

Lista zastosowanych skrótów

AT	Republika Austrii
RCz	Republika Czeska
ČHMÚ	Czeski Instytut Hydrometeorologii
DE	Republika Federalna Niemiec
EIA	Ocena oddziaływania na środowisko (<i>ang. Environmental Impact Assessment</i>)
ETE	Lokalizacja Elektrowni Jądrowej Temelín
ETE1,2	Elektrownia Jądrowa Temelín (eksploatowane bloki 1 i 2)
IAEA	Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (<i>ang. International Atomic Energy Agency</i>)
ICRP	Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (<i>ang. International Commission on Radiological Protection</i>)
IRSN	Instytut Ochrony Radiologicznej i Bezpieczeństwa Jądrowego (<i>franc. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire</i>)
EJ	Elektrownia jądrowa
JZ	Obiekt jądrowy
LRKO	Laboratorium kontroli radiacyjnej otoczenia
NJZ ETE	Nowe źródło energii jądrowej w lokalizacji Temelín
OS	Zestaw opakowaniowy
PDE	Przestrzenny równoważnik dawki
SMR ETE	Nowe źródło energii jądrowej SMR w lokalizacji Temelín
SMR	Small Modular Reactors
RS	Republika Słowacka
SÚJB	Państwowy Urząd Bezpieczeństwa Jądrowego
SVJP	Przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego
US NRC	Komisja ds. Nadzoru Jądrowego Stanów Zjednoczonych Ameryki (<i>ang. United States Nuclear Regulatory Commission</i>)
ÚVZ	Urząd Publicznej Opieki Zdrowia (słow. <i>Úrad verejného zdravotníctva</i>)
VK	Komin wentylacyjny
<DL	Poniżej granicy wykrywalności

Lista tabel

Tab. 1	Przepływ w Wełtawie w przekroju „Kořensko”, zastosowany w analizie oddziaływania radiacyjnego SMR ETE, lata 2018 - 2024.	26
Tab. 2	Koszyk konsumpcyjny na podstawie danych statystycznych dla Republiki Czeskiej (RCz), Austrii (AT) i Niemiec (Bawaria, DE) za rok 2018 [2].	29
Tab. 3	Koszyk konsumpcyjny na podstawie danych statystycznych dla Republiki Czeskiej (RCz), Austrii (AT) i Niemiec (Bawaria, DE) za rok 2023 [2].	29
Tab. 4	Koszyk konsumpcyjny na podstawie danych statystycznych dla Republiki Czeskiej (RCz), Austrii (AT) i Niemiec (Bawaria, DE) za rok 2024 [2].	29
Tab. 5	Maksymalne roczne uwolnienia do atmosfery z 2 bloków ETE1,2 według pomiarów [10].	31
Tab. 6	Zakładane maksymalne roczne uwolnienia do atmosfery z 2 bloków NJZ ETE, wariant mocy 2 × 1700 MW _e [10].	31
Tab. 7	Maksymalne obwiedniowe roczne uwolnienia eksploatacyjne z SMR ETE do atmosfery, 1 × do 500 MW _e	31
Tab. 8	Maksymalne roczne uwolnienia do cieków wodnych z 2 bloków ETE1,2 według pomiarów [10].	32
Tab. 9	Zakładane maksymalne roczne uwolnienia do cieków wodnych z 2 bloków NJZ ETE, wariant mocy 2 × 1700 MW _e [10].	32
Tab. 10	Maksymalne obwiedniowe roczne uwolnienia eksploatacyjne z SMR ETE do cieków wodnych, 1 × do 500 MW _e	33
Tab. 11	Sumaryczne wyniki, dawka wraz z obciążeniem na osobę reprezentatywną jako skutek obwiedniowych uwolnień z SMR ETE – atmosfera.	35
Tab. 12	Sumaryczne wyniki, dawka wraz z obciążeniem na osobę reprezentatywną jako skutek obwiedniowych uwolnień z SMR ETE – hydrosfera.	37
Tab. 13	Wartości referencyjne dawek dziennych dla przedstawicieli fauny i flory z dokumentu IAEA GSG-10 [3].	38
Tab. 14	Oddziaływanie rocznych obwiedniowych uwolnień do atmosfery i cieków wodnych SMR ETE w celu porównania z wartościami referencyjnymi, rok suchy 2018 – najwyższe dawki [2].	39
Tab. 15	Oddziaływanie rocznych obwiedniowych uwolnień do atmosfery i cieków wodnych SMR ETE w celu porównania z wartościami referencyjnymi, rok średni 2023 – najwyższe dawki [2].	39
Tab. 16	Oddziaływanie rocznych obwiedniowych uwolnień do atmosfery i cieków wodnych SMR ETE w celu porównania z wartościami referencyjnymi, rok mokry 2024 – najwyższe dawki [2].	39
Tab. 17	ETE1,2 – Najwyższa roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia poszczególnych kategorii wiekowych, określone na podstawie maksimów eksploatacyjnych wartości pomiarów uwolnień do atmosfery.	44
Tab. 18	NJZ ETE (2 × 1700 MW _e) – Roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia poszczególnych kategorii wiekowych z bloków, określone na podstawie obwiedniowych projektowych wartości uwolnień do atmosfery dla NJZ ETE (2 × 1700 MW _e).	44
Tab. 19	Suma rocznych dawek skutecznych i obciążeń dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia poszczególnych kategorii wiekowych z roku eksploatacji bloków ETE1,2 i NJZ ETE (2 × 1700 MW _e) dla wybranych, rozpatrywanych odległości z uwolnień do atmosfery.	45
Tab. 20	Współczynniki proporcjonalności rocznej dawki skutecznej i obciążenia dawką skuteczną dla roku średniego na podstawie danych SMR ETE dla hydrosfery.	46
Tab. 21	Roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami w wyniku korzystania z wód od uwolnień do hydrosfery ETE1,2 i NJZ ETE z zastosowaniem współczynnika wzrostu.	46
Tab. 22	Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 1A.	49

Tab. 23 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 2A.....	49
Tab. 24 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 3A.....	49
Tab. 25 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 4A.....	50
Tab. 26 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 5A.....	50
Tab. 27 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 6A.....	50
Tab. 28 Pierwotne i wtórne radionuklidy o istotnym wkładzie do rocznej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej od SMR ETE (Atmosfera).	51
Tab. 29 Porównanie rocznych indywidualnych dawek skutecznych od uwolnień hydrosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE.	52
Tab. 30 Pierwotne i wtórne radionuklidy o istotnym udziale w rocznej dawce skutecznej osoby reprezentatywnej od SMR ETE (hydrosfera).....	52
Tab. 31 Maksymalne oczekiwane wartości mocy równoważników dawek w odległości 2 m od płaszcza zestawu opakowaniowego OS ŠKODA 1000/19, zaczerpnięte do obliczenia modelowego	53
Tab. 32 Moce przestrzennego równoważnika dawki w wolnej przestrzeni + ekranowanie budynku SVJP dla 38 OS – konserwatywny scenariusz docelowy.	53
Tab. 33 Skumulowane maksymalne roczne dawki skuteczne dla osoby reprezentatywnej od ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE.	54
Tab. 34 Uwolnienia atmosferyczne radionuklidów mających pierwotny i wtórny wkład do rocznej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej.	55
Tab. 35 Uwolnienia hydrosferyczne radionuklidów mających pierwotny i wtórny wkład do rocznej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej.	56
Tab. 36 Oddziaływanie ETE1,2 i NJZ ETE w reprezentatywnych lokalizacjach w Austrii i Niemczech [10].	

Lista obrazków

Obr. 1	Ulokowanie podstawy komina wentylacyjnego SMR ETE w środku wyspy jądrowej.	13
Obr. 2	Schemat układu siatki obliczeniowej.	14
Obr. 3	Drogi narażenia na promieniowanie uwzględniane przez program ESTE AI [2].	17
Obr. 4	Drogi narażenia na promieniowanie uwzględniane przez program ESTE AI (bez dróg narażenia na promieniowanie w wyniku uwolnienia do cieków wodnych) [2].	18
Obr. 5	Schematyczne przedstawienie procedury obliczeń dawki indywidualnej w wyniku spożycia z uwolnień do atmosfery [2].	19
Obr. 6	Schematyczne przedstawienie procedury obliczeń dawki indywidualnej w wyniku spożycia z uwolnień do cieków wodnych [2].	20
Obr. 7	Drogi narażenia przedstawicieli bioty wodnej na promieniowanie.	21
Obr. 8	Drogi narażenia przedstawicieli bioty lądowej na promieniowanie.	22
Obr. 9	Średni rozkład kierunku wiatru na wysokości 10 m w lokalizacji Temelín zbiorczo dla lat 2018 - 2024.	24
Obr. 10	Procentowy udział kategorii stabilności atmosferycznej w lokalizacji Temelín w poszczególnych latach oraz łącznie w okresie 2018 - 2024.	26
Obr. 11	Róża wiatrów dla okresu od 2018 do 2024 roku.	34
Obr. 12	Stosunek wkładów rocznej dawki skutecznej według dróg narażenia na promieniowanie z uwolnień do atmosfery.	36
Obr. 13	Stosunek wkładów rocznej dawki skutecznej w zależności od dróg narażenia na promieniowanie z uwolnień do cieków wodnych.	37
Obr. 14	Róża wiatrów z zaznaczonymi sektorami i stronami świata [10].	41
Obr. 15	Lokalizacja ETE1,2 z odległością od miejscowości Litoradlice.	42
Obr. 16	Lokalizacja ETE1,2 z odległością od miejscowości Kočín.	42
Obr. 17	Lokalizacja ETE1,2 z odległością od miejscowości Zvěrkovice.	43
Obr. 18	Wyprowadzenie ścieków do Weławy.	47

Źródła informacji

- [1] REPUBLIKA CZESKA. Rozporządzenie SÚJB nr 422/2016 Dz.U. o ochronie radiologicznej i zabezpieczaniu źródła radionuklidowego. In: Dziennik ustaw Republiki Czeskiej. 2016.
- [2] ABmerit, s.r.o. DP29 – Aktualizacja analizy DP17 z uwzględnieniem nowelizacji V422. Trnava, kwiecień 2026 r. Nr ABmerit/2026/Amentum/02.
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities. IAEA Safety Standards Series No. GSG-10. Vienna: IAEA, 2018.
- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP. 2007, 37(2–4).
- [5] U. S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10 CFR Part 50, Appendix I. Regulatory Guide 1.109, Rev. 1. Washington, D. C.: U. S. NRC, 1977.
- [6] SHEPPARD, S. C.; CIFFROY, P.; SICLET, F.; DAMOIS, C.; SHEPPARD, M. I.; STEPHENSON, M. Conceptual approaches for the development of dynamic specific activity models of ^{14}C transfer from surface water to humans. Journal of Environmental Radioactivity. 2006, 87(1), 32–51. DOI 10.1016/j.jenvrad.2005.10.007.
- [7] SHEPPARD, S. C.; SHEPPARD, M. I.; SICLET, F. Parameterization of a dynamic specific activity model of ^{14}C transfer from surface water to humans. Journal of Environmental Radioactivity. 2006, 87(1), 15–31. DOI 10.1016/j.jenvrad.2005.10.006.
- [8] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants. ICRP Publication 114. Annals of the ICRP. 2009, 39(6), 1–111.
- [9] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Compendium of Dose Coefficients Based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Annals of the ICRP. 2012, 41 (Suppl. 1).
- [10] AMEC. Nowe źródło energii jądrowej w lokalizacji Temelín, wraz z wyprowadzeniem mocy do rozdzielni Kočín: dokumentacja oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko. Maj 2010 r.
- [11] INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. Carbon-14 and the Environment. Radionuclide Fact Sheet. Fontenay-aux-Roses: IRSN, 2010.
- [12] ABMERIT, s. r. o. ESTE Annual Impacts, wersja SMR: podręcznik użytkownika. 2025 r. Kod dokumentu ABmerit/2025/01.
- [13] REPUBLIKA CZESKA. Rozporządzenie nr 13/2026 Dz.U., zmieniające rozporządzenie nr 422/2016 Dz.U., w sprawie ochrony radiologicznej i zabezpieczenia źródła radionuklidowego. In: Dziennik ustaw Republiki Czeskiej. 2026.
- [14] PODZIMEK, F. Ocena oddziaływania promieniowania wynikającego z dokończenia budowy SVJP na ludność i zdrowie publiczne. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva, (Czeski Uniwersytet Techniczny w Pradze, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Katedra Nauk Medycznych i Ochrony Ludności, czerwiec 2024 r.
- [15] PAŃSTWOWY URZĄD BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO. Decyzja nr ref. SÚJB/RCCB/31153/2022 z dnia 12.12.2022 r., zezwalająca na działalność zgodnie z § 9 ust. 2 lit. e) ustawy Prawo atomowe, a mianowicie na uwalnianie substancji promieniotwórczej z zakładu Elektrownia Jądrowa Temelín, w formie uwolnień do cieku wodnego – rzeki Wełtawy.
- [16] AMENTUM CLEAN ENERGY. DP17B – Skumulowane oddziaływanie normalnej eksploatacji SMR ETE, ETE1,2 oraz NJZ ETE na narażenie ludności na promieniowanie. Wersja 1. maja 2026 r.
- [17] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants. ICRP Publication 108. Annals of the ICRP. 2008, 38(4–6).

I. Wprowadzenie

Przedmiotem niniejszego raportu technicznego jest ocena dopuszczalności oddziaływania radiacyjnego normalnej eksploatacji planowanego źródła energii jądrowej małego reaktora modułowego w lokalizacji Temelín (zwanego dalej „SMR ETE”) przy jednoczesnym oddziaływaniu eksploatowanej Elektrowni Jądrowej Temelín (zwanego dalej „ETE1,2”) i planowanego nowego dużego źródła energii jądrowej (zwanego dalej „NJZ ETE”). Raport techniczny został sporządzony w formie załącznika do dokumentacji EIA dla SMR ETE (5.1 Ocena oddziaływania radiacyjnego normalnej eksploatacji).

Raport techniczny został opracowany z wykorzystaniem wyników oraz na podstawie analiz przeprowadzonych za pomocą programu ESTE przez specjalistów spółki ABmerit, s. r. o., którzy opracowali odpowiednie modele obliczeniowe, przeprowadzili własne obliczenia oraz przygotowali ocenę wyników, które są następnie przedstawione w niniejszym raporcie.

II. Opis podejścia metodologicznego

Podczas eksploatacji elektrowni jądrowej oddziaływanie promieniowania jonizującego może się objawiać poprzez małe, sterowane i kontrolowane ilości substancji promieniotwórczych, uwalnianych po pomiarach kontrolnych do środowiska w formie uwolnień do atmosfery, które są realizowane z komina wentylacyjnego, względnie chłodni kominowych, oraz uwolnień do cieków wodnych, które są realizowane ze zbiorników kontrolnych.

Do kategorii stanów eksploatacyjnych należą eksploatacja normalna oraz eksploatacja anormalna. Eksploatacja anormalna obejmuje proste usterki i niezadziałania, w przypadku których zakłada się, że do ich wystąpienia może dojść co najmniej raz w okresie eksploatacji bloku jądrowego. Do typowych przypadków tej kategorii należą utrata zasilania zewnętrznego energią elektryczną, usterki w systemie sterowania reaktywnością, krótkookresowe otwarcie zaworów bezpieczeństwa generatorów pary, pęknięcie przewodów rurowych o małych wymiarach (pomocniczy przewód rurowy, przewód rurowy do pomiarów i pobierania próbek), itp. W trybach eksploatacji anormalnej spełniane muszą być limity i warunki, tym limity odnoszące się do aktywności poszczególnych mediów wewnątrz obiektu jądrowego, a także uwolnień do środowiska.

Podczas oceniania oddziaływania promieniowania jonizującego z eksploatacji obiektu jądrowego poddawane jest ocenie, czy spełnione są ustalone limity lub ograniczniki dawkowe. Prawo atomowe i rozporządzenie wykonawcze w sprawie ochrony radiologicznej i zabezpieczenia źródła radionuklidowego [1] określają ogólny limit narażenia na promieniowanie dla mieszkańca i ogranicznik dawkowy jako górną granicę dla przyszłego ustalania limitów autoryzowanych dla uwalniania substancji promieniotwórczych z zakładu z obiektem jądrowym.

Ogólny limit narażenia na promieniowanie dla mieszkańca ze wszystkich dozwolonych lub zarejestrowanych działalności za jeden rok kalendarzowy wynosi 1 mSv/rok.

Użytkownik obiektu jądrowego jest zobowiązany do zapewnienia, by w wyniku eksploatacji obiektu jądrowego nie został przekroczony limit autoryzowany, który jest ustalany przez Państwowy Urząd Bezpieczeństwa Jądrowego (SÚJB) w zezwoleniu na prowadzenie działalności i który jest z reguły niższy niż ogranicznik dawkowy dla osoby reprezentatywnej spośród mieszkańców na poziomie 0,25 mSv/rok. Jednocześnie łączna indywidualna dawka skuteczna, obejmująca sumę dawek skutecznych od napromieniowania zewnętrznego oraz obciążeń dawkami skutecznymi od napromieniowania wewnętrznego, nie przekroczy 0,2 mSv/rok dla uwolnień do atmosfery i 0,05 mSv/rok dla uwolnień do wód powierzchniowych. Jeśli w lokalizacji znajduje się więcej obiektów jądrowych, co stanowi oceniany przypadek SMR ETE, wówczas w celu wykazania nieprzekroczenia ogranicznika dawkowego, ocenia się sumaryczne oddziaływanie promieniowania jonizującego ze wszystkich obiektów jądrowych w odniesieniu do osoby reprezentatywnej.

Osoba reprezentatywna to osoba, która otrzymuje największą dawkę od promieniowania z ocenianego źródła (w tym przypadku elektrowni jądrowej). Zazwyczaj chodzi o osobę zamieszkującą w miejscowości w pobliżu elektrowni, której nawyki życiowe (spożywanie wody, lokalnej żywności, przebywanie na zewnątrz) określone są w taki sposób, by maksymalizować otrzymaną dawkę. Specyfikacja osoby reprezentatywnej stanowiła jeden z wyników przeprowadzonej oceny.

W ramach przeprowadzonej oceny oddziaływania promieniowania jonizującego oceniono zatem oddziaływanie SMR ETE zarówno samodzielnie, jak i w szczególności przy jednoczesnym oddziaływaniu obecnie eksploatowanej ETE1,2 oraz eksploatowanego w przyszłości NJZ ETE i pozostałych obiektów jądrowych w lokalizacji Temelín (tj. SVJP)¹.

Istotą oceny jest obliczeniowe określenie maksymalnej zarówno rocznej, jak i życiowej indywidualnej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej oraz pozostałych mieszkańców, a mianowicie w sposób konserwatywny (obwiedniowo) dla wszystkich rozważanych alternatyw mocowych nowego źródła energii jądrowej i przy jednoczesnym oddziaływaniu innych źródeł. Dawki te są oceniane pod kątem przestrzegania limitów prawnych i ograniczników dawkowych ustalonych dla rocznego narażenia na promieniowanie, a także na potrzeby oceny życiowego uszczerbku na zdrowiu. Dawka życiowa została oceniona w Załączniku 2 – Ocena oddziaływania na zdrowie publiczne.

Oprócz oceny dawek dla osób mieszkających w najbliższym sąsiedztwie SMR ETE oraz osób mieszkających na obszarze, gdzie przewiduje się najwyższe dawki ze względu na rodzaj realizowanych uwolnień (osoby mieszkające w pobliżu rzeki Wełtawy poniżej stopnia wodnego Kořensko), w analizie [2] oceniono dawki z

¹ Jednak z tych pozostałych obiektów jądrowych w warunkach eksploatacyjnych nie są uwalniane do środowiska żadne radionuklidy, a ich oddziaływanie na dawkę dla osoby reprezentatywnej objawia się zatem wyłącznie drogą bezpośredniego napromieniowania, które jest bardzo małe.

napromieniowania w obszarach przygranicznych sąsiednich państw, a także dawki zbiorowe wewnątrz i na zewnątrz siatki obliczeniowej, w tym w sąsiednich państwach.

Jako ostatni czynnik oceniono dawki i moce dawek dla najbardziej napromienianych referencyjnych przedstawicieli fauny i flory, które porównano z zalecanymi wartościami referencyjnymi zgodnie z wytycznymi IAEA GSG-10 [3].

Podstawowym podejściem metodologicznym przeprowadzonej oceny oddziaływania promieniowania jonizującego w stanach eksploatacyjnych było zachowanie konserwatywnego charakteru podejścia. Głównym celem tego podejścia było zapewnienie, by ocena oddziaływania promieniowania jonizującego w warunkach eksploatacyjnych SMR ETE pod kątem narażenia mieszkańców na promieniowanie, przedstawiona w dokumentacji EIA, prowadziła do konserwatywnie wyższych skutków niż wszystkie przyszłe oceny przeprowadzane zgodnie z Prawem atomowym dla konkretnego wybranego typu reaktora SMR ETE oraz NJZ ETE. Głównym środkiem do osiągnięcia tego celu był wybór konserwatywnych założeń wejściowych, które szczegółowo scharakteryzowano w kolejnych rozdziałach.

Chodziło przede wszystkim o konserwatywny (maksymalny) okres uwzględniania możliwego zbiegu eksploatacji bloków SMR ETE, ETE1,2 i NJZ ETE, konserwatywny sposób tworzenia obwiedni możliwych maksymalnych uwolnień radionuklidów zarówno dla SMR ETE, jak i dla NJZ ETE, konserwatywne założenia dotyczące przepływów w rzece Wełtawie, do której są i będą realizowane uwolnienia ciekłe, konserwatywne założenia dotyczące zachowania i nawyków życiowych mieszkańców oraz innych parametrów i założeń wejściowych (wysokość kominów wentylacyjnych, lokalizacja obiektów uwolnieniowych w planie ogólnym, odległość punktów uwolnienia od lokalizacji osoby reprezentatywnej...).

II.1. Podstawowe założenia wejściowe

Do podstawowych założeń wejściowych należą liczba rozważanych bloków, harmonogram wprowadzania SMR ETE do eksploatacji oraz założenia dotyczące zbiegu eksploatacji SMR ETE z NJZ ETE oraz eksploatowanymi blokami ETE1,2. Przedmiotem planowanego przedsięwzięcia SMR ETE jest budowa 1 bloku SMR o mocy elektrycznej netto do 500 MW_e, co stanowi obwiednię mocową dla SMR ETE. Przedmiotem planowanego przedsięwzięcia NJZ ETE jest budowa do 2 bloków o mocy elektrycznej netto do 3400 MW_e (2× 1700 MW_e lub ewentualnie 2× 1200 MW_e).

Z punktu widzenia oddziaływania zbiegu budowy i eksploatacji SMR ETE, budowy i eksploatacji NJZ ETE oraz eksploatacji i likwidacji ETE1,2, zgodnie z podejściem zastosowanym w Dokumentacji EIA, w ocenie jako scenariusz o największym oddziaływaniu (konserwatywny) przyjęto konserwatywnie (obwiedniowo) długotrwały bieg eksploatacji wszystkich obiektów jądrowych – SMR ETE, NJZ ETE (2× 1700 MW_e) i ETE1,2. Dla wszystkich pozostałych scenariuszy potencjalne uwolnienia będą mniejsze i spowodują mniejsze roczne narażenie na promieniowanie monitorowanych osób, jak również uwzględniane dawki życiowe.

Radiacyjne oddziaływanie uwolnień z eksploatacji są zawsze znacząco większe niż radiacyjne oddziaływanie uwolnień z likwidacji, dlatego przyjęto obwiedniowe podejście zbiegu działania wszystkich bloków w trakcie eksploatacji..

Z punktu widzenia oddziaływania radiacyjnego oceniano przede wszystkim roczne dawki dla pojedynczych osób spośród ludności, dla których SÚJB w drodze rozporządzenia SÚJB nr 422/2016 Dz.U. [1] określa limit narażenia na promieniowanie, a prawo atomowe ogranicznik dawkowy, względem których przeprowadzano ocenę. W celu oceny ryzyk życiowych, która przeprowadzana jest zgodnie z metodologią Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (ICRP) [4], określono dawki życiowe dla osoby, dla której w ramach oceny dawek rocznych stwierdzono najwyższe dawki dla wybranego konserwatywnego obliczenia. Wyniki oceny w ten sposób określonych dawek życiowych przedstawiono w Załączniku 2 – Ocena oddziaływania na zdrowie publiczne.

II.2. Opis i charakterystyka programu obliczeniowego

Do określenia oddziaływania radiacyjnego eksploatacji SMR ETE zastosowano program obliczeniowy ESTE Annual Impacts wersja SMR 1.0 [12] (zwany dalej „ESTE AI”), którego autorem jest spółka ABmerit, s. r. o. Kod obliczeniowy ESTE AI to program do oceniania oddziaływania radiologicznego normalnej eksploatacji obiektów jądrowych na otoczenie. Metodologia i algorytmy programu umożliwiają znalezienie i zidentyfikowanie osoby reprezentatywnej (grupy krytycznej mieszkańców) w okolicach obiektu jądrowego z uwolnień do atmosfery, z uwolnień do cieków wodnych oraz sumarycznie z wszystkich uwolnień. Osobę reprezentatywną zdefiniowano zgodnie z § 2 ustawy Prawo Atomowe jako „pojedynczą osobę spośród ludności reprezentującego grupę modelową osób fizycznych, które są najbardziej narażone na promieniowanie z danego źródła i daną drogą”. Program umożliwia oddzielną ocenę oddziaływania uwolnień

do atmosfery dla poszczególnych źródeł uwolnień w ocenianej lokalizacji (kominy wentylacyjne, ewentualnie chłodnie kominowe, co jednak nie ma zastosowania w przypadku SMR ETE) oraz uwolnień do cieków wodnych (ujście do zbiornika wodnego Kořensko).

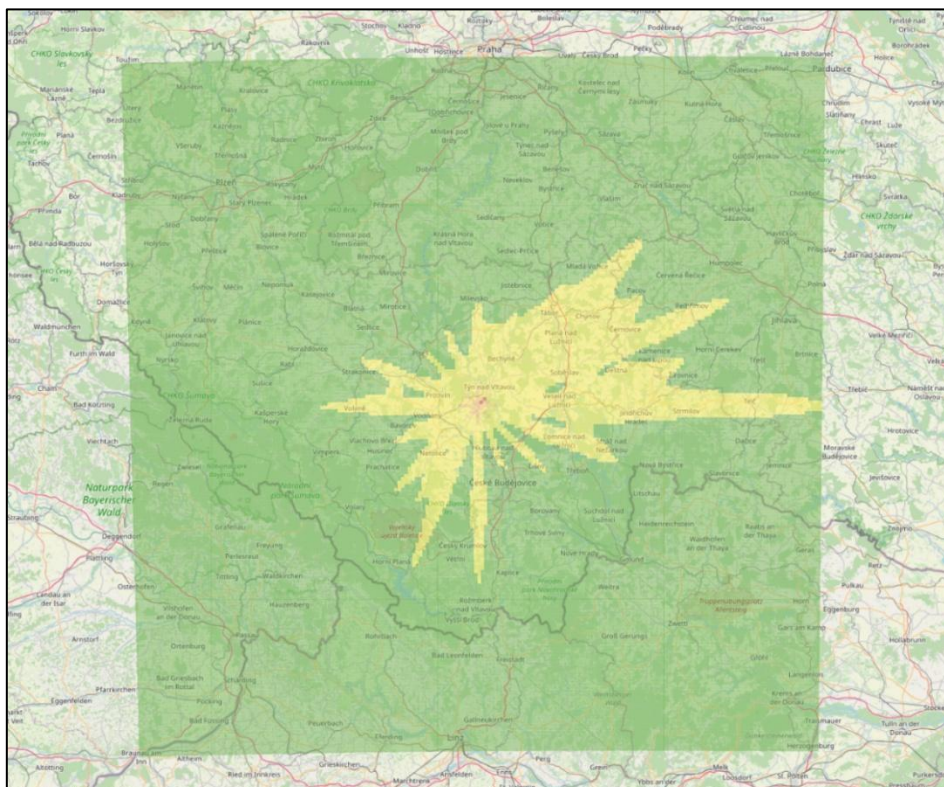
Program ESTE AI umożliwia określenie i prezentację skutków uwolnień z lokalizacji Temelín na bliższą i dalszą okolicę, jak również skutków dla sąsiednich państw, które znajdują się w strefie obliczeniowej 200 km × 200 km ze środkiem w lokalizacji Temelín.

Program oblicza i przedstawia obliczone oddziaływanie w siatce obliczeniowej, która jest podzielona na siatkę obliczeniową 200 km × 200 km, z krokiem 1 km (rozdzielczość kwadratu obliczeniowego). Środek siatki modelowano u podstawy komina wentylacyjnego SMR ETE.



pata ventilačního komínu	podstawa komina wentylacyjnego
--------------------------	--------------------------------

Obr. 1 Ulokowanie podstawy komina wentylacyjnego SMR ETE w środku wyspy jądrowej.



Obr. 2 Schemat układu siatki obliczeniowej.

II.2.1 Model rozprzestrzeniania się substancji promieniotwórczych z uwolnień w atmosferze

Program ESTE AI używa do obliczeń rozprzestrzeniania się radionuklidów w atmosferze i obliczeń długoterminowych średnich stężeń, spowodowanych stanami eksploatacyjnymi obiektu jądrowego, lagranżowskiego modelu trajektorii PTM (Puff Trajectory Model). Dyfuzja atmosferyczna w kierunku poziomym jest modelowana za pomocą gaussowskiego modelu rozproszenia substancji w atmosferze, a w kierunku pionowym zastosowano metodę numerycznego rozwiązania półempirycznego równania dyfuzji atmosferycznej. Matematyczny model uwzględnia mechanizmy przemiany promieniotwórczej, wymywania przez opady, mechanizm depozycji suchej i depozycji mokrej. Do obliczeń stosowane są wejściowe dane meteorologiczne za dany okres. Całe roczne uwolnienie jest równomiernie podzielone na poszczególne godziny w ciągu roku i stosowane są odpowiednie warunki meteorologiczne mierzone dla poszczególnych godzin.

W sektorach obliczeniowych, w których fizycznie zlokalizowane są ETE1,2 i SMR ETE, aż do odległości 2 km od miejsca uwolnienia do atmosfery, w programie ESTE AI zastosowano założenie modelowe, że jest to obszar zabudowany, a do obliczeń dyspersji substancji promieniotwórczych stosowane są parametry modelowe dla zabudowy miejskiej („urban conditions”), przy czym współczynnik dyspersji jest zależny od odległości od miejsca uwolnienia i kategorii stabilności pogody (według Briggsa). Jeżeli prędkość ruchu puffa na terenie zakładu jest mniejsza niż $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$, stosuje się założenie, że dyspersja chmury promieniotwórczej jest zależna wyłącznie od czasu jej rozprzestrzeniania się (według Gifforda).

Poza sektorami zabudowanymi, na które składają się tereny ETE1,2 i SMR ETE, w przypadku chmury o drodze $L = 2\text{--}20 \text{ km}$ do obliczenia rozprzestrzeniania się substancji promieniotwórczych stosuje się parametry modelowe dla warunków wiejskich („rural conditions”). Współczynnik dyspersji jest zależny od odległości od miejsca uwolnienia i kategorii stabilności pogody (według Briggsa).

Dla trajektorii chmury powyżej 40 km w programie ESTE AI stosuje się założenie, że dyspersja chmury promieniotwórczej jest zależna wyłącznie od czasu jej rozprzestrzeniania się od miejsca uwolnienia (podejście według Gifforda). Dla trajektorii chmury pomiędzy 20 km a 40 km w programie ESTE AI stosuje się interpolację parametrów dla warunków wiejskich i parametrów zależnych wyłącznie od czasu rozprzestrzeniania się.

W przypadku modelowania zachowania uwolnień H-3 (zarówno do atmosfery, jak i do cieków wodnych) i jego przechodzenia do roślin, stosuje się model wymiany wilgoci (wody) pomiędzy otaczającym powietrzem a rośliną. Model wykorzystuje dane dotyczące absolutnej wilgotności powietrza (w okresie wegetacyjnym) oraz dane dotyczące zawartości wody w poszczególnych roślinach [2].

W przypadku modelowania uwolnień C-14 do atmosfery w otoczeniu miejsca uwolnienia (do 100 km), model uwzględnia składnik organiczny (C_nH_{2n}) oraz składnik nieorganiczny (CO , CO_2). W odniesieniu do składnika nieorganicznego zakłada się, że w okresie wegetacyjnym dochodzi do wymiany nieorganicznego C-14 pomiędzy rośliną a powietrzem, podobnie jak w przypadku H-3. Model korzysta z informacji dot. normalnego stężenia (nie promieniotwórczego) węgla w atmosferze oraz danych na temat zawartości węgla w poszczególnych roślinach. Obie formy C-14 (nieorganiczna i organiczna) są stosowane do obliczeń obciążenia dawką skuteczną w wyniku inhalacji w poszczególnych kategoriach wiekowych. Algorytm obliczeniowy zakłada, że konkretna forma organicznego C-14 w uwolnieniach do atmosfery nie jest znana. Konserwatywnie tego założenia polega na tym, że nawet jeśli można założyć, że część organicznego C-14 w uwolnieniach do atmosfery występuje w postaci metanu (lżejszego od powietrza) i w bliskim otoczeniu miejsca uwolnienia mogłaby rozprzestrzeniać się do wyższych warstw powietrza, tj. w bliskim otoczeniu miejsca uwolnienia nie byłaby dostępna do inhalacji, konserwatywnie z punktu widzenia narażenia na promieniowanie (obciążenia) drogą inhalacyjną zakłada się, że organiczny C-14 rozprzestrzenia się w atmosferze poprzez dyspersję w taki sam sposób jak nieorganiczny C-14 i jest w identyczny sposób dostępny do inhalacji. Do celów obliczenia stężeń C-14 w roślinach brany jest pod uwagę C-14 w formie nieorganicznej.[2]

II.2.2 Model rozprzestrzeniania się uwolnień ciekłych

Do modelowania i obliczania rozprzestrzeniania się uwolnień ciekłych w ciekach wodnych oraz do obliczania stężeń objętościowych w wodzie zbiornika Kořensko, a następnie w wodzie rzeki Wełtawy, stosowane są algorytmy zgodne z NRC Reg. Guide 1.109 [5]. Model dla lokalizacji Temelín zakłada stałą objętość wody w zbiorniku Kořensko, a ponadto wykorzystuje dane dotyczące średniego przepływu w rzece Wełtawie poniżej zbiornika Kořensko, względnie w kolejnych punktach wzdłuż biegu rzeki.

W przypadku modelowania C-14 w ciekach wodnych stosuje się model dynamicznej aktywności właściwej (dynamic specific activity model) zgodnie z [6] i [7]. Model uwzględnia wymianę CO_2 pomiędzy wodą a otaczającą atmosferą (nad zbiornikiem lub nad rzeką). Model zastosowano do obliczeń aktywności masowej C-14 w rybach oraz do obliczeń stężenia C-14 w roślinach po nawadnianiu.

II.2.3 Model dróg narażenia na promieniowanie

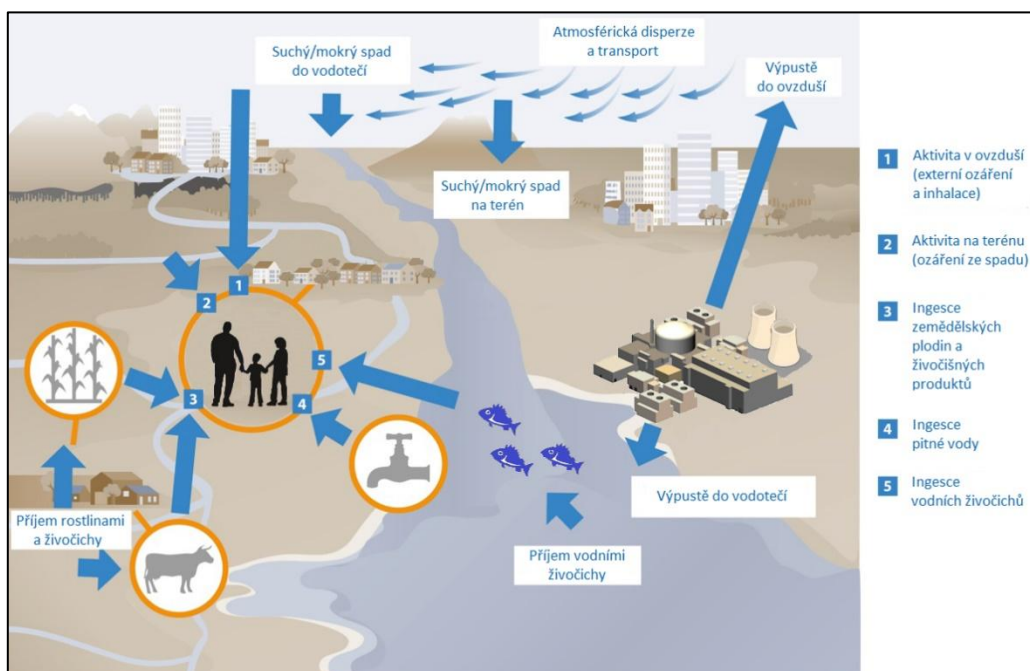
W modelu programu ESTE AI uwzględniono wszystkie drogi narażenia mieszkańców (pojedynczych osób) na promieniowanie, zgodnie z wymaganiami przepisów prawnych oraz zaleceniami Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA). Jednocześnie w modelu uwzględniono strukturę wiekową mieszkańców i nawyki życiowe. W ramach dróg narażenia na promieniowanie modelowane jest napromieniowanie od chmury, od depozytu, inhalacja aktywności objętościowej, spożycie lokalnie produkowanej żywności z uwzględnieniem pełnego łańcucha możliwych dróg transportu substancji promieniotwórczych z uwolnień do poszczególnych komponentów środowiska.

Osoba reprezentatywna może być zatem napromieniana przez radionuklidy, które znajdują się w atmosferze w jej otoczeniu. Radionuklidy w atmosferze mogą spowodować dawkę od napromieniowania zewnętrznego oraz napromieniowanie wewnętrzne drogą inhalacyjną radionuklidów we wdychanym powietrzu. Ponadto osoba ta może być napromieniana przez radionuklidy znajdujące się w depozycji (opadzie) na terenie w jej otoczeniu. Radionuklidy w depozycji na terenie lub w glebie mogą spowodować dawkę od napromieniowania zewnętrznego oraz napromieniowanie wewnętrzne poprzez spożycie żywności, do której radionuklidy przedostały się z okolicznej gleby przez system korzeniowy lub przez ich system liściowy (poprzez oddychanie roślin lub depozycję radionuklidów na liściach roślin). Ponadto osoba reprezentatywna może być napromieniana w wyniku przyjmowania radionuklidów, które pierwotnie zostały odprowadzone w wyniku eksploatacji obiektu jądrowego do cieków wodnych (do wód powierzchniowych – rzeki), a mianowicie poprzez spożycie tej wody jako wody pitnej, spożycie mięsa ryb z rzeki, do której kierowane są uwolnienia do cieków wodnych, spożycie innej żywności, która w okresie wegetacyjnym była nawadniana wodą z tej rzeki, lub poprzez spożycie mleka od krów, które były pojone wodą z tej rzeki. Mniejszościowym źródłem narażenia na promieniowanie osoby reprezentatywnej może być również przebywanie na brzegu rzeki (na przykład wędkarz), pływanie oraz wioślarstwo w rzece, do której kierowane są uwolnienia do cieków wodnych.

W modelu programu ESTE AI stworzono oraz w obliczeniach wyszczególniono i oceniono konkretnie następujące drogi narażenia mieszkańców na promieniowanie [2]:

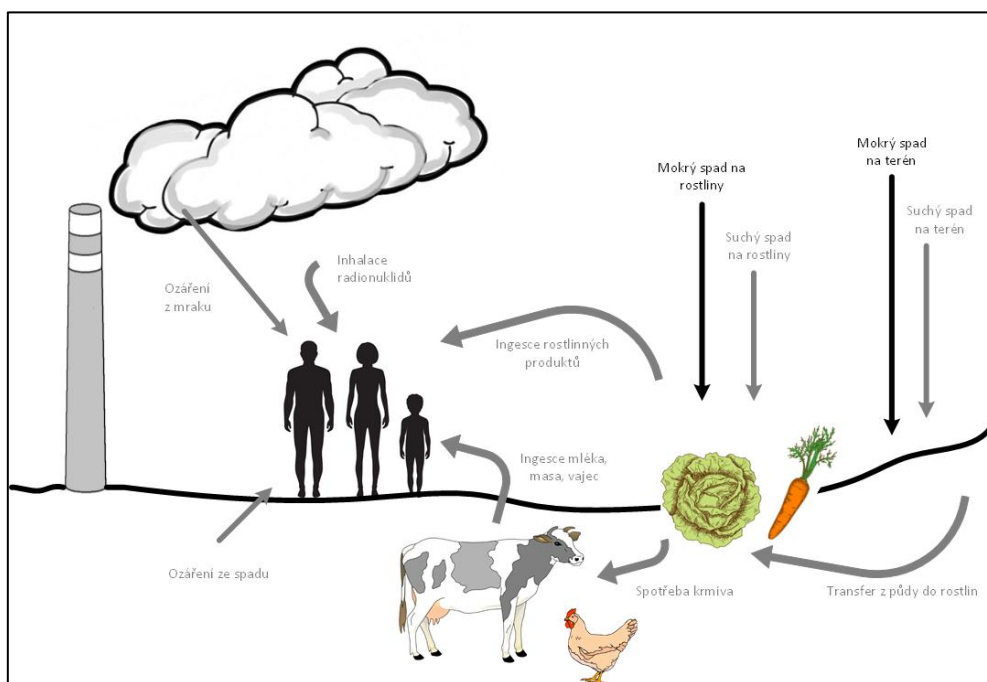
- napromieniowanie od chmury (zewnętrzne)/dawka,
- napromieniowanie od depozycji (zewnętrzne)/dawka,
- inhalacja aktywności objętościowej/dawka (dla poszczególnych kategorii wiekowych),
- spożycie (dla poszczególnych kategorii wiekowych):
 - warzywa liściaste – człowiek (spożycie bezpośrednie),
 - inne produkty rolne – człowiek (spożycie bezpośrednie)
(zboża, ziemniaki, owoce, winogrona, chmiel),
 - pasza zielona – krowa – mleko – człowiek,
 - karmiona w oborze - krowa - mleko - człowiek,
 - pasza zielona – koza – mleko – człowiek,
 - karmiona w oborze - koza - mleko - człowiek,
 - pasza zielona – krowa – mięso – człowiek,
 - karmiona w oborze - krowa - mięso - człowiek,
 - woda pitna – człowiek (spożycie bezpośrednie),
 - karmiona w chlewni zbożem – świnia – mięso – człowiek,
 - karmiony w kurniku zbożem – drób – mięso – człowiek,
 - karmiony w kurniku zbożem - drób - jaja - człowiek,
 - nawadniane warzywa liściaste – człowiek (spożycie bezpośrednie),
 - nawadniane inne produkty rolne – człowiek (spożycie bezpośrednie),
(zboża, ziemniaki, owoce, winogrona, chmiel),
 - nawadniana pasza zielona – krowa – mleko – człowiek,
 - karmiona w oborze paszą nawadnianą – krowa – mleko – człowiek,
 - nawadniana pasza zielona - koza - mleko - człowiek,
 - karmiona w oborze paszą nawadnianą - koza - mleko - człowiek,
 - nawadniana pasza zielona - krowa - mięso - człowiek,
 - karmiona w oborze paszą nawadnianą - krowa - mięso - człowiek,
 - karmiona w chlewni zbożem nawadnianym – świnia – mięso – człowiek,
 - karmiony w kurniku zbożem nawadnianym – drób – mięso – człowiek,
 - karmiony w kurniku zbożem nawadnianym – drób – jaja – człowiek,
 - woda (rzeka) - ryba - mięso - człowiek,
 - woda (rzeka) - pije krowa - mleko - człowiek,
 - woda (rzeka) - pije krowa - mięso - człowiek,
 - woda (rzeka) - pije świnia - mięso - człowiek,
 - woda (rzeka) - pije drób - mięso - człowiek,
 - woda (rzeka) - pije drób (jaja) - jaja - człowiek,
- kąpiel w rzece,
- pływanie łodzią po rzece,
- przebywanie na brzegu (wędkarz).

Graficznie drogi narażenia człowieka na promieniowanie modelowane przez program ESTE AI przedstawiono na poniższym obrazku.



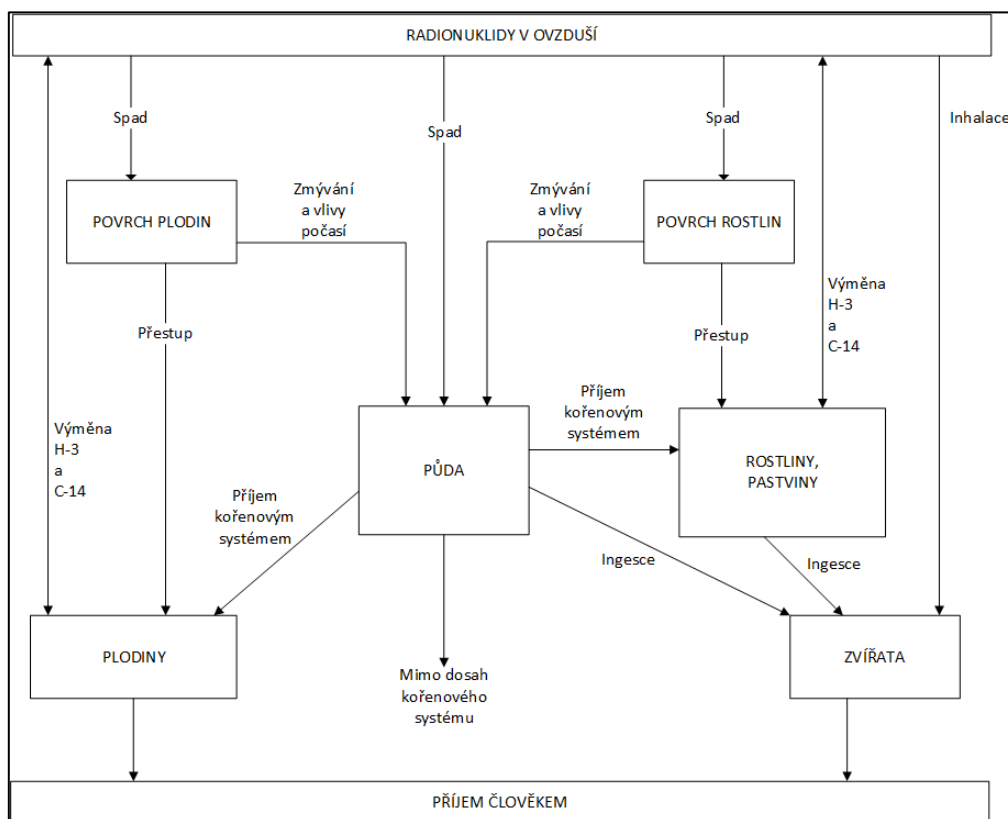
Suchý/mokrý spád do vodotečí	Depozycja sucha/mokra do cieków wodnych
Atmosférická disperze a transport	Dyspersja i transport atmosferyczny
Výpustě do ovzduší	Uwolnienia do atmosfery
Suchý/mokrý spád na terén	Depozycja sucha/mokra na teren
Příjem rostlinami a živočichy	Pobieranie przez rośliny i zwierzęta
Příjem vodními živočichy	Pobieranie przez organizmy wodne
Výpustě do vodotečí	Uwolnienia do cieków wodnych
Aktivita v ovzduší (externí ozáření a inhalace)	Aktywność w atmosferze (napromieniowanie zewnętrzne i inhalacja)
Aktivita na terénu (ozáření ze spadu)	Aktywność na terenie (napromieniowanie od depozycji)
Ingesce zemědělských plodin a živočišných produktů	Spożycie płodów rolnych i produktów pochodzenia zwierzęcego
Ingesce pitné vody	Spożycie wody pitnej
Ingesce vodních živočichů	Spożycie organizmów wodnych

Obr. 3 Drogi narażenia na promieniowanie uwzględniane przez program ESTE AI [2].



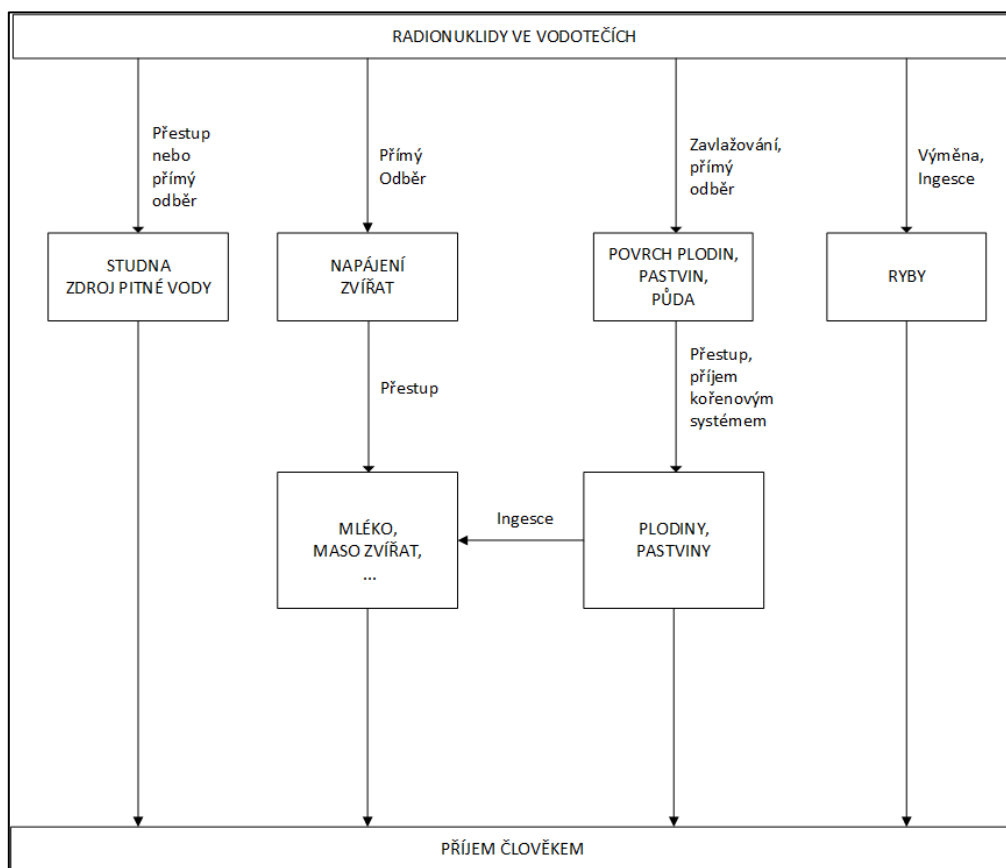
Ozáření z mraku	Napromieniowanie od chmury
Inhalace radionuklidů	Inhalacja radionuklidów
Ingesce rostlinných produktů	Spożycie produktów roślinnych
Mokrý spad na rostliny	Depozycja mokra na rośliny
Suchý spad na rostliny	Depozycja sucha na rośliny
Mokrý spad na terén	Depozycja mokra na teren
Suchý spad na terén	Depozycja sucha na teren
Ozáření ze spadu	Napromieniowanie od depozycji
Ingesce mléka, masa, vajec	Spożycie mleka, mięsa, jaj
Spotřeba krmiva	Pobranie paszy
Transfer z půdy do rostlin	Transfer z gleby do roślin

Obr. 4 Drogi narażenia na promieniowanie uwzględniane przez program ESTE AI (bez dróg narażenia na promieniowanie w wyniku uwolnienia do cieku wodnego) [2].



RADIONUKLIDY Z OVZDUŠÍ	RADIONUKLIDY Z ATMOSFERY
Spad	Depozycja
Inhalace	Inhalacja
POVRCH PLODIN	POWIERZCHNIA UPRAW
Zmývání a vlivy počasí	Zmywanie i czynniki atmosferyczne
POVRCH ROSTLIN	POWIERZCHNIA ROŚLIN
Přestup	Przenikanie
Výměna H-3 a C-14	Wymiana H-3 i C-14
Přijem kořenovým systémem	Pobieranie przez system korzeniowy
PŮDA	GLEBA
ROSTLINY, PASTVINY	ROŚLINY, PASTWISKA
PLODINY	UPRAWY
Mimo dosah kořenového systému	Poza zasięgiem systemu korzeniowego
Ingesce	Spożycie
ZVÍŘATA	ZWIERZĘTA

Obr. 5 Schematyczne przedstawienie procedury obliczeń dawki indywidualnej w wyniku spożycia z uwolnień do atmosfery [2].



RADIONUKLIDY VE VODOTEČÍCH	RADIONUKLIDY W CIEKACH WODNYCH
Přestup nebo přímý odběr	Przenikanie lub bezpośredni pobór
Přímý odběr	Bezpośredni pobór
Zavlažování, přímý odběr	Nawadnianie, bezpośredni pobór
Výměna, Ingesce	Wymiana, Spożycie
STUDNA A ZDROJ PITNÉ VODY	STUDNIA I ŹRÓDŁO WODY PITNEJ
NAPÁJENÍ ZVÍŘAT	POJENIE ZWIERZĄT
POVRCH PLODIN, PASTVIN, PŮDA	POWIERZCHNIA UPRAW, PASTWISK, GLEBA
RYBY	RYBY
Přestup	Przenikanie
Přestup, příjem kořenovým systémem	Przenikanie, pobieranie przez system korzeniowy
MLÉKO, MASO ZVÍŘAT, ...	MLEKO, MIĘSO ZWIERZĄT, ...
Ingesce	Spożycie
PLODINY, PASTVINY	UPRAWY, PASTWISKA
PŘÍJEM ČLOVĚKEM	POBIERANIE PRZEZ CZŁOWIEKA

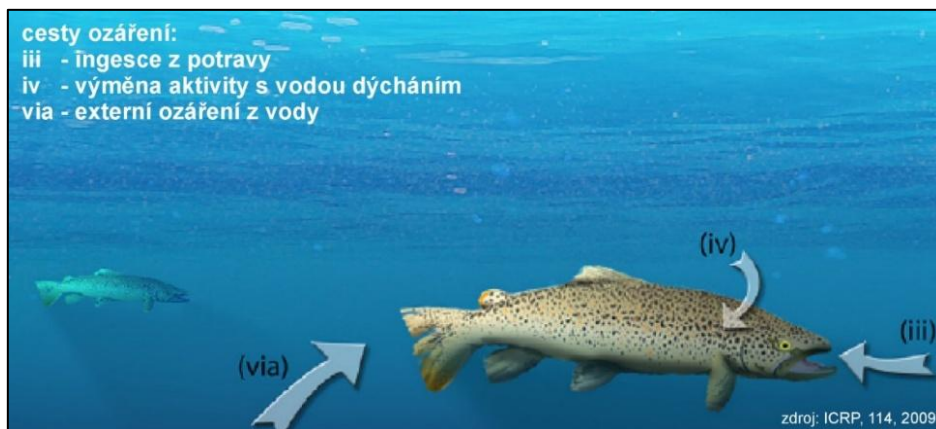
Obr. 6 Schematyczne przedstawienie procedury obliczeń dawki indywidualnej w wyniku spożycia z uwolnień do cieków wodnych [2].

Ponadto w programie ESTE AI modelowane są drogi narażenia na promieniowanie dla komponentu biotycznego (dziko żyjące zwierzęta i rośliny), zarówno lądowe, jak i w środowisku wodnym. Koncepcje i procedury programu ESTE AI są stosowane zgodnie z metodologią i zaleceniami ICRP 108 [8], ICRP 114 [8]

oraz IAEA General Safety Guide GSG-10 [8]. Koncepcja analizy oddziaływania radiacyjnego na biotę pracuje z pojęciem „Referencyjne zwierzę lub roślina”. Referencyjne zwierzę lub roślina to hipotetyczna jednostka o założonych podstawowych właściwościach biologicznych określonego gatunku zwierzęcia lub rośliny, opisana na poziomie rodziny taksonomicznej, o zdefiniowanych właściwościach anatomicznych, fizjologicznych i życiowych, które mogą być stosowane do celów powiązania ekspozycji z dawką oraz dawki ze skutkami dla danego gatunku żywego organizmu.

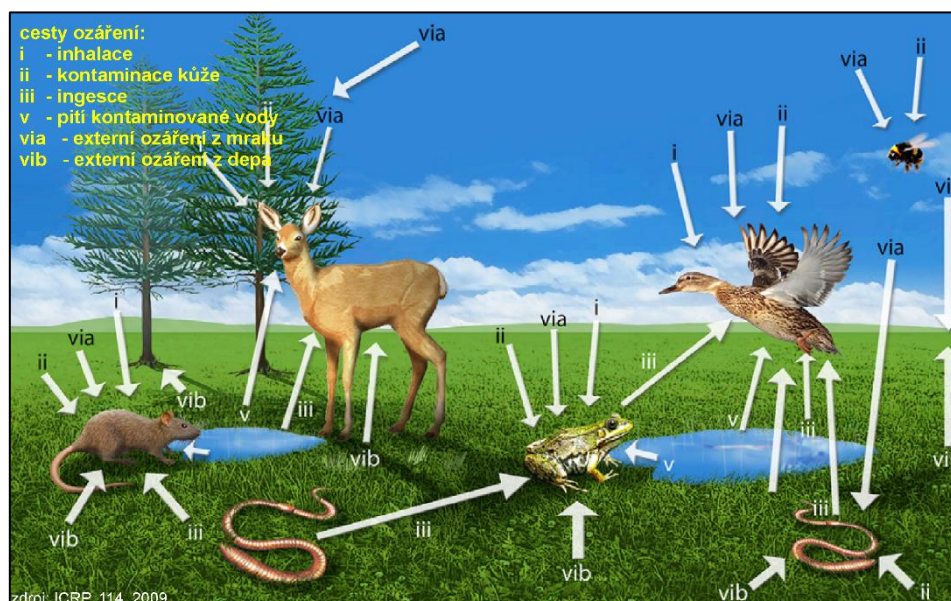
Dla lądowych zwierząt referencyjnych uwzględnia się napromieniowanie zewnętrzne od depozycji na terenie oraz napromieniowanie wewnętrzne, w szczególności w wyniku spożycia pokarmu mającego kontakt z depozycją na terenie lub w wyniku inhalacji atmosferycznego CO₂ i H₂O (w przypadku trytu i C-14). Uwzględniane lądowe zwierzęta i rośliny referencyjne to: jeleń, szczur, kaczka, żaba, pszczoła, dżdżownica, sosna i trawa. W przypadku wodnych zwierząt referencyjnych uwzględnia się: napromieniowanie zewnętrzne od skażonej wody (przebywanie na powierzchni lub w wodzie) oraz napromieniowanie wewnętrzne w wyniku pobierania wody. Uwzględnianymi wodnymi organizmami referencyjnymi są: pstrąg (całe życie w wodzie), kaczka (pół życia w wodzie i pół na lądzie), żaba (pół życia w wodzie i pół na lądzie).

Schematycznie drogi narażenia komponentu biotycznego na promieniowanie modelowane w programie ESTE AI przedstawiono na poniższych obrazkach. Jednocześnie niektóre gatunki (kaczka, żaba) są uwzględniane przez program zarówno jako zwierzęta lądowe, jak i wodne.



cesty ozáření:	drogi narażenia na promieniowanie:
iii - ingesce z potravy	iii - spożycie pokarmu
iv - výměna aktivity s vodou dýcháním	iv - wymiana aktywności z wodą poprzez oddychanie
via - externí ozáření vody	via - napromieniowanie zewnętrzne w wodzie

Obr. 7 Drogi narażenia przedstawicieli bioty wodnej na promieniowanie.



cesty ozáření:	drogi narażenia na promieniowanie:
i - inhalace	i - inhalacja
ii - kontaminace kůže	ii - skażenie skóry
iii - ingesce	iii - spożycie
v - pití kontaminované vody	v - picie skażonej wody
via - externí ozáření z mraku	via - napromieniowanie zewnętrzne od chmury
vib - externí ozáření z depa	vib - napromieniowanie zewnętrzne od depozycji

Obr. 8 Drogi narażenia przedstawicieli bioty lądowej na promieniowanie.

II.2.4 Weryfikacja programu ESTE AI

Program ESTE AI jest zatwierdzony przez Úřad Zdrowia Publicznego RS (ÚVZ SR) jako certyfikowane narzędzie do obliczeń oddziaływania eksploatacji obiektów jądrowych w lokalizacji Jaslovské Bohunice. W tym celu jest stosowany przez organizacje Slovenské elektrárne, a. s., závod Bohunice oraz JAVYS, a. s.

Program ESTE AI jest stosowany przez ÚVZ SR do obliczeń weryfikacyjnych radiacyjnych skutków eksploatacji obiektów jądrowych w lokalizacjach Bohunice i Mochovec.

Program ESTE AI jest stosowany przez SÚJB do obliczeń weryfikacyjnych skutków radiologicznych eksploatacji obiektów jądrowych w lokalizacjach Dukovany i Temelín.

Program ESTE AI został wdrożony, na podstawie projektu IAEA, w Joseph Stefan Institute, Ljubljana, Słowenia.

Program ESTE AI został wdrożony, na podstawie projektu IAEA, w Aramar Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo, Brazylia.

Zgodnie z zaleceniami IAEA dotyczącymi walidacji i weryfikacji (benchmarkingu) programów stosowanych do oceny radiacyjnego oddziaływania eksploatacji obiektów jądrowych na otoczenie, program ESTE AI był porównywany i weryfikowany w ramach obliczeń porównawczych w projekcie IAEA MODARIA. Ponadto program ESTE AI został zwalidowany za pomocą kodu US NRC Dose, który jest stosowany przez Komisję Nadzoru Jądrowego Stanów Zjednoczonych (US NRC) do oceny radiologicznych skutków uwolnień do atmosfery i uwolnień do cieków wodnych. Walidacja odbyła się na poziomie oceny dawek dla pojedynczych osób oraz dawek zbiorowych z inhalacji, ze spożycia, napromieniowania zewnętrznego od chmury, a także oceny dawek z uwolnień obiektu jądrowego do cieków wodnych (dawki ze spożycia wody pitnej, żywności

nawadnianej wodą, z napromieniowania zewnętrznego podczas kąpieli, wiosłowania i przebywania na brzegu). Kolejna walidacja programu ESTE AI została przeprowadzona poprzez porównanie z wynikami programu PC Cosyma. Walidacja odbyła się na poziomie porównania obliczonych aktywności objętościowych w przyziemnej warstwie powietrza oraz aktywności powierzchniowych opadu (depozycji na terenie).

II.3. Warunki geograficzne, meteorologiczne i hydrologiczne

II.3.1 Warunki geograficzne

Charakterystyki geograficzne istotne dla obliczeń skutków radiacyjnych są w programie obliczeniowym ESTE AI modelowane z wykorzystaniem geodanych, które opisują pokrycie terenu analizowanego obszaru (typ powierzchni: czy jest on zasiedlony/zabudowany, powierzchnia leśna, powierzchnia wodna lub użytki rolne itp.).

Z punktu widzenia wykorzystania terenu i aktualnej pokrywy roślinnej w obrębie szerszego obszaru zainteresowania przeplatają się najróżniejsze typy. Kompleksy leśne są przeważnie związane z dolinami rzek Weławy i Małše, z wyższymi wzniesieniami w rejonie grzbietów Vysoký Kamýk oraz z pagórkowatymi partiami w okolicach miejscowości Litoradlice i dalej na południe. W obrębie bezleśnych, falistych płaskowyżów dominują grunty uprawne z obecnością licznych zagajników. Sam teren ETE znajduje się w bezleśnej enklawie na lekko podwyższonym poziomie.

Dane dotyczące typów powierzchni są na potrzeby programu przygotowane i przetworzone do formy odpowiedniej do obliczeń metodami klasyfikacji zdjęć satelitarnych (metody teledetekcji Ziemi). Modele ESTE AI podczas obliczania skutków radiacyjnych wykorzystują informacje o typach pokrycia terenu, które mają charakter statyczny lub zmieniają się co roku (zasiane uprawy na gruntach rolnych). Jako źródło danych wejściowych dla obszarów leśnych, zbiorników wodnych oraz obszarów osadniczych (zabudowa miejska i wiejska) w programie ESTE AI wykorzystywane są dane Corine Land Cover (europejska baza danych statycznych typów pokrycia terenu tworzona na bazie danych z teledetekcji satelitarnej).

Ponadto na potrzeby obliczeń skutków radiacyjnych wykorzystano dane dotyczące rozmieszczenia upraw (pszenica, jęczmień, ziemniaki, kukurydza, rzepak oleisty, lucerna) wysianych na analizowanych obszarach w okolicach lokalizacji Temelín. Rozmieszczenie upraw w okolicach lokalizacji Temelín określa się na potrzeby programu ESTE AI metodami klasyfikacji danych satelitarnych.

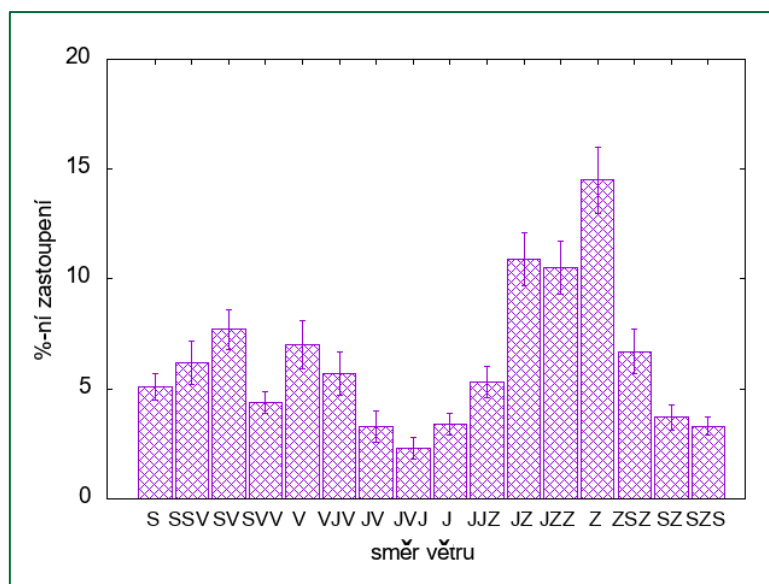
Znajomość typu pokrycia terenu jest w programie ESTE AI wykorzystywana przy obliczaniu dyspersji gazów promieniotwórczych i aerozoli w atmosferze środowiska oraz przy obliczaniu depozycji na teren. Różne typy pokrycia terenu charakteryzują się różną wartością parametru „szorstkość terenu”, który ma istotny wpływ na obliczenie depozycji aerozoli promieniotwórczych na teren. Podstawowe typy pokrycia terenu, których znajomość jest niezbędna przy obliczeniach w programie ESTE AI, to lasy, uprawy, obszary wodne i tereny zabudowane.

II.3.2 Warunki meteorologiczne analizy oddziaływania SMR ETE

Jako źródło danych meteorologicznych zastosowano godzinowe dane dotyczące podstawowych parametrów meteorologicznych z pomiarów prowadzonych na stacji meteorologicznej Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego (ČHMÚ), która znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie eksploatowanej elektrowni Temelín. Parametry meteorologiczne, które wchodzi do modelu obliczeniowego programu ESTE AI, to kierunek i prędkość wiatru na wysokości 10 m nad terenem, intensywność opadów oraz kategorie stabilności atmosferycznej. Godzinowe dane zostały opracowane dla lat 2018–2024.

Program ESTE AI pracuje z godzinowymi danymi z konkretnego roku. W celu wyboru roku referencyjnego opracowano specjalistyczną analizę danych meteorologicznych w poszczególnych latach oraz obliczeniową analizę wrażliwości za pomocą programu ESTE AI w celu oceny wpływu warunków meteorologicznych w poszczególnych latach na wielkość rocznej dawki indywidualnej przy stałym rocznym uwolnieniu do atmosfery.

Z przeprowadzonej specjalistycznej analizy danych meteorologicznych wynikało, że spośród analizowanych lat od przeciętnych zachowań najbardziej odbiegał rok 2018, w którym odnotowano niskie występowanie wiatrów zachodnich. Z siedmioletnią średnią częstości występowania kierunku, najlepszą zgodność wykazał rok 2019 (16 z 16 kierunków w przedziale średnia +/- odchylenie standardowe) oraz lata 2020 i 2022 (14 z 16 kierunków). W roku 2018 wzrosła częstość występowania północno-wschodnich lub południowo-wschodnich kierunków wiatrów kosztem wiatrów zachodnich. Ponadto odnotowano ogólnie niższą liczbę przypadków wystąpienia wyższych kategorii stabilności atmosferycznej E i F, wyższą liczbę wysoce niestabilnych kategorii A, B, C oraz wyższą częstość występowania kategorii stabilności D. Najbliżej przeciętnego zachowania plasowały się lata 2022, 2023 i 2024.



%-ní zastoupení	udíl procentowy
směr větru	kierunek wiatru

Obr. 9 Średni rozkład kierunku wiatru na wysokości 10 m w lokalizacji Temelín zbiorczo dla lat 2018 - 2024.

W przypadku średniej prędkości wiatru oraz mediany (przy uwzględnieniu odchylenia standardowego) wszystkie lata są podobne do ogólnego siedmioletniego zachowania. Wszystkie trzy wielkości – średnia prędkość, mediana i odchylenie standardowe – w ciągu 7 lat (2018 - 2024) charakteryzują się niewielką zmiennością. Przedział 95% wykazuje nieco większe (od 6,2 do 7,0 m/s) odchylenia, lecz nie są one istotne. Dopiero w przypadku prędkości maksymalnej różnice są bardziej znaczące, jednak dla ogólnych skutków w skali całego roku nie odgrywają istotnej roli.

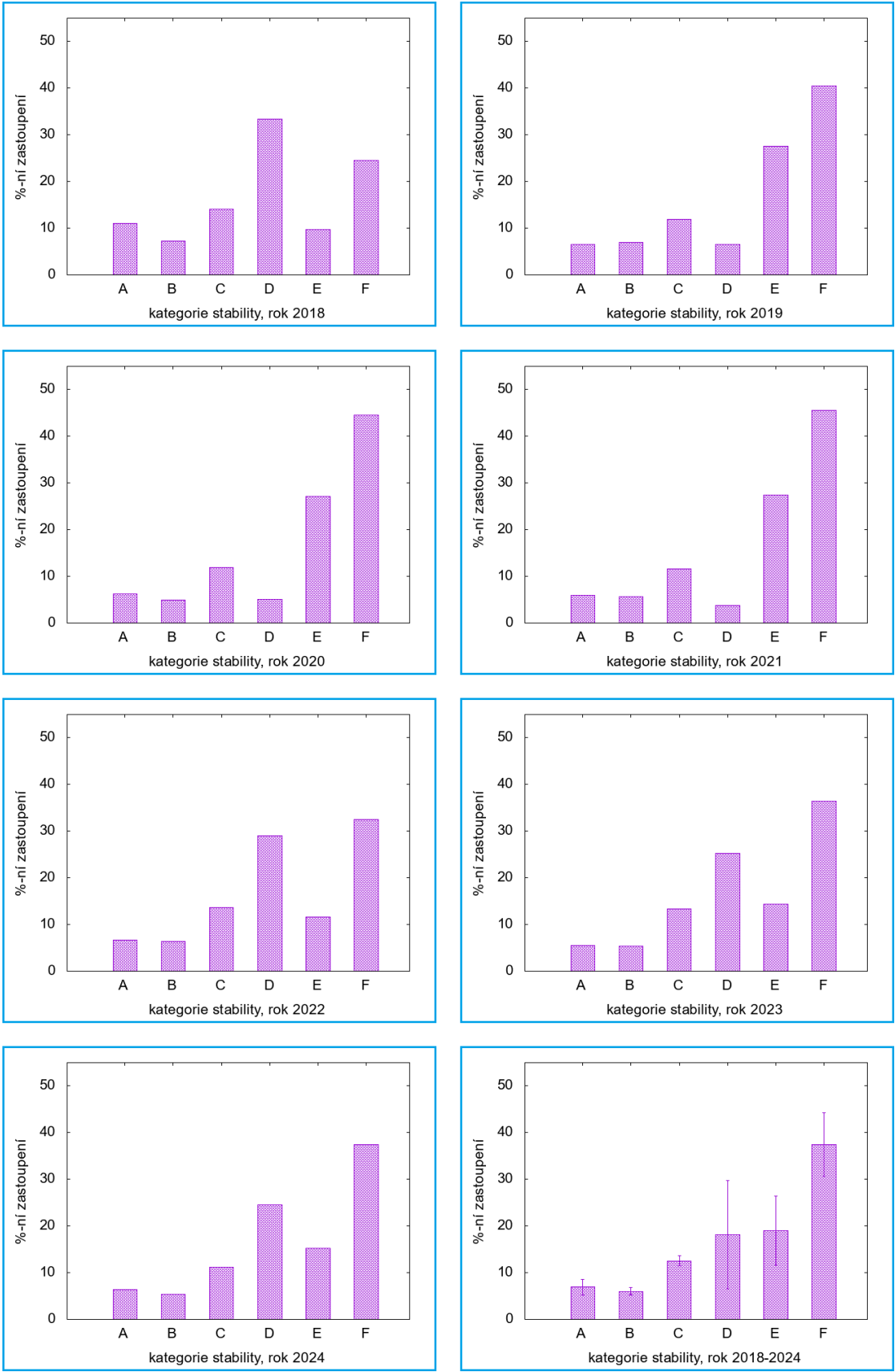
W ramach analizy dotyczącej średnich opadów i mediany, do ogólnego siedmioletniego zachowania zbliżone są lata 2018, 2021 i 2022.

Łączne opady w okolicach SMR ETE w analizowanych latach wynosiły:

- rok 2018: 502 mm,
- rok 2019: 486 mm,
- rok 2020: 690 mm,
- rok 2021: 558 mm,
- rok 2022: 623 mm,
- rok 2023: 568 mm,
- rok 2024: 715 mm.

Średnia za lata 2018–2024: 592 mm +/- 82 mm. W ramach tego przedziału mieszczą się lata 2021, 2022 i 2023. W latach 2020 i 2024 odnotowano ponadprzeciętną ilość opadów, natomiast w latach 2018 i 2019 – poniżej średniej.

Najbardziej średnie zachowanie pod względem występowania kategorii stabilności atmosferycznej w okolicach SMR ETE wykazują lata 2022, 2023 i 2024. W ich przypadku udział niemal wszystkich kategorii pogody mieści się w przedziale wyznaczonym przez średnią z 7 lat i odpowiednie odchylenie standardowe. Dla lat 2018–2021 udział większości kategorii pogody znajduje się poza tym przedziałem.



%-n/ zastoupení	udíl procentový
kategorie stability, rok 2018	kategorie stability, rok 2018

kategorie stability, rok 2019	kategoria stabilności, rok 2019
kategorie stability, rok 2020	kategoria stabilności, rok 2020
kategorie stability, rok 2021	kategoria stabilności, rok 2021
kategorie stability, rok 2022	kategoria stabilności, rok 2022
kategorie stability, rok 2023	kategoria stabilności, rok 2023
kategorie stability, rok 2024	kategoria stabilności, rok 2024
kategorie stability, rok 2018-2024	kategoria stabilności, lata 2018-2024

Obr. 10 Procentowy udział kategorii stabilności atmosferycznej w lokalizacji Temelin w poszczególnych latach oraz łącznie w okresie 2018 - 2024.

II.3.3 Warunki hydrologiczne

Odbiornikiem ciekłych uwolnień z eksploatowanej ETE1,2 oraz przyszłych ciekłych uwolnień z NJZ ETE i SMR ETE jest zbiornik wodny Kořensko na rzece Wełtawie. Przepływ w Wełtawie i jej zdolność do rozcieńczania uwalnianej substancji promieniotwórczej zależą od wielkości parowania z chłodni kominowych ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE, a także od skutków prognozowanej zmiany klimatycznej. Przy określaniu obliczeniowego przepływu w Wełtawie pod zbiornikiem Kořensko oparto się na danych statystycznych i mierzonych parametrach meteorologicznych. Na potrzeby badania oddziaływania normalnej eksploatacji SMR ETE wybrano metodyczne określenie typów lat na rok suchy, średni i mokry.

Tab. 1 Przepływ w Wełtawie w przekroju „Kořensko”, zastosowany w analizie oddziaływania radiacyjnego SMR ETE, lata 2018 - 2024.

	Średni przepływ, Kořensko [m³/s]							
miesiąc/rok	2018 suchy rok	2019	2020	2021	2022	2023	2024 mokry rok	2004 - 2024 średnia
styczeń	39,7	52,20	14,46	41,66	36,86	55,50	124,89	46,7
luty	45,6	60,84	36,35	116,73	46,27	76,60	62,57	55,7
marzec	38,0	125,38	43,74	54,57	35,06	61,24	43,99	74,2
kwiecień	30,7	40,44	21,24	27,98	29,15	141,04	31,22	60,3
maj	15,8	27,83	14,75	72,33	22,56	63,78	26,81	40,1
czerwiec	20,0	21,44	83,87	30,30	33,66	31,09	35,21	57,1
lipiec	16,7	13,30	70,05	51,66	53,57	14,60	36,39	41,8
sierpień	7,4	13,87	56,09	45,36	33,60	26,94	16,64	36,3
wrzesień	14,9	17,13	43,00	35,11	43,10	22,66	196,40	41,5
październik	24,1	28,01	79,44	36,82	40,42	31,03	83,17	43,4
listopad	18,7	18,48	67,98	30,99	34,18	33,52	45,50	33,5
grudzień	21,2	13,89	37,91	35,55	60,68	122,73	56,87	38,1
średnia	24,4	36,1	47,4	48,3	39,1	56,7	63,3	47,4

Do analizy oddziaływania normalnej eksploatacji SMR ETE wybrano 3 kategorie na podstawie danych meteorologicznych i hydrologicznych:

Rok 2018 został wybrany jako **rok suchy** na podstawie danych meteorologicznych oraz pomiarów przepływu wody w przekroju „Kořensko” – jest to rok poniżej średniej pod względem wielkości opadów atmosferycznych i zarazem rok o najniższym rocznym przepływie w Wełtawie w przekroju Kořensko. Inne mierzone parametry (występowanie kategorii stabilności, częstość występowania kierunków wiatru oraz prędkości wiatru) były w roku 2018 zgodne ze spodziewanymi wartościami na podstawie długoterminowych pomiarów. Wartość przepływu ustalono na 24,4 m³/s.

Rok 2023 został wybrany jako **rok średni** na podstawie danych meteorologicznych oraz przepływu poniżej średniej w latach 2004 - 2024 – jest to rok średni pod względem opadów atmosferycznych, a jednocześnie zastosowano długoterminowy średni przepływ w Wełtawie w przekroju Kořensko. Pozostałe parametry meteorologiczne w roku 2023 (częstość występowania kierunków wiatru oraz prędkości wiatru) były w roku 2023 zgodne ze spodziewanymi wartościami na podstawie długoterminowych pomiarów. Długoterminowy średni przepływ w Wełtawie w przekroju Kořensko w latach 2004 - 2024 ustalono na 47,4 m³/s

Rok 2024 został wybrany jako **rok mokry opady** na podstawie danych meteorologicznych, w szczególności sumy opadów atmosferycznych oraz danych hydrologicznych. W przekroju Kořensko w roku 2024 odnotowano najwyższy roczny przepływ Wełtawy. Dlatego też przepływ dla roku mokrego ustalono na wartości 63,3 m³/s.

II.3.4 Pojęcie osoby reprezentatywnej oraz założenia dotyczące zachowań i nawyków mieszkańców

Przy obliczaniu rocznych indywidualnych dawek skutecznych na osobę reprezentatywną oraz inne osoby żyjące w poszczególnych sektorach obliczeniowych stosuje się poniższe założenia, które wynikają z wymogów rozporządzeń SÚJB [1] i [13], dokumentów IAEA [3], ICRP [4] oraz wytycznych US NRC RG 109 [5].

Osoba reprezentatywna jest określana na podstawie obliczeń dawek indywidualnych w okolicach lokalizacji obiektu jądrowego (JZ), przy uwzględnieniu wszystkich uwzględnianych dróg narażenia, uwolnień do atmosfery, uwolnień do hydrosfery oraz wszystkich nuklidów deklarowanych w uwolnieniach. Dla określenia dawek indywidualnych w poszczególnych kategoriach wiekowych decydujące znaczenie mają założenia zastosowane do obliczeń. Osoba reprezentatywna może być różna dla różnych uwolnień do atmosfery i hydrosfery oraz dla różnych warunków, w jakich uwolnienia są realizowane.

Osoba reprezentatywna jest narażona na promieniowanie w wyniku obecności radionuklidów, które znajdują się w atmosferze w jej otoczeniu. Radionuklidy w atmosferze mogą wywołać dawkę z napromieniowania zewnętrznego oraz napromieniowanie wewnętrzne w wyniku inhalacji radionuklidów we wdychanym powietrzu.

Ponadto osoba reprezentatywna jest narażona na promieniowanie z radionuklidów znajdujących się w depozycji (opadzie) na terenie w jej otoczeniu. Radionuklidy w depozycji na terenie lub w glebie mogą wywołać dawkę z napromieniowania zewnętrznego oraz napromieniowanie wewnętrzne w wyniku spożycia żywności, do której radionuklidy przeniknęły z otaczającej gleby przez system korzeniowy lub przez ich system liściowy (w wyniku oddychania roślin lub depozycji radionuklidów na liście/powierzchnię roślin).

Ponadto osoba reprezentatywna może być narażona na promieniowanie w wyniku pobierania radionuklidów, które pierwotnie zostały odprowadzone w wyniku eksploatacji obiektu jądrowego do hydrosfery (do wód powierzchniowych) – poprzez spożycie wody pitnej, do której przeniknęły radionuklidy odprowadzone z eksploatacji obiektu jądrowego do hydrosfery, poprzez spożycie mięsa ryb pochodzących z wody, do której kierowane są uwolnienia hydrosferyczne, poprzez spożycie innej żywności, która w okresie wegetacji była nawadniana wodą z rzeki, lub poprzez spożycie mleka krów, które były pojone wodą z rzeki.

Mniejszościowym źródłem narażenia osoby reprezentatywnej na promieniowanie może być również przebywanie na brzegu rzeki (na przykład wędkarz), pływanie oraz wiosłowanie w rzece, do której kierowane są uwolnienia hydrosferyczne.

Przy obliczaniu dawek na osobę reprezentatywną stosuje się następujące parametry:

- Inhalacja radionuklidów znajdujących się w atmosferze: osoba reprezentatywna realizuje wszelkie zapotrzebowanie na powietrze w danym miejscu (w miejscu swojego zamieszkania). Tempo oddychania jest średnie, typowe dla danej kategorii wiekowej.

- Napromieniowanie od chmury i od depozycji na terenie: przy obliczaniu dawek na osobę reprezentatywną nie stosuje się żadnego ekranowania (współczynnik ekranowania = 1), tj. tak jakby osoba reprezentatywna przez cały czas przebywała na zewnątrz.
- Przy obliczaniu dawek z napromieniowania zewnętrznego od depozycji zakłada się, że depozycja na terenie wywołana uwolnieniem w danym rozpatrywanym okresie (np. uwolnienie w ciągu 1 roku) wywołuje napromieniowanie zewnętrzne od terenu przez kolejne 15 lat. Tj. w dawce od depozycji danego nuklidu uwzględnia się w danym roku łączną dawkę (jako „obciążenie dawką”) za kolejne 15 lat (dany nuklid pozostanie zdeponowany na terenie przez kolejne 15 lat i wywoła napromieniowanie, które jest wliczane do skutków w roku, w którym nastąpiło uwolnienie, przy czym uwzględnia się przemianę promieniotwórczą tego nuklidu).
- Przy obliczaniu dawek ze spożycia żywności lub z inhalacji powietrza przez osobę reprezentatywną oblicza się 50-letnie lub 70-letnie obciążenie dawką skuteczną (w zależności od kategorii wiekowej). W przypadku dróg narażenia przez spożycie zakłada się, że depozycja danego nuklidu realizowana w danym roku jest pobierana przez system korzeniowy roślin przez kolejne 15 lat, co oznacza, że do skutków za dany rok wlicza się w ten sposób również wkład już zdeponowanej aktywności za kolejne 15 lat, przy czym uwzględnia się przemianę promieniotwórczą tego radionuklidu, tzw. efektywny okres połowicznego usuwania nuklidu z rośliny, efektywną gęstość powierzchniową gleby, czas między zbiorem a spożyciem oraz okres, w którym roślina rośnie.
- Warzywa: Osoba reprezentatywna realizuje wszelkie (100%) zapotrzebowanie na warzywa liściaste z żywności (nawet hipotetycznie) wyprodukowanej w danym sektorze.
- W przypadku pozostałych produktów rolnych (inne warzywa, mięso, jaja, zboża) zakłada się, że osoba reprezentatywna spożywa 75% swojego zapotrzebowania z tego sektora, a reszta to „czysty”, nieskażony produkt.
- Mleko: Przy obliczaniu dawki dla osoby reprezentatywnej zakłada się, że 75% całego rocznego zapotrzebowania na mleko tej osoby realizowane jest z picia mleka krowiego, od krowy pasącej się w tym sektorze i karmionej poza okresem wegetacyjnym w oborze paszą wyhodowaną (nawet hipotetycznie) w tym sektorze. Program oblicza również stężenia radionuklidów w mleku kozim oraz obciążenie dawką skuteczną w wyniku picia mleka koziego dla poszczególnych kategorii wiekowych.
- Nawadnianie: W przypadku spożycia poszczególnych „nawadnianych” produktów żywnościowych zakładamy, że zapotrzebowanie na żywność osoby reprezentatywnej pokrywane jest w maksymalnie 50% konsumpcją żywności pochodzącej z „nawadniania”. Oznacza to, że jeśli dany sektor znajduje się w obrębie ewidencyjnym mającym styczność z rzeką, do której realizowane są ciekłe uwolnienia z obiektu jądrowego, wówczas zakłada się, że produkty rolne w tym sektorze są nawadniane, a nawadnianie wywołuje dodatkowe skażenie roślin i gleby (przy skażeniu wywołanym uwolnieniami atmosferycznymi).
- Woda pitna: Osoba reprezentatywna całe (100%) zapotrzebowanie na wodę pitną realizuje ze studni lub ujęcia wody, do którego przesiąka woda z rzeki. Program ESTE AI ocenia, czy zabudowa miejscowości, nawet pojedyncze budynki, znajdują się w pobliżu brzegu rzeki/zbiornika (w odległości do ok. 100 m od brzegu). Jeśli tak, to model zakłada, że w zabudowie w miejscowości może zamieszkiwać osoba reprezentatywna, która całe swoje roczne zapotrzebowanie na wodę pitną pokrywa ze studni, do której przesiąka się woda z ciekła wodnego. Woda z rzeki w pełni zasila studnię. Przejście poszczególnych radionuklidów z wody w rzece do wody w studni wyrażone jest współczynnikiem przejścia „rzeka/studnia”, który różni się w zależności od poszczególnych nuklidów.
- Przy obliczaniu dawki zbiorowej dla danej miejscowości zakłada się jednocześnie, że 100% mieszkańców danej miejscowości (dla miejscowości liczącej mniej niż 2000 mieszkańców) pije wodę ze studni (lub z kranu zasilanego ze studni), do której przesiąka woda z ciekła wodnego.
- Mięso ryb: Osoba reprezentatywna pokrywa wszelkie (100%) zapotrzebowanie na mięso ryb, spożywając ryby, które żyją przez całe życie w rzece w okolicach miejscowości (tylko w przypadku, gdy jest to wieś/miasto, której/którego obręb ewidencyjny znajduje się na brzegu rzeki).
- Kąpiel w rzece: Osoba reprezentatywna (w wieku powyżej 5 lat) kąpie się przez 100 godzin rocznie w rzece w pobliżu wsi/miasta (tylko w przypadku, gdy jest to wieś/miasto, której/którego obręb ewidencyjny znajduje się na brzegu rzeki).
- Przebywanie na brzegu (wędkarz): Osoba reprezentatywna (w wieku powyżej 5 lat) spędza 200 godzin rocznie na brzegu rzeki w pobliżu wsi/miasta (tylko w przypadku, gdy jest to wieś/miasto, której/którego obręb ewidencyjny znajduje się na brzegu rzeki).
- Wiosłowanie: Osoba reprezentatywna (w wieku powyżej 5 lat) spędza 100 godzin rocznie na łódce na rzece w pobliżu wsi/miasta (tylko w przypadku, gdy jest to wieś/miasto, której/którego obręb ewidencyjny znajduje się na brzegu rzeki).

II.3.4.1 Źródła danych statystycznych do analiz i obliczeń

Dane dotyczące nawyków życiowych mieszkańców w miejscowościach, w których mierzone są lub obliczane na podstawie modelu największe zawartości radionuklidów w komponentach środowiska (zwanymi dalej „wybraną grupą osób”), muszą być badane w zakresie informacji o miejscu, nawykach żywieniowych i stylu życia, przy uwzględnieniu czynników fizjologicznych, w szczególności wieku. Z danych dotyczących nawyków życiowych wybranej grupy osób należy wykluczyć dane dotyczące pojedynczej osoby o skrajnych nawykach. Dane dotyczące nawyków życiowych wybranej grupy osób muszą być aktualne długoterminowo. W przypadku braku możliwości uzyskania danych dotyczących nawyków życiowych ludności lokalnej, należy zastosować dane z odpowiednich statystyk regionalnych lub ogólnokrajowych, a w odniesieniu do ilości wdychanego powietrza i spożywanej wody dane zgodnie z § 67 ust. 2 i 3 rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U. (Załącznik nr 5 do rozporządzenia) [1], względnie [13].

Przy obliczaniu dawek w wyniku spożycia zastosowano dane statystyczne uzyskane z urzędów statystycznych Republiki Czeskiej (RCz), Republiki Federalnej Niemiec (DE), a konkretnie kraju związkowego Bawarii, oraz Republiki Austrii (AT). Na ich podstawie opracowano koszyki konsumpcyjne, które następnie zastosowano do obliczenia dawek w wyniku spożycia.

Tab. 2 Koszyk konsumpcyjny na podstawie danych statystycznych dla Republiki Czeskiej (RCz), Austrii (AT) i Niemiec (Bawaria, DE) za rok 2018 [2].

Żywność		0 - 5 lat			6 - 15 lat			pow. 17 lat		
		RCz	AT	DE	RCz	AT	DE	RCz	AT	DE
mleko i produkty mleczne	[l/rok]	194	96	70	332	165	119	247	123	88
wołowina	[kg/rok]	4	8	4	9	19	11	8	18	10
wieprzowina	[kg/rok]	5	6	4	21	27	18	42	54	36
drób	[kg/rok]	9	4	4	33	15	16	27	13	13
mięso ryb	[kg/rok]	2	2	4	4	5	9	5	8	14
jaja	[kg/rok]	9	8	9	25	22	23	14	14	14
zboża	[kg/rok]	35	22	31	129	82	114	144	92	102
ziemniaki	[kg/rok]	18	13	10	66	50	36	69	52	37
inne warzywa	[kg/rok]	39	50	45	82	104	93	88	113	103
warzywa liściaste	[kg/rok]	11	8	11	12	16	22	12	18	24
owoce	[kg/rok]	23	34	37	58	88	96	47	71	70

Tab. 3 Koszyk konsumpcyjny na podstawie danych statystycznych dla Republiki Czeskiej (RCz), Austrii (AT) i Niemiec (Bawaria, DE) za rok 2023 [2].

Żywność		0 - 5 lat			6 - 15 lat			pow. 17 lat		
		RCz	AT	DE	RCz	AT	DE	RCz	AT	DE
mleko i produkty mleczne	[l/rok]	200	90	62	343	154	107	255	115	79
wołowina	[kg/rok]	4	12	4	10	20	10	9	15	9
wieprzowina	[kg/rok]	5	5	3	21	23	15	42	46	28
drób	[kg/rok]	9	4	4	35	16	17	30	13	14
mięso ryb	[kg/rok]	2	2	4	4	5	8	6	8	12
jaja	[kg/rok]	9	8	10	24	22	25	13	14	15
zboża	[kg/rok]	33	71	31	125	122	116	137	91	104
ziemniaki	[kg/rok]	18	13	10	66	47	37	70	49	38
inne warzywa	[kg/rok]	39	95	46	83	162	95	88	121	105
warzywa liściaste	[kg/rok]	7	8	9	16	16	18	16	17	20
owoce	[kg/rok]	24	38	36	62	97	92	49	78	67

Tab. 4 Koszyk konsumpcyjny na podstawie danych statystycznych dla Republiki Czeskiej (RCz), Austrii (AT) i Niemiec (Bawaria, DE) za rok 2024 [2].

Żywność		0 - 5 lat			6 - 15 lat			pow. 17 lat		
		RCz	AT	DE	RCz	AT	DE	RCz	AT	DE
mleko i produkty mleczne	[l/rok]	200	90	62	343	154	107	255	115	79

wołowina	[kg/rok]	4	12	4	10	20	10	9	15	9
wieprzowina	[kg/rok]	5	5	3	21	23	15	42	46	28
drób	[kg/rok]	9	4	4	35	16	17	30	13	14
mięso ryb	[kg/rok]	2	2	4	4	5	8	6	8	12
jaja	[kg/rok]	9	8	10	24	22	25	13	14	15
zboża	[kg/rok]	33	71	31	125	122	116	137	91	104
ziemniaki	[kg/rok]	18	13	10	66	47	37	70	49	38
inne warzywa	[kg/rok]	39	95	46	83	162	95	88	121	105
warzywa liściaste	[kg/rok]	7	8	9	16	16	18	16	17	20
owoce	[kg/rok]	24	38	36	62	97	92	49	78	67

Z danych statystycznych danych RCz, Austrii i Niemiec następnie pozyskano i do modelu obliczeniowego programu ESTE AI wdrożono szczegółowe dane dotyczące liczby i struktury wieku mieszkańców w ocenionych sektorach, powierzchniach zasiewów produkcji rolnej, dane dotyczące zbiorów, wyników hodowli bydła i drobiu.

II.4. Określenie obwiedniowych uwolnień do oceny skutków radiacyjnych stanów eksploatacyjnych

Przy określaniu obwiedniowych uwolnień do oceny skutków radiacyjnych stanów eksploatacyjnych SMR ETE najpierw określono obwiedniowe uwolnienia z SMR ETE do atmosfery i cieków wodnych na podstawie danych dotyczących bloków referencyjnych SMR. Dane dla ETE1,2 zostały wybrane konserwatywnie na podstawie Dokumentacji EIA dla NJZ ETE [10] jako maksymalne zmierzone wartości uwolnień do atmosfery zmierzone w latach 2004 - 2008, a dla wartości uwolnień do cieków wodnych zastosowano zmierzone wartości z lat 2006 - 2008. Dane dotyczące NJZ ETE zaczerpnięto z dokumentacji oddziaływania planowanego przedsięwzięcia NJZ ETE na środowisko [10]. Jako maksymalne wartości konserwatywne zaczerpnięto dane dla wariantu mocy $2 \times 1700 \text{ MW}_e$.

II.4.1 Maksymalne określone projektowe i eksploatacyjne uwolnienia do atmosfery i cieków wodnych dla bloków referencyjnych SMR ETE, NJZ ETE i ETE1,2

Podstawową daną wejściową do oceny oddziaływania promieniowania jonizującego jest konserwatywne określenie tzw. członu źródłowego, czyli maksymalnej objętości uwolnień z SMR ETE, NJZ ETE i ETE1,2.

W przypadku członu źródłowego SMR ETE i NJZ ETE zastosowano wartości uwolnień poszczególnych radionuklidów odpowiadające aktualnej wiedzy o uwolnieniach z bloków referencyjnych. Z względów praktycznych (uwzględnienie kumulacji mocy) obwiedniowe uwolnienia z NJZ ETE do atmosfery i cieków wodnych określono obwiedniowo dla wariantu mocy do $2 \times 1700 \text{ MW}_e$ (który pokrywa również wariant mocy $2 \times 1200 \text{ MW}_e$).

Zakładane maksymalne uwolnienia obejmują zarówno warunki normalnej eksploatacji, jak i eksploatacji anormalnej, kiedy uwolnienia mogą być wyższe w wyniku np. wyższego stopnia nieszczelności koszulek paliwowych podczas eksploatacji. Eksploatacja anormalna jest wliczona w konserwatywną obwiednię eksploatacyjnych uwolnień. Z tego powodu prognozowane obwiedniowe roczne uwolnienia z SMR ETE i NJZ ETE w większości przypadków są wyższe niż maksymalne eksploatacyjne uwolnienia z ETE1,2 o porównywalnej mocy lub są z nimi porównywalne. Nie jest to jednak specyfika NJZ ETE ani SMR ETE. Wynika to z uwzględniania maksymalnych wartości poszczególnych uwolnień radionuklidów z różnych bloków referencyjnych.

Człon źródłowy uwolnień do atmosfery i cieków wodnych z eksploatacji ETE1,2 określono jako roczne zmierzone maksimum uwolnień poszczególnych radionuklidów z ETE1,2 w wyżej wymienionych okresach. W okresie po sporządzeniu dokumentacji EIA wprowadzie w niektórych latach odnotowywano, według rocznych raportów z monitoringu, nawet wyższe wartości dla poszczególnych radionuklidów, jednak były to odosobnione wahania, a średnie roczne uwolnienia decydujących radionuklidów pozostają poniżej lub maksymalnie na poziomie uwzględnionym w dokumentacji EIA dla NJZ ETE [10].

Wejściowy człon źródłowy uwolnień do atmosfery i cieków wodnych określono dla SMR ETE i NJZ ETE na podstawie danych obwiedniowych dla bloków referencyjnych. Wektor radionuklidowy dla poszczególnych elektrowni, z podziałem na poszczególne radionuklidy, przedstawiono w poniższych tabelach.

Z punktu widzenia metodyki sporządzania analiz EIA rozpatruje się możliwie najbardziej konserwatywny scenariusz – równoczesna eksploatacja wszystkich obiektów jądrowych przez okres 50 lub 70 lat.

Na potrzeby oceny wartości te zastosowano jako konserwatywny obwiedniowy człon źródłowy, a w kolejnych postępowaniach będą one aktualizowane zgodnie z wybranym projektem SMR ETE wzgl. NJZ ETE.

Do oceny zastosowano wartości członu źródłowego przedstawione w poniższych tabelach.

Tab. 5 Maksymalne roczne uwolnienia do atmosfery z 2 bloków ETE1,2 według pomiarów [10].

Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]
H-3	3,70E+12	Kr-88	4,30E+11	Xe-135m	7,30E+10
C-14	5,60E-11	Sr-89	3,80E+05	Xe-135	1,70E-12
Ar-41	1,40E+12	Sr-90	1,70E-05	Xe-138	3,30E+10
Cr-51	6,00E+06	Zr-95	6,90E+05	Cs-134	6,10E+05
Mn-54	2,70E+05	Nb-95	1,10E+06	Cs-137	6,20E+05
Fe-59	9,80E+04	Ag-110m	6,70E+05	Ba-140	1,90E+05
Co-58	1,60E+06	Sb-124	1,50E+06	Ce-141	6,80E+04
Co-60	5,00E+05	Sb-125	2,50E+05	Ce-144	2,70E+05
Zn-65	8,80E+04	I-131	2,40E+08	Pu-238	5,20E+04
Kr-85m	2,40E+11	Te-132	4,20E+05	Pu-239	3,30E+04
Kr-85	2,50E+11	I-133	6,70E+06	Am-241	2,10E+04
Kr-87	1,70E+11	Xe-133	5,70E+12		

Tab. 6 Zakładane maksymalne roczne uwolnienia do atmosfery z 2 bloków NJZ ETE, wariant mocy 2× 1700 MW. [10].

Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]
H-3	1,33E+13	Kr-88	1,33E+13	Xe-133m	1,33E+13
C-14	5,40E+11	Sr-89	1,18E+07	Xe-133	6,36E+14
Ar-41	2,52E+12	Sr-90	4,66E+06	Xe-135m	1,04E+12
Cr-51	7,18E+06	Zr-95	7,40E+05	Xe-135	8,88E+13
Mn-54	4,22E+06	Nb-95	3,11E+06	Xe-137	0
Fe-59	2,08E+06	Ru-103	1,26E+06	Xe-138	8,88E+11
Co-58	3,55E+07	Ru-106	5,77E+04	Cs-134	3,55E+06
Co-60	8,14E+06	Sb-125	4,51E+04	Cs-136	2,44E+06
Kr-85m	1,11E+13	I-131	6,51E+08	Cs-137	6,66E+06
Kr-85	2,52E+15	I-133	2,37E+09	Ba-140	3,11E+05
Kr-87	3,92E+12	Xe-131m	2,59E+14	Ce-141	9,62E+05

Tab. 7 Maksymalne obwiedniowe roczne uwolnienia eksploatacyjne z SMR ETE do atmosfery, 1× do 500 MW_e.

Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]
H-3	1,00E+12	Y-91	1,49E+03	Xe-133	3,67E+11
C-14org	3,50E+10	Sr-92	2,30E+05	Cs-134	2,48E+04
C-14anorg	8,76E+09	Y-92	2,14E+05	Te-134	3,47E+05
Na-24	2,84E+05	Nb-95	1,88E+04	Xe-135	3,02E+11
Cl-36	1,48E+03	Zr-95	2,21E+04	Cs-136	3,95E+04
Ar-41	2,40E+12	Nb-97	1,68E+04	Cs-137	1,87E+04
K-42	1,40E+07	Zr-97	2,30E+06	Cs-138	2,83E+05
Cr-51	1,48E+05	Mo-99	3,98E+04	Xe-138	2,67E+11
Mn-54	4,94E+04	Ru-103	1,15E+03	Ba-140	7,16E+03
Fe-55	5,04E+04	Ru-105	3,14E+04	La-140	4,74E+04
Mn-56	1,27E+05	Ru-106	1,63E+01	Ce-141	2,68E+03
Co-58	1,83E+06	Sb-122	5,71E+04	Ce-143	5,37E+04
Fe-59	2,14E+04	Sb-124	1,32E+05	Pr-143	6,45E+03
Ni-59	2,74E+01	Sb-125	5,99E+03	Ce-144	2,90E+02
Co-60	5,03E+04	I-131gas	3,07E+07	Np-239	1,97E+04
Ni-63	3,80E+03	I-131aer	3,07E+07	Ag-108m	6,91E+00
Zn-65	1,16E+04	I-132 gas	2,45E+07	Ag-110m	5,37E+04
Br-84	2,43E+08	I-132aer	2,45E+07	Xe-131m	2,28E+09
Kr-85	4,13E+13	I-133 gas	1,32E+07	Te-133m	1,93E+05
Kr-87	5,33E+10	I-133aer	1,32E+07	Xe-133m	5,76E+10
Kr-88	7,43E+10	I-134 gas	4,36E+07	Xe-135m	1,71E+11
Rb-88	1,31E+05	I-134aer	4,36E+07	Kr-85m	2,79E+10
Rb-89	8,06E+04	I-135 gas	2,49E+07	Y-91m	1,65E+05
Sr-89	1,40E+03	I-135aer	2,49E+07	Tc-99m	6,44E+04
Sr-90	8,27E+00	Te-131	1,32E+05		
Sr-91	1,29E+05	Te-132	1,83E+04		

Dla SMR ETE obwiedniowe uwolnienie C-14 do atmosfery zostało podzielone w następujący sposób: na potrzeby analiz założono, że 80% C-14 w uwolnieniach do atmosfery występuje w formie organicznej, a 20% w formie nieorganicznej. Zastosowano ogólne założenie dla reaktorów typu PWR według francuskiego Instytutu Ochrony Radiologicznej i Bezpieczeństwa Jądrowego (IRSN) [11].

Obwiedniowe uwolnienie jodu (I-131 do I-135) do atmosfery zostało dla SMR ETE podzielone w następujący sposób: na potrzeby analiz założono, że 50% jodu w uwolnieniach do atmosfery występuje w formie elementarnej, a 50% w formie aerozolowej. Założenie dotyczące 50% form jodu jest poparte wynikami bilansów uwolnień w eksploatowanych EJ typu PWR [12].

Dla NJZ ETE i ETE1,2 w dokumentacji EIA [10] przy obliczeniach depozycji suchej i opadu zastosowano konserwatywne (wyższe) wartości dla formy elementarnej jodu oraz formy aerozolowej pozostałych radionuklidów. Dokumentacja EIA nie podaje specyfikacji podziału na organiczne i nieorganiczne formy C-14 w uwolnieniach do atmosfery [10].

Według aktualnych raportów z monitoringu ETE1,2 w uwolnieniach C-14 do atmosfery przeważa (podobnie jak w założeniu dla SMR ETE) organiczna forma C-14. W uwolnieniach jodu forma organiczna jodu przeważa nad formą elementarną i aerozolową.

II.4.2 Maksymalne określone eksploatacyjne uwolnienia do cieków wodnych

Tab. 8 Maksymalne roczne uwolnienia do cieków wodnych z 2 bloków ETE1,2 według pomiarów [10].

Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]
Cr-51	3,5E+05	Nb-95	1,9E+07	Ce-141	<DL
Mn-54	3,8E+06	Ru-103	3,4E+04	Ce-144	<DL
Fe-55	<DL	Ru-106	<DL	Pu-238	7,4E+05
Fe-59	<DL	Ag-110m	1,9E+07	Pu-239+Pu-240	5,0E+05
Co-58	9,0E+05	Sb-124	3,7E+07	Am-241	4,0E+05
Co-60	2,2E+06	Sb-125	<DL	Cm-242	<DL
Ni-63	<DL	I-131	1,8E+07	Cm-243	<DL
Zn-65	<DL	Cs-134	1,2E+08	Cm-244	<DL
Sr-89	1,5E+06	Cs-137	1,3E+08	Uwolnienia łączne (bez trytu)	3,1E+08
Sr-90	3,7E+05	Ba-140	<DL	Tryt (H-3)	5,4E+13
Zr-95	7,5E+06	La-140	<DL		

Tab. 9 Zakładane maksymalne roczne uwolnienia do cieków wodnych z 2 bloków NJZ ETE, wariant mocy 2×1700 MW_e [10].

Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]
Na-24	3,5E+08	Tc-99m	1,3E+08	Cs-137	1,3E+09
P-32	1,3E+07	Ru-103	2,5E+08	Ba-137m	3,4E+07
Cr-51	4,4E+08	Rh-103m	2,3E+08	Ba-140	4,3E+08
Mn-54	3,3E+08	Ru-106	3,5E+09	La-140	5,9E+08
Fe-55	5,7E+08	Rh-106	2,9E+09	Ce-141	2,1E+07
Fe-59	1,7E+08	Ag-110m	1,3E+08	Ce-143	3,7E+07
Co-58	7,3E+08	Ag-110	5,3E+06	Pr-143	5,8E+06
Co-60	1,0E+09	Sb-124	3,2E+07	Ce-144	4,1E+08
Ni-63	1,3E+08	Te-129m	5,8E+06	Pr-144	1,3E+08
Zn-65	1,6E+07	Te-129	2,3E+07	W-187	2,6E+07
Rb-88	2,1E+09	Te-131m	1,9E+07	Np-239	3,9E+07
Sr-89	1,1E+07	Te-131	5,6E+06	Inne łącznie	8,9E+05
Sr-90	1,3E+06	I-131	1,5E+08	Uwolnienia łączne (bez trytu)	1,9E+10
Sr-91	5,0E+06	Te-132	3,5E+07	Tryt (H-3)	1,2E+14
Y-91m	3,3E+06	I-132	2,3E+07		
Y-91	6,7E+06	I-133	6,0E+07		
Y-93	2,1E+07	I-134	6,6E+06		
Zr-95	9,6E+07	Cs-134	8,9E+08		
Nb-95	1,5E+08	I-135	5,8E+07		
Mo-99	1,3E+08	Cs-136	1,6E+09		

Tab. 10 Maksymalne obwiedniowe roczne uwolnienia eksploatacyjne z SMR ETE do cieków wodnych, 1× do 500 MW_e.

Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]	Radionuklid	Aktywność [Bq/rok]
H-3	5.00E+12	Kr-85	3.56E+01	Xe-131m	1.31E+07
C-14anorg	1.39E+03	Sr-89	2.33E+02	Xe-133	4.80E+07
Na-24	2.96E+03	Sr-90	2.11E+01	Xe-133m	2.81E-09
K-42	3.11E+05	Y-91	7.93E+00	Xe-135	9.81E+05
Mn-54	3.04E+02	Nb-94	3.76E+00	Cs-134	6.67E+05
Fe-55	1.68E+03	Nb-95	4.43E+02	Cs-136	7.90E+04
Co-58	7.78E+02	Zr-95	5.20E+02	Cs-137	4.26E+05
Fe-59	6.59E+01	Zr-97	1.57E+01	Ba-140	1.85E+04
Ni-59	4.36E+00	Mo-99	2.70E+01	La-140	7.95E+03
Co-60	1.15E+02	Ru-103	1.12E+04	Ce-141	2.20E+02
Ni-63	5.77E+02	I-131aer	6.79E+02	Ce-143	6.22E+02
Zn-65	4.19E+02	I-133aer	1.62E+02	Pr-143	6.35E+02
Kr-85m	1.56E+07	Te-132	1.17E+03	Ce-144	6.18E+03

Dla SMR ETE założono konserwatywnie, że obwiedniowe uwolnienie C-14 do cieków wodnych następuje w całości w formie nieorganicznej. Dla SMR ETE założono, że obwiedniowe uwolnienie jodu do cieków wodnych następuje w całości w formie aerozolowej.

Dokumentacja EIA [10] nie podaje specyfikacji podziału form jodu i C-14 w uwolnieniach do cieków wodnych.

Według aktualnych raportów z monitoringu ETE1,2 poziomy uwolnień jodu i C-14 do cieków wodnych kształtują się poniżej granicy wykrywalności, w związku z czym nie określa się dla nich również formy.

III. Określenie i ocena oddziaływania radiacyjnego SMR ETE, NJZ ETE i ETE1,2 na potrzeby Dokumentacji EIA SMR ETE

III.1. Oddziaływanie radiacyjne SMR ETE

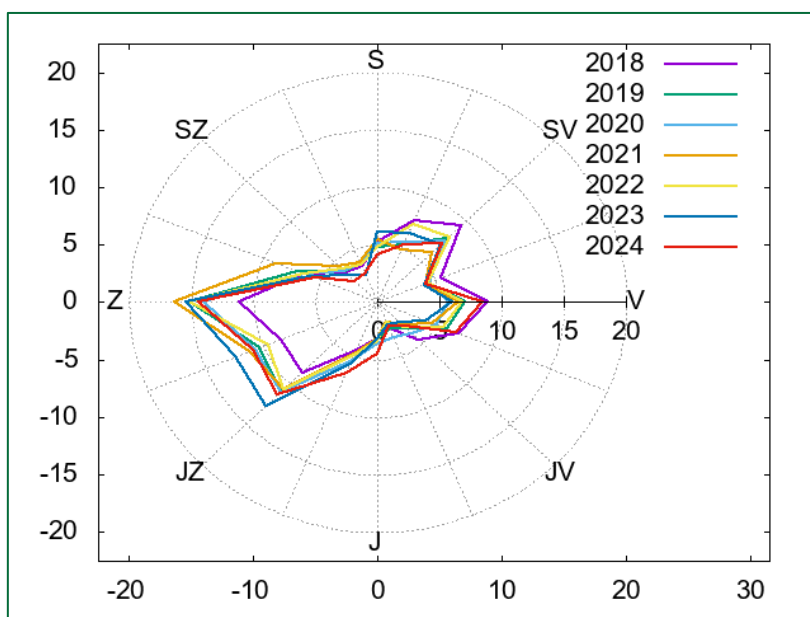
Oddziaływanie radiacyjne SMR ETE poddano analizie w raporcie w ramach przygotowania dokumentacji EIA – Analiza oddziaływania radiacyjnego normalnej eksploatacji SMR ETE [2]. Analiza [2] została sporządzona przy zastosowaniu współczynników konwersji zgodnie z nowelizacją rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U. [13]. W celu porównania określono też wyniki przy zastosowaniu współczynników konwersji zgodnie z pierwotnym brzmieniem rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U. [1]. O ile nie wskazano inaczej, poniżej przedstawiono wyniki dla zaktualizowanego brzmienia rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U. [13].

Obliczenia skutków radiologicznych normalnej eksploatacji SMR ETE zrealizowano za pomocą programu ESTE AI, który umożliwia znalezienie osób reprezentatywnych dla różnych dróg narażenia na promieniowanie, określa indywidualne dawki skuteczne oraz 50-letnie (dorośli) lub 70-letnie (dzieci) obciążenia indywidualną dawką skuteczną, a także określa dawki na przeciętnego mieszkańca i na ich podstawie oblicza dawki zbiorowe.

Program oblicza skutki uwolnień do atmosfery i cieków wodnych, a w przypadku uwolnień do atmosfery umożliwia wprowadzenie uwolnienia i obliczanie rozprzestrzeniania się radionuklidów z różnych punktów w lokalizacji (komin wentylacyjny lub chłodnie kominowe). Procedury metodyczne i algorytmy programu uwzględniają wszystkie potencjalne drogi narażenia na promieniowanie oraz dużą ilość radionuklidów w potencjalnym uwolnieniu. Metodkę i model obliczeniowy opisano szerzej w rozdziale II.2.

W analizie [2] wyniki poddano analizie w formie 6 scenariuszy dla narażenia na promieniowanie z uwolnień do atmosfery oraz w formie 3 scenariuszy dla narażenia na promieniowanie z uwolnień do cieków wodnych.

Na podstawie danych meteorologicznych z lat 2018 - 2024 przeprowadzono analizę kierunku wiatru w wybranej lokalizacji SMR ETE oraz analizę przepływu wody w Wełtawie. Sytuacja pogodowa w wybranym okresie nie ulegała znaczącym zmianom, patrz Obr. 6. Na podstawie danych meteorologicznych jako reprezentatywne wybrano lata 2018, 2023 i 2024, przy czym rok 2018 uznano za **rok suchy** o mniejszym przepływie wody w Wełtawie w przekroju Kořensko, a rok 2023 wybrano jako **rok średni** o długoterminowej średniej rocznej w przekroju Kořensko. Rok 2024 wybrano jako **rok mokry**. Kolejnym przedmiotem badań była analiza wpływu wysokości komina wentylacyjnego (VK) SMR ETE na skutki radiacyjne dla ludności.



Obr. 11 Róża wiatrów dla okresu od 2018 do 2024 roku.

W analizie [2] określono zamieszkane lokalizacje w okolicach SMR ETE, w których wartości dawki skutecznej na osobę reprezentatywną były najwyższe. Z punktu widzenia uwolnień atmosferycznych zidentyfikowano w ten sposób 3 lokalizacje – Kočín, Litoradlice i Zvěrkovice. W odniesieniu do uwolnień ciekłych była to lokalizacja Neznašov, obejmująca Újezd i Chaty Pašovice. Określone dawki skuteczne od uwolnień obwodniowych SMR ETE do atmosfery i hydrosfery przedstawiono w Tab. 11 i Tab. 12.

Dla poszczególnych przedmiotowych lokalizacji określono następujące wielkości:

Uwolnienia do atmosfery

- obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skuteczną w wyniku inhalacji dla (danej) kategorii wiekowej (suma dla wszystkich nuklidów) [Sv],
- obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skuteczną w wyniku spożycia dla (danej) kategorii wiekowej (suma dla wszystkich nuklidów) [Sv],
- dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego od depozycji (suma dla wszystkich nuklidów) [Sv],
- dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego od chmury (suma dla wszystkich nuklidów) [Sv],
- atmosfera: łączna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną dla wszystkich uwzględnianych dróg [Sv].

Uwolnienia do hydrosfery

- obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skuteczną ze spożycia (suma dla wszystkich nuklidów) [Sv],
- woda pitna, obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skuteczną ze spożycia dla (danej) kategorii wiekowej (suma dla wszystkich nuklidów) [Sv],
- nawadnianie, pojenie i mięso ryb, obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skuteczną ze spożycia dla (danej) kategorii wiekowej (suma dla wszystkich nuklidów) [Sv],
- dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego podczas pływania [Sv],
- dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego podczas pływania łódką [Sv],
- Dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego podczas przebywania na brzegu [Sv],
- hydrosfera: łączna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami dla danej kategorii wiekowej [Sv].

atmosfera + hydrosfera: Łączna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami dla danej kategorii wiekowej [Sv]:

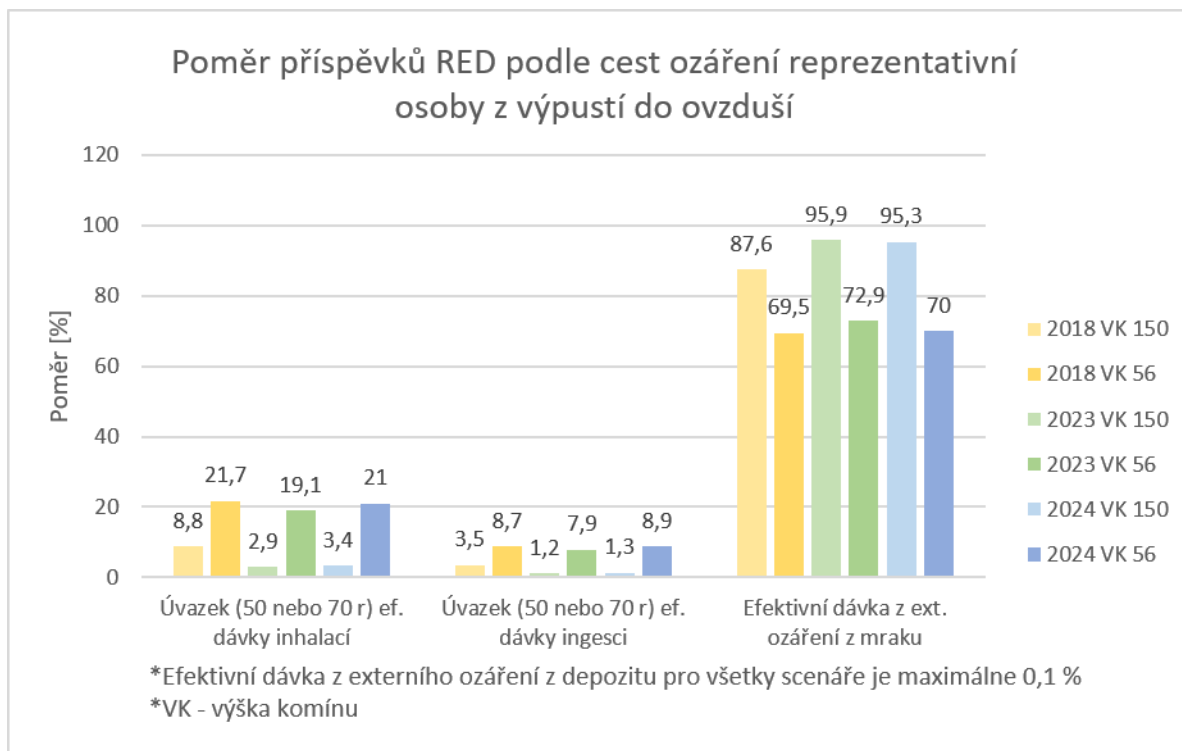
Na podstawie analizy [2] określono 2 grupy wiekowe ludności, na które przypadają maksymalne wartości rocznych dawek skutecznych z uwolnień atmosferycznych, a mianowicie grupy 6–15 lat oraz 16+ lat. Dla uwolnień hydrosferycznych docelowe grupy wiekowe określono jako płód oraz dzieci w wieku 0–5 lat, na które przypadają maksymalne roczne dawki z uwolnień do hydrosfery.

Tab. 11 Sumaryczne wyniki, dawka wraz z obciążeniem na osobę reprezentatywną jako skutek obwodniowych uwolnień z SMR ETE – atmosfera.

Oddziaływanie radiacyjne uwolnień do atmosfery						
Rok	2018		2023		2024	
Wysokość VK [m]	150	56	150	56	150	56
Lokalizacja	Kočín	Kočín	Zvěrkovice	Zvěrkovice	Litoradlice	Zvěrkovice
Grupa wiekowa [Lata]	16+ (6–15)	16+ (6–15)	16+ (6–15)	16+ (6–15)	16+ (6–15)	16+ (6–15)
Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami [Sv/rok]	8,9E-08 (8,8E-08)	1,4E-07 (1,3E-07)	1,04E-07 (1,03E-07)	1,78E-07 (1,73E-07)	9,66E-08 (9,61E-08)	1,57E-07 (1,52E-07)

Uwolnienia atmosferyczne mają według analizy [2] zdefiniowane skutki napromieniowania osoby reprezentatywnej z podziałem na następujące drogi:

- obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skuteczną w wyniku inhalacji,
- obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skuteczną w wyniku spożycia,
- dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego od depozycji,
- dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego od chmury.



Poměr příspěvků RED podle cest ozáření reprezentativní osoby z výpustí do ovzduší	Stosunek wkładów RED (rocznej dawki skutecznej) według dróg narażenia osoby reprezentatywnej na promieniowanie z uwolnień do atmosfery
Poměr [%]	Stosunek [%]
Úvazek (50 nebo 70 r) ef. dávky inhalací	Obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skut. w wyniku inhalacji
Úvazek (50 nebo 70 r) ef. dávky ingesci	Obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skut. w wyniku spożycia
Efektivní dávka z ext. ozáření z mraku	Dawka skuteczna z napromieniowania zewn. od chmury
*Efektivní dávka z externího ozáření z depozitu pro všechny scénáře je maximálně 0,1 %	* Dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego od depozycji dla wszystkich scenariuszy wynosi maksymalnie 0,1%
*VK – výška komínu	*VK – wysokość komina

Obr. 12 Stosunek wkładów rocznej dawki skutecznej według dróg narażenia na promieniowanie z uwolnień do atmosfery.

Na powyższym wykresie przedstawiono stosunek wkładów rocznej dawki skutecznej dla poszczególnych scenariuszy. Z wykresu wynika, że dominującym oddziaływaniem na dawkę skuteczną osoby reprezentatywnej jest napromieniowanie od chmury. Dla wysokości komina 150 m wpływ napromieniowania w wyniku inhalacji i spożycia stanowi maksymalnie 12,3% rocznej dawki skutecznej. Dla scenariuszy z

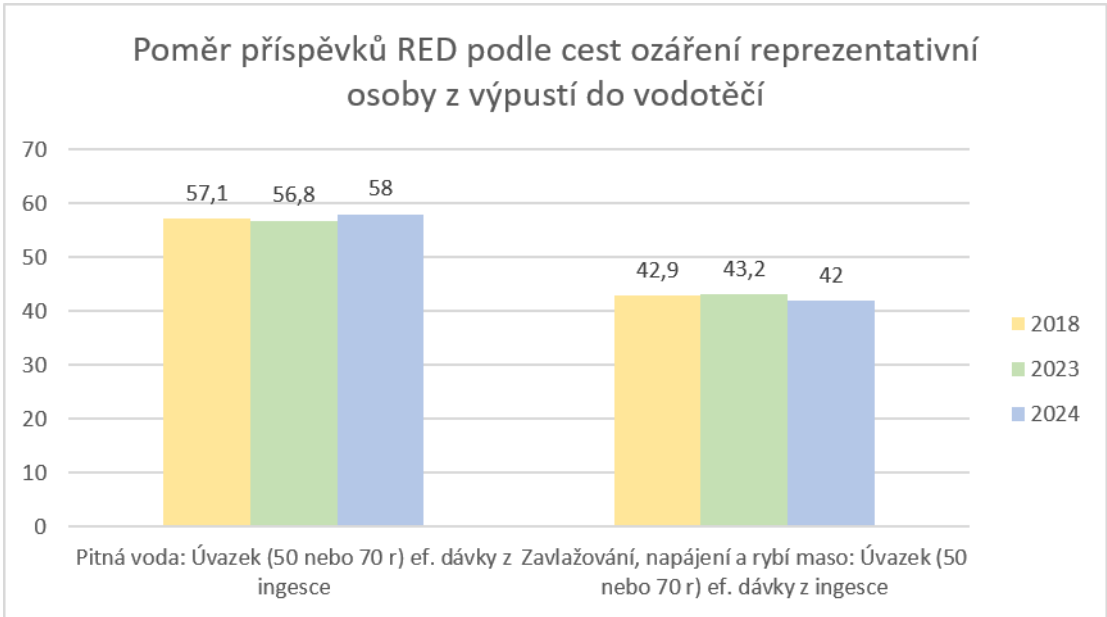
wysokością komina 56 m wkład dawki skutecznej od chmury maleje, a wartości obciążeń w wyniku inhalacji i spożycia rosną do ok. 30%. Dla obu rozważanych wysokości komina oddziaływanie napromieniowania od depozycji radionuklidów jest praktycznie nieistotny.

Tab. 12 Sumaryczne wyniki, dawka wraz z obciążeniem na osobę reprezentatywną jako skutek obwiedniowych uwolnień z SMR ETE – hydrosfera.

Oddziaływanie radiacyjne uwolnień do hydrosfery			
Rok	2018 (suchy)	2023 (średni)	2024 (mokry)
Lokalizacja	Lokalizacja Újezd i Chaty Pašovice		
Grupa wiekowa [Lata]	0–5 (Owoc)	0–5 (Owoc)	0–5 (Owoc)
Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami [Sv/rok]	2,80E-07 (2,05E-07)	1,48E-07 (1,09E-07)	1,31E-07 (9,60E-08)

Zgodnie z analizą, [2] (na podstawie sumy wszystkich radionuklidów), głównymi drogami narażenia na promieniowanie z uwolnień do cieków wodnych są:

- obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skuteczną w wyniku spożycia wody pitnej,
- obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skuteczną w wyniku spożycia z nawadniania (np. warzywa), pojenia (mięso zwierzęce) oraz mięso ryb.



Poměr příspěvků RED podle cest ozáření reprezentativní osoby z výpustí do vodotěčí	Stosunek wkładów RED według dróg narażenia osoby reprezentatywnej na promieniowanie z uwolnień do cieków wodnych
Pitná voda: Úvazek (50 nebo 70 r) ef. dávky z Zavlažování, napájení a rybí maso: Úvazek (50 ingesce nebo 70 r) ef. dávky z ingesce	Woda pitna: Obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skut. z Nawadniania, pojenia i mięsa ryb: Obciążenie (50 lub 70 lat) dawką skut. w wyniku spożycia

Obr. 13 Stosunek wkładów rocznej dawki skutecznej w zależności od dróg narażenia na promieniowanie z uwolnień do cieków wodnych.

Pod względem oddziaływania, dla uwolnień atmosferycznych głównym czynnikiem wpływającym na roczne dawki skuteczne jest wysokość komina wentylacyjnego SMR ETE. Warunki meteorologiczne, różne dla wybranych lat reprezentatywnych 2018, 2023 i 2024, mają według analizy mniejszy wpływ na wynikową wartość rocznej dawki skutecznej niż wysokość komina wentylacyjnego, lecz istotny wpływ (kierunkowy) na określenie osoby reprezentatywnej.

Pod względem uwolnień do hydrosfery, wysokość komina wentylacyjnego nie ma bezpośredniego wpływu, ponieważ przez komin uwolnienia do hydrosfery nie są realizowane, ani nie ma wpływu pośredniego pod względem łącznego napromieniowania, ponieważ w miejscach o najwyższych dawkach z napromieniowania z uwolnień do hydrosfery wpływ napromieniowania z uwolnień atmosferycznych jest praktycznie nieistotny. Istotnym czynnikiem w przypadku uwolnień do hydrosfery jest przepływ wody w rzece Wełtawie (Kořensko). Dla wybranego reprezentatywnego roku suchego 2018 (24,4 m³/s) wartości rocznej dawki skutecznej z uwolnień do hydrosfery są dla osoby reprezentatywnej prawie dwukrotnie wyższe w porównaniu z rokiem 2023 (rok średni pod względem przepływu 47,4 m³/s) i ponad dwukrotnie wyższe w porównaniu z rokiem mokrym 2024 (z przepływem 63,3 m³/s).

III.1.1 Oddziaływanie radiacyjne SMR ETE na komponent biologiczny

Oprócz oddziaływania radiacyjnego SMR ETE na ludność, w ramach przygotowania dokumentacji EIA SMR ETE konieczne jest również ustalenie oddziaływania radiacyjnego SMR ETE na biotę (wolno żyjące zwierzęta lądowe i organizmy wodne, rośliny i drzewa).

Drogi narażenia na promieniowanie wolno żyjących zwierząt lądowych i organizmów wodnych, roślin i drzew zostały opisane w rozdziale II.2.3. Dla lądowych organizmów referencyjnych uwzględniane jest napromieniowanie zewnętrzne od depozycji (opadu) na terenie oraz napromieniowanie wewnętrzne, w szczególności w wyniku spożycia pokarmu lub inhalacji CO₂ i H₂O z powietrza (dla H-3 i C-14). Uwzględnianą referencyjną faunę i florę lądową stanowią jeleni, szczur, kaczka, żaba, pszczoła, dżdżownica, sosna i trawa. Uwzględnianą referencyjną faunę wodną stanowią pstrąg (całe życie w wodzie), kaczka (pół życia w wodzie) i żaba (pół życia w wodzie).

W dokumencie IAEA GSG-10 [3] określono wartości referencyjne dawek dziennych dla wybranych referencyjnych przedstawicieli flory i fauny, które wymieniono w Tab. 13.

Tab. 13 Wartości referencyjne dawek dziennych dla przedstawicieli fauny i flory z dokumentu IAEA GSG-10 [3].

Pochodna wartość referencyjna według IAEA [Gy/dzień]	
Jeleń	od 1E-04 do 1E-03
Szczur	od 1E-04 do 1E-03
Kaczka	od 1E-04 do 1E-03
Żaba	od 1E-03 do 1E-02
Pszczoła	od 1E-02 do 1E-01
Dżdżownica	od 1E-02 do 1E-01
Sosna	od 1E-04 do 1E-03
Trawa	od 1E-03 do 1E-02
Pstrąg	od 1E-03 do 1E-02

W dokumentacji IAEA SSG-10 [3] opisano ogólne podejście do oceny na podstawie wyżej wymienionych wartości referencyjnych, które stanowi, że wyniki oceny są akceptowalne, jeżeli wynikowe dawki dzienne dla referencyjnych przedstawicieli fauny i flory kształtują się na poziomie dolnego przedziału wartości referencyjnych lub są niższe.

Na podstawie analizy oddziaływania radiacyjnego SMR ETE [2] określono maksymalne wartości mocy dawki dla komponentu biologicznego (referencyjnych przedstawicieli fauny i flory) wraz z identyfikacją sektorów o najwyższej dawce dla poszczególnych lat/scenariuszy. Wyniki podsumowano w poniższych tabelach.

Tab. 14 Oddziaływanie rocznych obwiedniowych uwolnień do atmosfery i cieków wodnych SMR ETE w celu porównania z wartościami referencyjnymi, rok suchy 2018 – najwyższe dawki [2].

Referencyjne zwierzę lub roślina (RAP)	Sektor (obręb ewidencyjny)	Moc dawki [Gy/dzień]
Jeleń	Temelín	1,70E-10
Szczur	Temelín	1,70E-10
Kaczka	Chrástany, Všemslice	3,50E-10
Žaba	Chrástany, Všemslice	3,40E-10
Pszczola	Temelín	1,20E-10
Dždžownica	Temelín	1,20E-10
Sosna	Temelín	1,70E-10
Trawa	Temelín	1,50E-10
Pstrąg	Albrechtice nad Vltavou, Chrástany, Všemslice	6,80E-10

Tab. 15 Oddziaływanie rocznych obwiedniowych uwolnień do atmosfery i cieków wodnych SMR ETE w celu porównania z wartościami referencyjnymi, rok średni 2023 – najwyższe dawki [2].

Referencyjne zwierzę lub roślina (RAP)	Sektor (obręb ewidencyjny)	Moc dawki [Gy/dzień]
Jeleń	Temelín, Týn nad Vltavou	1,30E+10
Szczur	Temelín, Týn nad Vltavou	1,30E+10
Kaczka	Chrástany, Všemslice	1,90E-10
Žaba	Chrástany, Všemslice	1,90E-10
Pszczola	Temelín, Týn nad Vltavou	9,80E-11
Dždžownica	Temelín, Týn nad Vltavou	9,80E-11
Sosna	Temelín, Týn nad Vltavou	1,30E+10
Trawa	Temelín, Týn nad Vltavou	1,20E-10
Pstrąg	Albrechtice nad Vltavou, Chrástany, Všemslice	3,50E-10

Tab. 16 Oddziaływanie rocznych obwiedniowych uwolnień do atmosfery i cieków wodnych SMR ETE w celu porównania z wartościami referencyjnymi, rok mokry 2024 – najwyższe dawki [2].

Referencyjne zwierzę lub roślina (RAP)	Sektor (obręb ewidencyjny)	Moc dawki [Gy/dzień]
Jeleń	Temelín	1,50E-10
Szczur	Temelín	1,50E-10
Kaczka	Chrástany, Všemslice	1,80E-10
Žaba	Chrástany, Všemslice	1,80E-10
Pszczola	Temelín	1,10E-10
Dždžownica	Temelín	1,10E-10

Sosna	Temelín	1,50E-10
Trawa	Temelín	1,30E+10
Pstrąg	Albrechtice nad Vltavou, Chrášťany, Všemyslice	3,10E-10

Wartości dawek dziennych dla lądowych i wodnych przedstawicieli fauny i flory z uwolnień SMR ETE kształtują się na poziomie $1\text{E}-10$ Gy, który jest co najmniej o 6 rzędów wielkości niższy niż wartości referencyjne w IAEA GSG-10 [3]. Najwyższe wartości są osiągane w przypadku wystąpienia roku suchego (rok reprezentatywny 2018) dla organizmów wodnych (ryb). Wynika to ze zmniejszenia zdolności rozcieńczania rzeki w latach suchych.

III.2. Oddziaływanie radiacyjne ETE1,2 i NJZ ETE

W ramach dokumentacji EIA NJZ ETE [10] oceniono oddziaływanie 2 bloków elektrowni ETE1,2 i NJZ ETE na ludność i środowisko. NJZ ETE stanowi, z punktu widzenia pierwotnej koncepcji Elektrowni Jądrowej Temelín ($4 \times 1000 \text{ MW}_e$), rozbudowę elektrowni o dwa nowe, nowoczesne bloki.

Oddziaływanie radiacyjne ETE1,2 i NJZ ETE poddano analizie w rozdziale D.I.3.3. Oddziaływanie promieniowania jonizującego raportu Nowe źródło energii jądrowej w lokalizacji Temelín, w tym wyprowadzenie mocy do rozdzielni Kočín, dokumentacja oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko [10]. W dokumencie tym kompleksowo opisano wszystkie istotne aspekty związane z oddziaływaniem planowanego przedsięwzięcia NJZ ETE na środowisko i ludność, w tym oddziaływanie radiacyjne. Oddziaływanie jest oceniane zarówno oddzielnie dla NJZ ETE, jak też w działaniu skumulowanym z eksploatowaną ETE1,2.

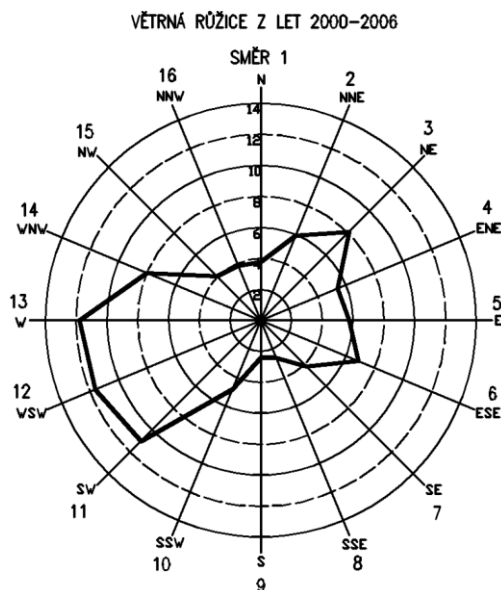
Obliczenia skutków radiologicznych (atmosferycznych) normalnej eksploatacji ETE1,2 (2 bloki) i NJZ ETE ($2 \times 1700 \text{ MW}_e$) dokonano za pomocą programu NORMAL wersji 02, który został w tamtym czasie zatwierdzony do użytku przez komisję oceniającą SÚJB. Obliczenia skutków radiologicznych NJZ ETE i ETE1,2 dokonano z podziałem okolic lokalizacji ETE na 16 stref kierunkowych i 20 stref odległościowych. Program uwzględniał wysokości nad poziomem morza, szorstkość terenu oraz typy powierzchni ziemi, zgodnie z rzeczywistą sytuacją w lokalizacji Temelín. Do obliczenia i określenia przyziemnych aktywności objętościowych, depozycji na powierzchni ziemi oraz mocy depozycji zastosowano konserwatywne założenia [10].

W raporcie [10] oddziaływanie radiacyjne (roczne dawki skuteczne i obciążenia dawką skuteczną) z uwolnień ETE1,2 i NJZ ETE do cieków wodnych (hydrosfery) określono pomocą programu RDETE, który został również (i nadal pozostaje) zatwierdzony do użycia przez komisję oceniającą SÚJB. Program obejmuje rozprzestrzenianie się substancji promieniotwórczych i ich produktów pochodnych w środowisku wodnym, szacowanie oddziaływania kąpieli w skażonej wodzie, pływania łódką, przebywania na osadach rzecznych, przebywania na glebie nawadnianej, spożycia wody pitnej, spożycia ryb żyjących w skażonej wodzie, spożycia mięsa i mleka zwierząt pojoyonych skażoną wodą oraz spożycia produktów rolnych nawadnianych skażoną wodą. Drogi narażenia uwzględniono dla wszystkich grup wiekowych.

W raporcie [10] roczne dawki skuteczne określono jako sumę rocznej dawki od chmury, rocznej dawki od depozycji w danym roku, obciążenia dawką skuteczną w wyniku inhalacji i spożycia oraz obciążenia dawką skuteczną w wyniku inhalacji po resuspensji.

III.2.1 Oddziaływanie uwolnień promieniotwórczych ETE1,2 i NJZ ETE do atmosfery

W analizie oddziaływania radiologicznego NJZ ETE i ETE1,2 określono wartości rocznych dawek dla ludności, przy czym maksymalna roczna dawka została określona dla kierunku 3 na Obr. 14, który stanowi północny wschód. W raporcie [10] wartości liczbowe podano dla tego kierunku jako najbardziej niekorzystnego.

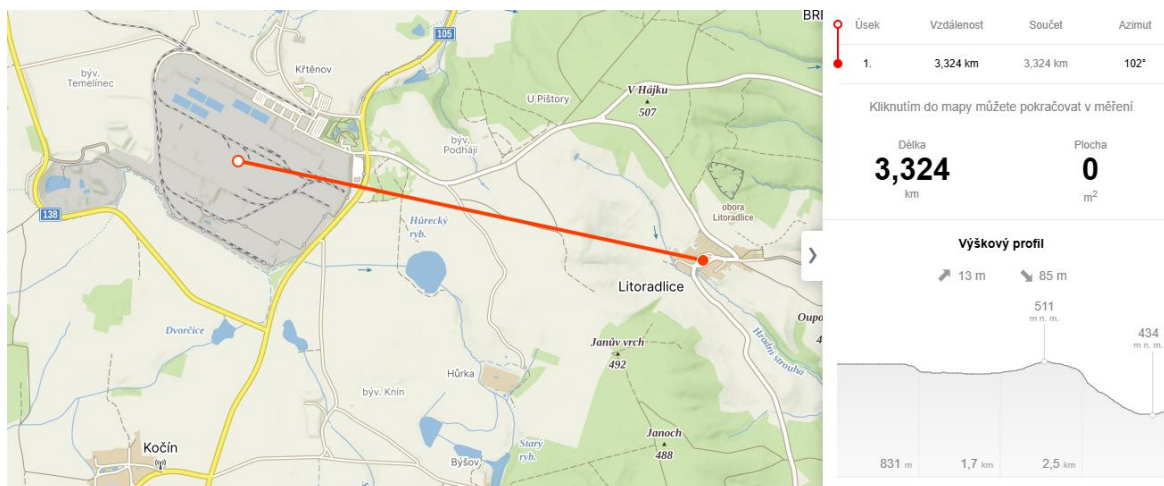


Obr. 14 Róža wiatrów z zaznaczonymi sektorami i stronami świata [10].

W raporcie [10] wartości łącznej dawki skutecznej i obciążeń dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia ludności na promieniowanie podano oddzielnie dla NJZ ETE (2 bloki 1200/1700 MW_e) oraz ETE1,2 (2 bloki). Obliczone wartości łącznej dawki skutecznej i obciążeń dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia ludności podzielono na 6 kategorii wiekowych:

- dzieci 0–1 rok,
- dzieci 1–2 lata,
- dzieci 2–7 lat,
- dzieci 7–12 lat,
- dzieci 12–17 lat,
- dorośli.

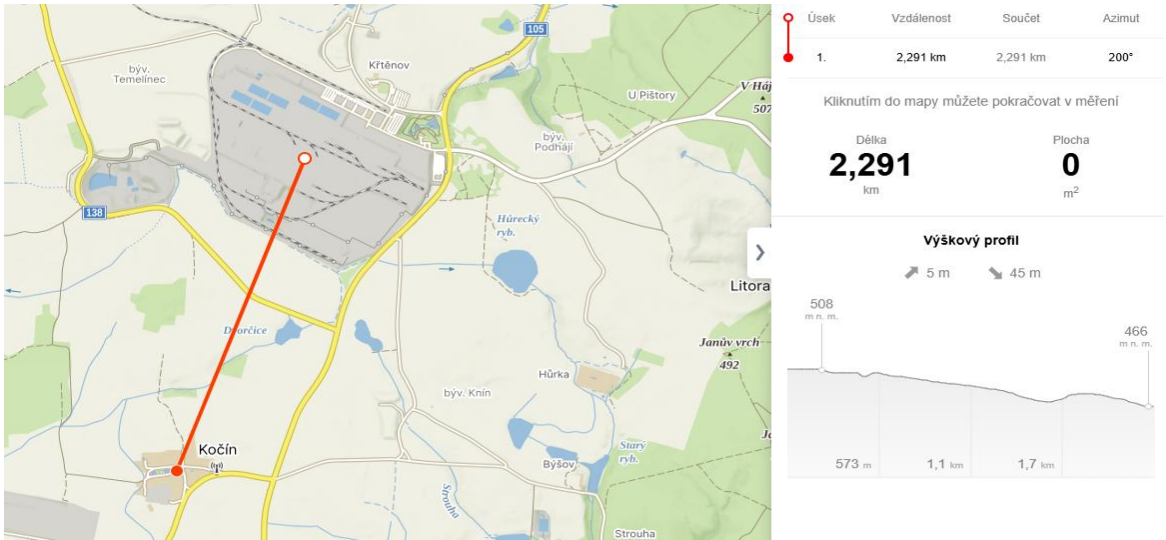
Biorąc pod uwagę odległość lokalizacji określonych w analizie oddziaływania radiacyjnego normalnej eksploatacji SMR ETE [2] od lokalizacji Kočín, Zvěrkovice i Litoradlice pod kątem uwolnień atmosferycznych, rozpatrywana odległość wynosi 2333 m i 3333 m od ETE1,2, patrz Tab. 17 i Tab. 18.



Úsek	Odcinek
Vzdálenost	Odległość
Součet	Suma
Azimuth	Azymut

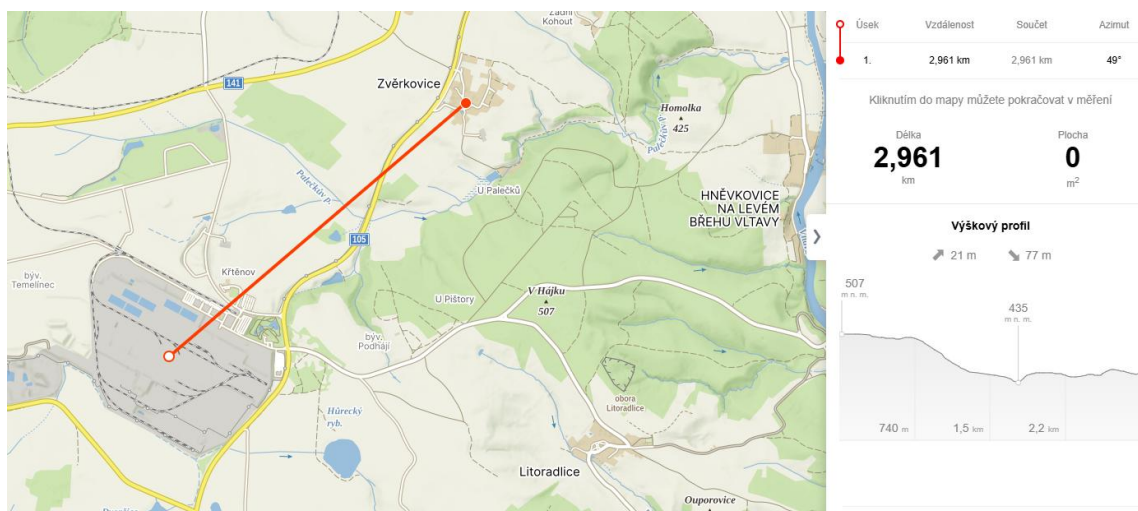
Klepnutím do mapy můžete pokračovat v měření	Klikając mapę, możesz kontynuować pomiar
Délka	Długość
Výškový profil	Profil wysokościowy
Plocha	Powierzchnia

Obr. 15 Lokalizacja ETE1,2 z odległością od miejscowości Litoradlice.



Úsek	Odcinek
Vzdálenost	Odległość
Součet	Suma
Klepnutím do mapy můžete pokračovat v měření	Klikając mapę, możesz kontynuować pomiar
Délka	Długość
Výškový profil	Profil wysokościowy
Plocha	Powierzchnia

Obr. 16 Lokalizacja ETE1,2 z odległością od miejscowości Kočín.



Úsek	Odcinek
Vzdálenost	Odległość
Součet	Suma
Klepnutím do mapy můžete pokračovat v měření	Klikając mapę, możesz kontynuować pomiar
Délka	Długość
Výškový profil	Profil wysokościowy
Plocha	Powierzchnia

Obr. 17 Lokalizace ETE1,2 z odległością od miejscowości Zvěrkovice.

W poniższych tabelach podano maksymalne roczne dawki skuteczne oraz obciążenia dawkami skutecznymi z uvolnění do atmosféry dla ETE1,2 i NJZ ETE (2× 1700 MW_e). Kolorem niebieskim zaznaczono wybrane rozpatrywane odległości od lokalizacji, w których znajduje się osoba reprezentatywna, na którą oddziałują te uvolnění. Najbliższe wymienione strefy nie są zamieszkałe na stałe.

Na podstawie wydania nowelizacji rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U. [13] w raporcie [2] określono wartości rocznej dawki skutecznej i obciążenia dawką skuteczną z uvolnění atmosferycznych z SMR ETE dla wszystkich grup wiekowych. Biorąc pod uwagę, że wartości te kształtują się dla uvolnění atmosferycznych na niższym poziomie niż według pierwotnego brzmienia rozporządzenia [1], przy analizie efektów skumulowanych [16] dla wkładów od ETE1,2 i NJZ ETE konserwatywnie nie zmieniono wartości dawek z uvolnění do atmosféry dla ETE1,2 i NJZ ETE w stosunku do tego, jak zostały one zastosowane w Dokumentacji EIA dla NJZ ETE [10]. Zachowano zatem wyższe wartości. Gdyby zastosowano współczynnik proporcjonalności rocznych dawek do wartości rocznych indywidualnych dawek skutecznych od ETE1,2 i NJZ ETE według nowelizacji rozporządzenia [13], wartości te byłyby niższe, maksymalnie jednak rzędu do 10%. Jednocześnie należy też wskazać, że dawki określone z uvolnění do atmosféry dla ETE1,2 zostały w Dokumentacji EIA dla NJZ ETE [10] określone bardzo konserwatywnie na poziomie rzędu 1E-07 Sv/rok, podczas gdy realnie określane maksymalne dawki z ETE1,2 z uvolnění do atmosféry według rocznych raportów z monitoringu Laboratorium Kontroli Radiacyjnej Otoczenia (LRKO) ETE są ok. 5 do 10 razy niższe. Fakt ten dodatkowo potwierdza konserwatywne podejście polegające na zastosowaniu pierwotnych wartości z Dokumentacji EIA dla NJZ ETE.

Tab. 17 ETE1,2 – Najwyższa roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia poszczególnych kategorii wiekowych, określone na podstawie maksymalnych eksploatacyjnych wartości pomiarów uwolnień do atmosfery².

Odległość	Łączna roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami					
	Dzieci 0–1 rok	Dzieci 1–2 lat	Dzieci 2–7 lat	Dzieci 7–12 lat	Dzieci 12–17 lat	Dorośli
[m]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]
667	3,75E-07	6,41E-07	4,56E-07	4,27E-07	3,89E-07	3,85E-07
1333	2,16E-07	4,21E-07	2,77E-07	2,55E-07	2,27E-07	2,24E-07
2333	1,61E-07	3,19E-07	2,08E-07	1,91E-07	1,69E-07	1,67E-07
3333	1,14E-07	2,29E-07	1,48E-07	1,36E-07	1,20E-07	1,18E-07
4333	8,75E-08	1,80E-07	1,15E-07	1,05E-07	9,22E-08	9,10E-08
5333	7,12E-08	1,45E-07	9,30E-08	8,54E-08	7,50E-08	7,42E-08
6333	6,09E-08	1,25E-07	7,98E-08	7,32E-08	6,41E-08	6,34E-08
7333	5,35E-08	1,10E-07	7,03E-08	6,44E-08	5,64E-08	5,58E-08
8667	4,65E-08	9,63E-08	6,11E-08	5,60E-08	4,90E-08	4,84E-08
10667	3,92E-08	8,26E-08	5,22E-08	4,75E-08	4,14E-08	4,08E-08
12667	3,37E-08	7,02E-08	4,43E-08	4,07E-08	3,55E-08	3,51E-08
14667	2,97E-08	6,29E-08	3,96E-08	3,61E-08	3,14E-08	3,10E-08
17333	2,56E-08	5,44E-08	3,42E-08	3,11E-08	2,71E-08	2,67E-08
21667	2,67E-08	5,64E-08	3,54E-08	3,24E-08	2,82E-08	2,79E-08

Tab. 18 NJZ ETE (2 × 1700 MW_e) – Roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia poszczególnych kategorii wiekowych z bloków, określone na podstawie obwiedniowych projektowych wartości uwolnień do atmosfery dla NJZ ETE (2 × 1700 MW_e).

Odległość	Łączna roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami					
	Dzieci 0–1 rok	Dzieci 1–2 lat	Dzieci 2–7 lat	Dzieci 7–12 lat	Dzieci 12–17 lat	Dorośli
[m]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]
667	4,29E-06	4,62E-06	4,40E-06	4,35E-06	4,32E-06	4,32E-06
1333	1,35E-06	1,61E-06	1,44E-06	1,40E-06	1,37E-06	1,38E-06
2333	8,43E-07	1,03E-06	9,03E-07	8,75E-07	8,57E-07	8,59E-07
3333	5,17E-07	6,56E-07	5,62E-07	5,41E-07	5,28E-07	5,29E-07
4333	3,63E-07	4,76E-07	4,00E-07	3,82E-07	3,71E-07	3,71E-07
5333	2,74E-07	3,61E-07	3,01E-07	2,88E-07	2,80E-07	2,81E-07

² Za okres do momentu sporządzenia dokumentacji EIA dla NJZ ETE [10]. Uwolnienia eksploatacyjne w późniejszym okresie nie różnią się jednak znacząco, a zastosowane wartości pozostają aktualne przez długi okres.

Odległość	Łączna roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami					
	Dzieci 0–1 rok	Dzieci 1–2 lat	Dzieci 2–7 lat	Dzieci 7–12 lat	Dzieci 12–17 lat	Dorośli
6333	2,19E-07	2,95E-07	2,43E-07	2,31E-07	2,24E-07	2,25E-07
7333	1,81E-07	2,48E-07	2,02E-07	1,92E-07	1,86E-07	1,87E-07
8667	1,47E-07	2,06E-07	1,65E-07	1,57E-07	1,51E-07	1,52E-07
10667	1,14E-07	1,67E-07	1,31E-07	1,23E-07	1,18E-07	1,18E-07
12667	9,18E-08	1,34E-07	1,05E-07	9,89E-08	9,49E-08	9,54E-08
14667	7,73E-08	1,17E-07	9,01E-08	8,41E-08	8,03E-08	8,05E-08
17333	6,33E-08	9,82E-08	7,45E-08	6,92E-08	6,59E-08	6,60E-08
21667	5,71E-08	9,18E-08	6,79E-08	6,29E-08	5,97E-08	6,01E-08

Tab. 19 Suma rocznych dawek skutecznych i obciążeń dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia poszczególnych kategorii wiekowych z roku eksploatacji bloków ETE1,2 i NJZ ETE (2× 1700 MW_e) dla wybranych, rozpatrywanych odległości z uwalnień do atmosfery.

Odległość	Łączna roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami					
	Dzieci 0–1 rok	Dzieci 1–2 lat	Dzieci 2–7 lat	Dzieci 7–12 lat	Dzieci 12–17 lat	Dorośli
[m]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]
2333	1,00E-06	1,35E-06	1,11E-06	1,07E-06	1,03E-06	1,03E-06
3333	6,31E-07	8,85E-07	7,10E-07	6,77E-07	6,48E-07	6,47E-07

Zgodnie z planowanym przedsięwzięciem NJZ ETE 2, nowe bloki mają być zlokalizowane na północny zachód od dotychczasowego terenu zakładu ETE1,2. Fakt ten przesunął odległość miejscowości Litoradlice od NJZ ETE na odległość 4,3 km, przy czym na potrzeby dalszej analizy konserwatywnie nadal uwzględniana jest odległość 3,3 km.

Po nowelizacji rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U. [1] rozporządzeniem nr 13/2026 Dz.U. [13] nowo określone wartości rocznych dawek skutecznych i obciążeń dawką skuteczną z uwalnień ETE1,2 i NJZ ETE do atmosfery, przy zastosowaniu takiego samego podejścia jak w dokumentacji EIA NJZ ETE [10], byłyby niższe, co najwyżej takie same. Dlatego na potrzeby oceny wspólnego oddziaływania radiacyjnego w dokumentacji EIA dla SMR ETE pozostawiono, jako efekt współdziałający, wartości dawek z uwalnień do atmosfery ETE1,2 i NJZ ETE według raportu [10], a więc bez uwzględniania efektu redukcyjnego przy zastosowaniu nowych współczynników konwersji.

III.2.2 Oddziaływanie uwalnień promieniotwórczych ETE1,2 i NJZ ETE do hydrosfery

Informacje dotyczące zakładanych uwalnień z ETE1,2 i NJZ ETE do hydrosfery (cieków wodnych) zawarte są w raporcie [10]. Objętość uwalnianych wód aktywnych ETE1,2 rozcieńczana jest za pomocą wszelkiej ilości nieaktywnych ścieków z elektrowni ETE1,2, przede wszystkim odsolin z chłodni kominowych, a następnie wody odprowadzane są do odbiornika (Wełtawa, przekrój Kořensko). Średni przepływ Wełtawy w przekroju ujścia ścieków z ETE1,2 i planowanego NJZ ETE uwzględniono w dokumentacji EIA dla NJZ ETE na poziomie 50 m³/s.

Wartości z raportu [10] zostały w poniższej tabeli skorygowane o współczynnik proporcjonalności wzrostu rocznych dawek skutecznych dla poszczególnych grup wiekowych na podstawie zmiany wynikającej z rozporządzenia nr 13/2026 Dz.U. [13], jako nowelizacji rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U. [1]. Ponieważ wartości rocznych dawek skutecznych dla ETE1,2 i NJZ ETE po aktualizacji rozporządzenia nr 13/2026 Dz.U. nie są bezpośrednio znane, współczynniki proporcjonalności rocznych dawek skutecznych określono na podstawie danych dla SMR ETE, w oparciu o aktualizację raportu Analiza oddziaływania normalnej

eksploatacji SMR ETE [2] oraz porównanie wyników przed i po zastosowaniu nowych współczynników konwersji. Wartości rocznych indywidualnych dawek i obciążeń z uwolnień ciekłych SMR ETE są przy zastosowaniu współczynników konwersji według nowelizacji rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U. [13] wyższe niż przy zastosowaniu współczynników konwersji według pierwotnego brzmienia rozporządzenia [1], dlatego też konserwatywnie zastosowano współczynnik proporcjonalności wzrostu również do wartości indywidualnych dawek i obciążeń z uwolnień ETE1,2 i NJZ ETE zgodnie z Tab. 20.

Tab. 20 Współczynniki proporcjonalności rocznej dawki skutecznej i obciążenia dawką skuteczną dla roku średniego na podstawie danych SMR ETE dla hydrosfery.

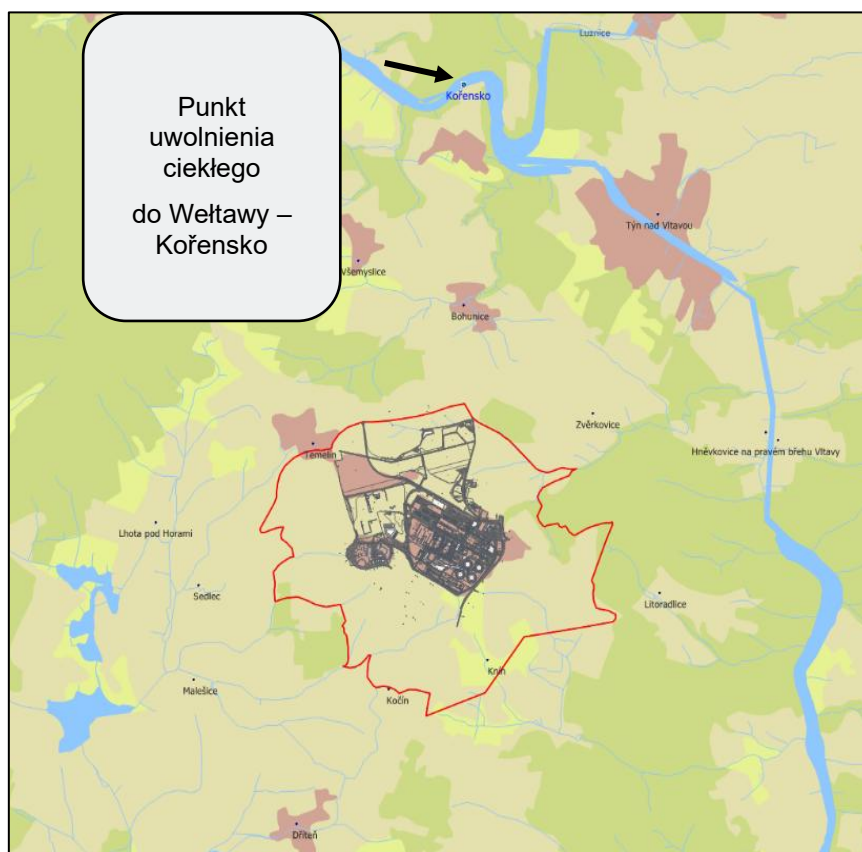
Grupa wiekowa [lata]	Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami uwolnień do hydrosfery [Sv/rok] Po aktualizacji rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U.	Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami uwolnień do hydrosfery [Sv/rok] Przed aktualizacją rozporządzenia nr 422/2016 Dz.U..	Współczynnik proporcjonalny rocznej dawki skutecznej i obciążenia dawką skuteczną dla roku średniego [-]
owoc	1,09E-07	1,10E-07	1
0–5	1.48E-07	9,90E-08	1,49
6–15	8,90E-08	7,60E-08	1,17
16+	8,70E-08	8,30E-08	1,05

Współczynnik proporcjonalności wzrostu został konserwatywnie zastosowany do wartości ETE1,2 i NJZ ETE z raportu [10]. W przypadku nałożenia się kilku grup uwzględniono wyższy współczynnik proporcjonalności. Dla grup wiekowych 0–1 rok, 1–2 lata, 2–7 lat zastosowano współczynnik SMR ETE dla grupy 0–5 lat. W przypadku grup 7–12 lat i 12–16 lat zastosowano współczynnik SMR ETE dla grupy 6–15 lat, a dla dorosłych zastosowano współczynnik SMR z grupy wiekowej 16+.

Tab. 21 Roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami w wyniku korzystania z wód od uwolnień do hydrosfery ETE1,2 i NJZ ETE z zastosowaniem współczynnika wzrostu.

Grupa wiekowa [lata]	Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami od uwolnień eksploatacyjnych do hydrosfery 2 bloków ETE1,2 ($2 \times 1000 \text{ MW}_e$) [Sv/rok]	Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami z wartości projektowych uwolnień do hydrosfery 2 bloków NJZ ETE ($2 \times 1700 \text{ MW}_e$) [Sv/rok]	Suma łącznej rocznej dawki skutecznej i obciążeń dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami od uwolnień do hydrosfery ETE1,2 ($2 \times 1000 \text{ MW}_e$) i NJZ ETE ($2 \times 1700 \text{ MW}_e$) [Sv/rok]
0–1	1,03E-06	2,71E-06	3,74E-06
1–2	8,17E-07	2,24E-06	3,05E-06
2–7	9,30E-07	2,49E-06	3,42E-06
7–12	5,71E-07	1,59E-06	2,16E-06
12–17	4,66E-07	1,38E-06	1,85E-06
Dorośli	6,03E-07	1,84E-06	2,45E-06

Uwolnienia z ETE1,2 są wyprowadzone do Wełtawy w lokalizacji Kořensko. Planowane NJZ ETE oraz SMR ETE zaprojektowano do odprowadzania wszystkich wodnych uwolnień również do Wełtawy, w tym samym przekroju Kořensko.



Obr. 18 Wyprowadzenie ścieków do Wełtawy.

IV. Analiza wspólnego oddziaływania radiacyjnego ETE1,2, NJZ ETE, SVJP ETE i SMR ETE

Podczas oceny wspólnego oddziaływania ETE1,2, przechowalnika wypalonego paliwa jądrowego ETE1,2 (SVJP ETE), z uwzględnieniem jego planowanej przyszłej rozbudowy oraz planowanych przedsięwzięć NJZ ETE i SMR ETE, najpierw określono obszar rozpatrywany dla uwolnień do atmosfery, który obejmuje miejscowości, Zvěrkovice i Litoradlice.

Ocenę skumulowaną przeprowadzono dla przypadku obwiedniowego NJZ ETE $2 \times 1700 \text{ MW}_e$, którego skutki łącznie przewyższają wariant mocy $2 \times 1200 \text{ MW}_e$. W odniesieniu do danych dotyczących dawek skutecznych z ETE1,2 i NJZ ETE zastosowano konserwatywną wartość dla odległości 2333 i 3333 m dla uwolnień do atmosfery. Dla hydrosfery wybrano lokalizację Neznašov, obejmującą Újezd i Chaty Pašovice. Oceny skumulowanej dokonano w raporcie wejściowym [16].

Dane reprezentatywne dotyczące maksymalnych rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych ETE1,2 i NJZ ETE określono w kierunku północny wschód. Uwolnienia do hydrosfery z wszystkich ocenianych elektrowni są wyprowadzone do Węławy – przekrój Kořensko. W ramach wybranego obszaru rozpatrywanego dla uwolnień atmosferycznych miejscowość Kočín znajduje się na południowy południowy zachód od ETE1,2, Litoradlice znajdują się na wschód-południowy wschód od ETE1,2, a Zvěrkovice znajdują się na północny wschód od ETE1,2. Biorąc pod uwagę lokalizację miejscowości, realne wkłady rocznych dawek skutecznych od ETE1,2 i NJZ ETE w tych lokalizacjach będą mniejsze (dla miejscowości Zvěrkovice co najwyżej takie same) niż konserwatywnie dobrane dane dla kierunku północno-wschodniego w Dokumentacji EIA dla NJZ ETE [1].

W analizie oddziaływania radiacyjnego SMR ETE uwzględniono kilka parametrów – rok suchy, średni i mokry oraz wysokość komina wentylacyjnego 150 m i 56 m [2].

Oddziaływanie SVJP ETE charakteryzuje się mocami przestrzennego równoważnika dawki w wolnej przestrzeni zgodnie z raportem [14]. SVJP ETE nie wytwarza podczas normalnej eksploatacji żadnych uwolnień, dlatego jego oddziaływanie nie jest uwzględniane podczas oceny spełnienia ogranicznika dawkowego. Jest tu jednak podany w celu informacyjnego ustalenia łącznego maksymalnego oddziaływania radiacyjnego lokalizacji ETE.

Podczas określania oddziaływania poszczególnych obiektów jądrowych wybrano różne kategorie wiekowe osób reprezentatywnych, w sposób odpowiadający wówczas obowiązującym oraz aktualnie obowiązującym przepisom prawnym. Dlatego podczas porównywania wartości obserwowano nakładanie się danych grup wiekowych i konserwatywnie wybrano najwyższą wartość rocznej dawki skutecznej od uwolnień ETE1,2 i NJZ ETE. Następnie określono wkład SMR ETE oraz wkład ETE1,2 i NJZ ETE w tej samej lokalizacji, wzgl. w odległości z ustalonym maksymalnym wkładem SMR ETE. Na potrzeby oceny skumulowanego oddziaływania SMR ETE, suma wartości rocznej dawki skutecznej od ETE1,2 i NJZ ETE jest traktowana jako wkład tła w napromieniowanie ludności.

IV.1. Wkłady rocznych dawek skutecznych i obciążeń dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia osoby reprezentatywnej od uwolnień atmosferycznych

Wkłady rocznej dawki skutecznej i obciążeń dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia od uwolnień atmosferycznych SMR ETE są znacznie niższe niż wkłady z ETE1,2 i NJZ ETE dla wszystkich rozpatrywanych scenariuszy (łącznie 6 scenariuszy dla uwolnień do atmosfery, oznaczonych dalej od 1A do 6A).

Na podstawie analizy danych wybrano rok średni 2023 z kominem wentylacyjnym o wysokości 56 m jako najbardziej konserwatywny pod względem wysokości oraz rocznej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej od SMR ETE. Dominujący wpływ na określenie miejsca osoby reprezentatywnej ma pogoda (róża wiatrów).

IV.1.1 Scenariusz 1A – rok suchy (2018), wysokość komina SMR ETE 150 m

Rozpatrywany obszar Kočín:

Tab. 22 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 1A.

Uwolnienia atmosferyczne	SMR ETE	ETE1,2 + NJZ ETE
Równoważna odległość [m]	Kočín	2333
Grupa wiekowa [lata]	16+ (0–5)	1–2
Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami [Sv/rok]	8,9E-08 (8,50E-08)	1,35E-06

IV.1.2 Scenariusz 2A – rok suchy (2018), wysokość komina SMR ETE 56 m

Rozpatrywany obszar Kočín:

Tab. 23 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 2A.

Uwolnienia atmosferyczne	SMR ETE	ETE1,2 + NJZ ETE
Równoważna odległość [m]	Kočín	2333
Grupa wiekowa [lata]	16+ (0–5)	1–2
Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami [Sv/rok]	1,40E-07 (1,30E-07)	1,35E-06

IV.1.3 Scenariusz 3A – rok średni (2023), wysokość komina SMR ETE 150 m

Rozpatrywany obszar Zvěrkovice:

Tab. 24 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 3A.

Uwolnienia atmosferyczne	SMR ETE	ETE1,2 + NJZ ETE
Równoważna odległość [m]	Zvěrkovice	3333
Grupa wiekowa [lata]	16+ (0–5)	1–2
Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami [Sv/rok]	1,04E-07 (1,02E-07)	8,85E-07

IV.1.4 Scenariusz 4A – rok średni (2023), wysokość komina SMR ETE 56 m

Rozpatrywany obszar Zvěrkovice:

Tab. 25 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 4A.

Uwolnienia atmosferyczne	SMR ETE	ETE1,2 + NJZ ETE
Równoważna odległość [m]	Zvěrkovice	3333
Grupa wiekowa [lata]	16+ (0–5)	1–2
Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami [Sv/rok]	1,78E-07 (1,60E-07)	8,85E-07

IV.1.5 Scenariusz 5A – rok mokry (2024), wysokość komina SMR ETE 150 m

Rozpatrywany obszar Litoradlice.

Tab. 26 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 5A.

Uwolnienia atmosferyczne	SMR ETE	ETE1,2 + NJZ ETE
Równoważna odległość [m]	Litoradlice	3333
Grupa wiekowa [lata]	16+ (0–5)	1–2
Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami [Sv/rok]	9,66E-08 (9,40E-08)	8,85E-07

IV.1.6 Scenariusz 6A – rok mokry (2024), wysokość komina SMR ETE 56 m

Rozpatrywany obszar Zvěrkovice:

Tab. 27 Porównanie rocznych dawek skutecznych od uwolnień atmosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE – scenariusz 6A.

Uwolnienia atmosferyczne	SMR ETE	ETE1,2 + NJZ ETE
Równoważna odległość [m]	Zvěrkovice	3333
Grupa wiekowa [lata]	16+ (0–5)	1–2
Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami [Sv/rok]	1,57E-07 (1,40E-07)	8,85E-07

Łączne roczne dawki skuteczne i obciążenia dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia na promieniowanie od uwolnień atmosferycznych SMR ETE są we wszystkich przypadkach znacznie niższe niż narażenie na promieniowanie spowodowane uwolnieniami z ETE1,2 + NJZ ETE.

Istotny wpływ ma róża wiatrów oraz odległość lokalizacji reprezentatywnej od ETE1,2 i NJZ ETE. W roku suchym 2018 jako miejsce zamieszkania osoby reprezentatywnej określono miejscowość Kočín, która jest oddalona o około 2,3 km od ETE1,2 (w innych latach lokalizacja oddalona o 3,3 km). Dlatego w tym roku dawki skuteczne (rozpatrywane konserwatywnie) od ETE1,2 i NJZ ETE są najwyższe. Reprezentatywna grupa wiekowa jest również określana na podstawie przeważającego oddziaływania ETE1,2 i NJZ ETE na 0–5 lat.

Dla uwzględnianej wysokości komina wentylacyjnego SMR ETE 56 m maksymalny udział rocznej dawki skutecznej osoby reprezentatywnej od uwolnień atmosferycznych z całej lokalizacji ETE wynosi maksymalnie 18%. Dla wysokości komina wentylacyjnego 150 m udział wynosi maksymalnie 11%.

Pod względem łącznej rocznej dawki skutecznej od uwolnień atmosferycznych wszystkich obiektów jądrowych w lokalizacji ETE, wartości są najwyższe dla roku suchego reprezentowanego przez rok 2018 w lokalizacji Kočín, co jest jednak spowodowane wkładami dawek od ETE1,2 i NJZ ETE, a nie SMR ETE (patrz scenariusz 2A). Najwyższe wkłady do dawki od uwolnień atmosferycznych SMR ETE stwierdzono w lokalizacji Zvěrkovice dla roku średniego (2023) i wysokości komina SMR ETE 56 m (patrz scenariusz 4A).

Radionuklidy o istotnym udziale z uwolnień SMR ETE określono na podstawie analizy oddziaływania radiacyjnego normalnej eksploatacji SMR ETE [2]. W procesie ustalania radionuklidów o działaniu pierwotnym określono pierwotne i wtórne radionuklidy wnoszące największy wkład do rocznych dawek skutecznych dla osoby reprezentatywnej.

Za radionuklid pierwotny uważa się wszystkie radionuklidy, których wkład do rocznej dawki skutecznej wynosi co najmniej 2%.

Tab. 28 Pierwotne i wtórne radionuklidy o istotnym wkładzie do rocznej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej od SMR ETE (Atmosfera).

Wysokość komina (m)	150	56
Pierwotne radionuklidy o istotnym wkładzie do rocznej dawki skutecznej od uwolnień do atmosfery	Ar-41 (77,79%), Xe-138 (6,15%), Kr-88 (3,27%), Kr-85 (2,98%), Xe-135 (2,21%)	Ar-41 (67,5%), C-14 (12,58%), H-3 (5,34%), Xe-138 (4,48%), Kr-88 (2,64%), Kr-85 (2,39%)
Wtórne radionuklidy o istotnym udziale w rocznej dawce skutecznej od uwolnień do atmosfery	Xe-135m, C-14, H-3, Kr-87, Kr-85m, Xe-133m, I-131gas, I-131aer	Xe-135, Xe-135m, I-131gas, Kr-87, I-131aer, Kr-85m, Xe133, Xe-133m, Co-60

W przypadku ETE1,2 i NJZ ETE pierwotnymi drogami narażenia na promieniowanie są obciążenie dawką skuteczną w wyniku spożycia oraz dawka skuteczna od chmury [10].

Pod względem wkładu SMR ETE istotnym parametrem dla uwzględnianych dróg narażenia na promieniowanie jest wysokość komina wentylacyjnego. W scenariuszu z wysokością VK = 150 m pierwotnym źródłem narażenia na promieniowanie osoby reprezentatywnej jest roczna dawka skuteczna od chmury (>96%). W scenariuszu z wysokością VK = 56 m pierwotnym źródłem jest też dawka skuteczna od chmury (73,0%), a obciążenie dawką skuteczną w wyniku spożycia i inhalacji mają wspólnie udział wynoszący 27,0%. Wpływ narażenia na promieniowanie od depozycji jest nieistotny.

Z wyników wynika, że dla scenariuszy z wysokością VK = 56 m łączne roczne indywidualne dawki skuteczne i obciążenia dawką skuteczną od uwolnień SMR ETE do atmosfery z wszystkich dróg narażenia na promieniowanie są znacznie wyższe (prawie dwukrotne). Obniżenie wysokości komina powoduje wzrost udziału proporcjonalnego obciążenia dawką skuteczną w wyniku spożycia i inhalacji (o 1 rząd wielkości). Niemniej jednak dawki skuteczne z narażenia na promieniowanie od chmury pozostają przeważające.

Dla kompletności należy jednak wspomnieć, że w przypadku SMR ETE nadal są to dawki bardzo niskie, na poziomie do 0,2 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$, a różnica w rocznych dawkach indywidualnych między dużym a małym kominem wentylacyjnym wynosi do 0,1 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$.

W przeliczeniu rocznej indywidualnej dawki od uwolnień do atmosfery na 1 MW_e mocy zainstalowanej, wkład SMR ETE kształtuje się na poziomie ok. 73% ETE1,2 i NJZ ETE.

IV.2. Wkłady rocznych dawek skutecznych osoby reprezentatywnej od uwolnień hydrosferycznych

Wkład rocznej dawki skutecznej dla SMR ETE jest znacznie niższy niż wspólny wkład od ETE1,2 i NJZ ETE. W analizie oddziaływania radiacyjnego normalnej eksploatacji SMR ETE [2] określono wartości rocznej dawki skutecznej dla roku suchego 2018, roku średniego 2023 i roku mokrego 2024, czyli łącznie dla 3 scenariuszy.

Dla ETE1,2 i NJZ ETE wartości w raporcie źródłowym [10] określono wyłącznie dla roku średniego ze średnim przepływem Wełtawy. Dlatego skumulowana roczna dawka skuteczna została określona wyłącznie dla roku średniego 2023.

IV.2.1 Najwyższe roczne dawki indywidualne od uwolnień do hydrosfery – rok średni 2023

Tab. 29 Porównanie rocznych indywidualnych dawek skutecznych od uwolnień hydrosferycznych SMR ETE i ETE1,2 + NJZ ETE.

Uwolnienia do hydrosfery	SMR ETE	ETE1,2 + NJZ ETE
Średni roczny przepływ obliczeniowy Wełtawa – Kořensko [m³/s]	47,4	50
Grupa wiekowa [lata]	0–5, owoc	0–1
Łączna roczna dawka skuteczna oraz obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami [Sv/rok]	1,48E-07 (1,09E-07)	3,74E-06

Wartości rocznych indywidualnych dawek skutecznych od uwolnień hydrosferycznych ETE1,2 i NJZ ETE zostały zwiększone poprzez zastosowanie współczynnika proporcjonalności określonego na podstawie danych dla SMR ETE (Tab. 20).

Łączne roczne dawki skuteczne i obciążenia dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami narażenia na promieniowanie od uwolnień hydrosferycznych SMR ETE kształtują się maksymalnie na poziomie do 5% wkładu od uwolnień hydrosferycznych z lokalizacji ETE, generowanych przez ETE1,2 i NJZ ETE. W procesie ustalania radionuklidów o działaniu pierwotnym określono pierwotne i wtórne radionuklidy wnoszące największy wkład w roczne dawki skuteczne osób reprezentatywnych. W przypadku uwolnień z SMR ETE, tryt (H-3) odpowiada za około 99,9% łącznej rocznej dawki skutecznej od uwolnień do hydrosfery.

Tab. 30 Pierwotne i wtórne radionuklidy o istotnym udziale w rocznej dawce skutecznej osoby reprezentatywnej od SMR ETE (hydrosfera).

Pierwotne radionuklidy o istotnym wkładzie do rocznej dawki skutecznej od uwolnień do hydrosfery	H-3 (99,92%)
Wtórne radionuklidy o istotnym udziale w rocznej dawce skutecznej od uwolnień do hydrosfery	Cs-134 (0,05%), Cs-137 (0,03%),

Pod względem wkładu SMR ETE do rocznej dawki skutecznej i obciążenia dawką skuteczną od uwolnień do hydrosfery pierwotnymi drogami narażenia osób reprezentatywnych na promieniowanie są wkład ze spożycia wody pitnej (56,8%) oraz wkład ze spożycia żywności (nawadnianie, pojenie i mięso ryb) (43,2%).

Drogi narażenia osób reprezentatywnych na promieniowanie ETE1,2 i NJZ ETE od uwolnień hydrosferycznych nie zostały w dokumentacji EIA dla NJZ ETE [10] w sposób jednoznaczny określone ilościowo, lecz pod względem fizycznym odpowiadają wkładom ustalonym dla SMR ETE i decydujący wpływ ma też tryt (H-3).

Należy zauważyć, że w latach suchych roczna dawka skuteczna osoby reprezentatywnej od SMR ETE jest w przybliżeniu dwukrotnie wyższa niż w latach średnich lub mokrych. Dla ETE1,2 i NJZ ETE określono jedynie roczne dawki skuteczne dla średniego przepływu Wełtawy (50 m³/s). Dlatego pod względem skumulowanego oddziaływania z hydrosfery, roczna dawka skuteczna została określona jedynie dla roku średniego.

W przeliczeniu rocznej indywidualnej dawki od uwolnień do hydrosfery na 1 MW_e mocy zainstalowanej, wkład SMR ETE kształtuje się na poziomie ok. 47% ETE1,2 i NJZ ETE, jest więc w przybliżeniu o połowę niższy.

IV.3. Wkład rocznego przestrzennego równoważnika dawki w lokalizacji Kočín od SVJP

W ramach opracowania dokumentacji EIA dla rozbudowy SVJP oceniono obciążenie radiacyjne promieniowaniem gamma i neutronowym od zapełnionych zestawów opakowaniowych w SVJP po rozbudowie [14].

Maksymalne oczekiwane wartości mocy równoważników dawek w odległości 2 m od płaszcza zestawu opakowaniowego OS ŠKODA 1000/19, zaczerpnięte do obliczenia modelowego podano w Tab. 31.

Tab. 31 Maksymalne oczekiwane wartości mocy równoważników dawek w odległości 2 m od płaszcza zestawu opakowaniowego OS ŠKODA 1000/19, zaczerpnięte do obliczenia modelowego .

	Neutrony	Promieniowanie gamma	Suma
	[$\mu\text{Sv/h}$]	[$\mu\text{Sv/h}$]	[$\mu\text{Sv/h}$]
2 m od środkowej części płaszcza	61,4	33,0	94,4

Dla konserwatywnego scenariusza docelowego określono moc przestrzennego równoważnika dawki w wolnej przestrzeni + ekranowanie budynku dla 38 zestawów opakowaniowych (OS) umieszczonych w pierwszym rzędzie wzdłuż ściany przechowalnika. Oceniono oddziaływanie na najbliższe otoczenie oraz najbliższe na stałe zamieszkane obszary, miejscowości Temelín, część Kočín, oddalonej około 1600 m od SVJP. Wyniki przedstawiono w Tab. 32.

Tab. 32 Moce przestrzennego równoważnika dawki w wolnej przestrzeni + ekranowanie budynku SVJP dla 38 OS – konserwatywny scenariusz docelowy.

		Odległość od OS [m]					
		2	7	100	1000	1600	
	Moc PDE [Sv/h] na wysokości 2 m	Liczba OS	Moc przestrzennego równoważnika dawki w wolnej przestrzeni z uwzględnieniem ekranowania budynku [nSv/h]				
promieniowanie gamma	3,30E-05	38	1,96E+04	1,60E+03	7,84E+00	7,84E-02	3,06E-02
neutrony	6,14E-05	38	2,30E+04	1,87E+03	9,19E+00	9,19E-02	3,59E-02
promieniowanie gamma + neutrony	9,44E-05	38	4,26E+04	3,47E+03	1,70E+01	1,70E-01	6,65E-02
Udział PDE od neutronów w całkowitym PDE	65,0%		54,0%	54,0%	54,0%	54,0%	54,0%

Z tabeli wynikają następujące wnioski:

W przypadku konserwatywnego scenariusza docelowego, w którym założono maksymalną liczbę 38 OS w pierwszym rzędzie, wkład do obecnego obciążenia radiacyjnego w miejscu najbliższej osady, tj. w miejscowości Temelín (część Kočín), reprezentowany przez roczny przestrzenny równoważnik dawki wywołany przez SVJP po rozbudowie, wynosi $5,83\text{E-}07$ Sv, co stanowi zaledwie niewielki ułamek obciążenia radiacyjnego od tła naturalnego, które w tej lokalizacji osiąga ok. $5,65\text{E-}03$ Sv rocznie [14].

Jednocześnie w przypadku rocznego pobytu w miejscowości Kočín, zakładany roczny przestrzenny równoważnik dawki wywołany przez SVJP po rozbudowie 5,83E-07 Sv odpowiada 0,058% rocznego limitu dawki skutecznej dla ludności.

V. Skumulowana roczna dawka skuteczna i obciążenie dawką skuteczną wszystkimi uwzględnianymi drogami dla osoby reprezentatywnej od ETE1,2, NJZ ETE, SMR ETE i SVJP ETE

W poprzednich rozdziałach opisano poszczególne wkłady od SMR ETE, ETE1,2, NJZ ETE i SVJP. Wkłady te razem stanowią łączne narażenie ludności na promieniowanie w okolicy lokalizacji ETE. W poprzednich rozdziałach wskazano lokalizację osób reprezentatywnych z maksymalnym poziomem rocznej dawki skutecznej dla poszczególnych scenariuszy z analizy [2] – Kočín, Litoradlice i Zvěrkovice w przypadku narażenia ludności na promieniowanie od uwolnień atmosferycznych, a pod względem narażenia ludności na promieniowanie od uwolnień hydrosferycznych określono lokalizacje Újezd i Chaty Pašovice. W celu określenia skumulowanych maksymalnych rocznych dawek skutecznych dla osoby reprezentatywnej zsumowano maksymalne wartości narażenia ludności na promieniowanie od poszczególnych obiektów.

W rzeczywistości wartości te będą niższe (w przypadku miejscowości Zvěrkovice najwyżej takie same), ponieważ maksymalne oddziaływanie radiacyjne ETE1,2 i NJZ ETE [1] jest określone w kierunku północno-wschodnim (Zvěrkovice). Natomiast lokalizacje Kočín (południe-południowy zachód) i Litoradlice (wschód-południowy wschód), dla których z obliczeń wynikają najwyższe dawki od uwolnień atmosferycznych ze SMR ETE [2], znajdują się w innych kierunkach. W rzeczywistości również dawki w miejscowości Zvěrkovice będą niższe, ponieważ uwzględniono konserwatywną odległość od ETE1,2 także dla planowanego NJZ ETE, które będzie oddalone bardziej.

Tab. 33 Skumulowane maksymalne roczne dawki skuteczne dla osoby reprezentatywnej od ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE.

Scenariusz	Lokalizacja, grupa wiekowa osób reprezentatywnych	Maksymalna skumulowana roczna dawka skuteczna (ETE1,2, NJZ ETE, SMR ETE) [Sv/rok]
Scenariusze napromieniowania od uwolnień do atmosfery		
Scenariusz 1A, VK 150 m	Kočín, dzieci 0–5 lat	1,43E-06
Scenariusz 2A, VK 56 m	Kočín, dzieci 0–5 lat	1,47E+06
Scenariusz 3A, VK 150 m	Zvěrkovice, dzieci 0–5 lat	9,87E-07
Scenariusz 4A, VK 56 m	Zvěrkovice, dzieci 0–5 lat	1,05E-06
Scenariusz 5A, VK 150 m	Litoradlice, dzieci 0–5 lat	9,79E-07
Scenariusz 6A, VK 56 m	Zvěrkovice, dzieci 0–5 lat	1,03E-06
Scenariusze napromieniowania od uwolnień hydrosferycznych		
Scenariusz rok średni (2023)	Újezd i Chaty Pašovice, owoc/dzieci 0–5 lat	3,89E-06

Pod względem uwolnień atmosferycznych maksymalna skumulowana roczna dawka skuteczna wraz z obciążeniem dawką skuteczną dla osoby reprezentatywnej w okolicy lokalizacji ETE wyniesie maksymalnie **1,47 μ Sv/rok**, przy wysokości komina wentylacyjnego SMR ETE 56 m. Dla wysokości VK 150 m maksymalna skumulowana roczna dawka skuteczna wraz z obciążeniem dawką skuteczną wynosi **1,43 μ Sv/rok**. Po uwzględnieniu wkładu mocy przestrzennego równoważnika dawki w wyniku promieniowania z rozbudowanego SVJP będą to maksymalne wartości narażenia osoby reprezentatywnej na promieniowanie wynoszące **2,05 μ Sv/rok**, wzgl. **2,01 μ Sv/rok**.

Wynikowa wartość narażenia osoby reprezentatywnej na promieniowanie ma charakter wyłącznie informacyjny, ponieważ wkładu SVJP nie wlicza się do ogranicznika dawkowego, gdyż nie są to uwolnienia do atmosfery.

Pod względem skumulowanych dawek dla osoby reprezentatywnej od uwolnień hydrosferycznych, maksymalna roczna skumulowana dawka skuteczna wraz z obciążeniem dawką skuteczną dla osoby reprezentatywnej kształtuje się na poziomie **3,89 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** , przy uwzględnieniu średniego rocznego przepływu w Wełtawie. Ze względu na lokalizację osoby reprezentatywnej, wkład SVJP nie wpłynie na jej narażenie. W przypadku roku suchego, maksymalna osiągnięta wartość byłaby w przybliżeniu dwukrotnie wyższa.

Ustawa nr 263/2016 Dz.U., z późniejszymi zmianami, określa ogranicznik dawkowy, który wynosi 250 μSv rocznie, a dla energetycznych obiektów jądrowych jednocześnie 200 μSv rocznie dla uwolnień do atmosfery oraz 50 μSv rocznie dla uwolnień do wód powierzchniowych. W przypadku energetycznego obiektu jądrowego ten ogranicznik dawkowy obowiązuje łącznie dla wszystkich obiektów jądrowych na danym obszarze przeznaczonym pod lokalizację obiektu jądrowego.

Dla skumulowanych uwolnień hydrosferycznych z monitorowanej lokalizacji ogranicznik dawkowy (50 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$) jest spełniony z rezerwą, zarówno w przypadku roku średniego (3,89 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$), dla którego został w sposób jednoznaczny określony, jak i w przypadku roku suchego, kiedy osiąga w przybliżeniu dwukrotne wartości w stosunku do roku średniego.

W przypadku skumulowanych uwolnień do atmosfery, ogranicznik dawkowy (200 μSv) jest spełniony z dużą rezerwą, ponieważ wartość rocznych skumulowanych dawek skutecznych z eksploatacji ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE dla osoby reprezentatywnej wynosi maksymalnie 1,47 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$.

W poniższych tabelach podano wartości rocznych uwolnień obwiedniowych [Bq] dla zidentyfikowanych radionuklidów mających zasadniczy wkład do narażenia ludności na promieniowanie od uwolnień atmosferycznych i hydrosferycznych, określone na podstawie danych SMR ETE.

Tab. 34 Uwolnienia atmosferyczne radionuklidów mających pierwotny i wtórny wkład do rocznej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej.

Radionuklidy		Uwolnienia atmosferyczne SMR ETE [Bq/rok]	Uwolnienia atmosferyczne ETE1,2 + NJZ ETE [Bq/rok]	Stosunek uwolnień SMR ETE/ETE1,2 + NJZ ETE
Radionuklidy o wkładzie pierwotnym	H-3	1,00E+12	1,70E+13	0,06
	C-14	4,38E+10	1,10E+12	0,04
	Ar-41	2,40E+12	3,92E+12	0,61
	Kr-85	4,13E+13	2,52E+15	0,02
	Kr-88	7,41E+10	1,37E+13	0,01
	Xe- 138	2,67E+11	9,21E+11	0,29
	Xe-135	3,02E+11	9,05E+13	<0,01
Radionuklidy o wkładzie wtórnym	Kr-85m	2,79E+10	1,13E+13	<0,01
	Kr-87	5,33E+10	4,09E+12	0,01
	I-131gas	3,07E+07	8,91E+08	0,03
	Xe-133	3,67E+11	6,42E+14	<0,01
	Xe-133m	5,76E+10	1,33E+13	<0,01
	Xe-135m	1,71E+11	1,11E+12	0,15

Uwaga: Zastosowane zmierzone wartości uwolnień ETE1,2.

Tab. 35 Uwolnienia hydrosferyczne radionuklidów mających pierwotny i wtórny wkład do rocznej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej.

Radionuklidy		Uwolnienia hydrosferyczne SMR ETE [Bq/rok]	Uwolnienia hydrosferyczne ETE1,2 + NJZ ETE [Bq/rok]	Stosunek uwolnień SMR ETE/ETE1,2 + NJZ ETE
Radionuklid o wkładzie pierwotnym	H-3	5,00E+12	1,74E+14	0,03
Radionuklidy o wkładzie wtórnym	Cs-134	6,67E+05	1,01E+09	<0,01
	Cs-137	4,26E+05	1,43E+09	<0,01

Uwaga: Zastosowane zmierzone wartości uwolnień ETE1,2.

W analizie wyjściowej ABmerit s.r.o. [2] oceniono oddziaływanie uwolnień SMR ETE do atmosfery i cieków wodnych na biotę (zwierzęta lądowe i organizmy wodne oraz rośliny). Oddziaływanie to określono w formie dziennej mocy dawki w celu porównania z wartościami referencyjnymi wg IAEA GSG-10 [3]. Z analizy wynika, że oddziaływanie radiacyjne SMR ETE jest największe w przypadku organizmów wodnych (pstrąga) w latach suchych. Jest to spowodowane zmniejszeniem zdolności rozcieńczania Wełtawy (mniejszy przepływ) w latach suchych. Jednak nawet w okresie lat suchych maksymalna wartość dziennej mocy dawki w Wełtawie jest w maksymalnych wartościach głęboko poniżej poziomu wartości referencyjnych IAEA. Na poziomie obszarów ewidencyjnych Albrechtice nad Vltavou, Chrášťany, Všemyslice, w Wełtawie w roku suchym dla pstrąga osiągnęte są maksymalne dawki 6,8E-10 Gy/dzień, przy czym wartość referencyjna dla pstrąga według IAEA mieści się w przedziale od 1E-03 do 1E-02 Gy/dzień, a maksymalna osiągnięta wartość jest zatem o ponad 6 rzędów wielkości niższa w porównaniu z wartościami referencyjnymi według IAEA GSG-10 [3]. Pod względem wkładu poszczególnych radionuklidów, decydujący wpływ na narażenie pstrąga na promieniowanie w danej lokalizacji i warunkach ma tryt (H-3). Jego udział wynosi 6,5E-10 Gy/dzień z łącznych 6,8E-10 Gy/dzień, czyli ok. 96%.

Oddziaływanie radiacyjne na biotę w dokumentacji EIA dla NJZ ETE [10] nie było oceniane pod względem obliczeniowym, lecz z porównania oddziaływania SMR ETE i pozostałych obiektów jądrowych w lokalizacji na człowieka oraz z decydującej roli trytu w przypadku dawek i mocy dawek wynika, że w przypadku roku średniego dawki i moce dawek z trytu od uwolnień ETE1,2 i NJZ ETE są ok. 25-krotnie wyższe niż od uwolnień SMR ETE. W zasadzie taka sama proporcja zostałaby zachowana również w przypadku roku suchego. Łączna moc dawki z wszystkich obiektów w lokalizacji mogłaby w ten sposób dla pstrąga w Wełtawie osiągać 26-krotność maksimum dla SMR ETE, co wynosi 1,7E-08 Gy/dzień. Wartość ta nadal jest około pięć rzędów wielkości poniżej wartości referencyjnej IAEA. Biorąc pod uwagę, że pstrąg reprezentuje najbardziej obciążony gatunek spośród referencyjnych zwierząt w okolicy lokalizacji ETE, można stwierdzić, że skumulowane oddziaływanie przyszłej eksploatacji wszystkich obiektów jądrowych w lokalizacji Temelín na biotę będzie całkowicie nieistotne.

VI. Transgraniczne skumulowane oddziaływanie ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE

W analizie oddziaływania radiacyjnego podczas normalnej eksploatacji SMR ETE [2] określono kilka lokalizacji i osób reprezentatywnych w najbliższych sąsiednich państwach w stosunku do lokalizacji ETE, tj. w Republice Federalnej Niemiec i Republice Austrii.

Informacje na temat transgranicznego oddziaływania normalnej eksploatacji ETE1,2 i NJZ ETE przedstawiono w Dokumentacji EIA dla NJZ ETE [10]. Niemniej jednak w przypadku danych nie określono w sposób jednoznaczny mocy NJZ ETE (1200/1700 MW_e) oraz odpowiadających im uwolnień obwiedniowych, które zostały użyte do obliczeń, ani grupy wiekowej osoby reprezentatywnej. Dawki skuteczne od ETE1,2 i NJZ ETE zostały określone dla 20 grup odległościowych i 16 grup kierunkowych. Pod względem oddziaływania na sąsiednie państwa (AT, DE), istotne są informacje z róży wiatrów. Biorąc pod uwagę odległość i róże wiatrów, najbliższej lokalizacji ETE określono następujące lokalizacje reprezentatywne: Rottal (51 km, kierunek wschód (wsch.) – południowy wschód (płd.-wsch.)) w Austrii oraz Schnellenzipf (57,5 km, kierunek południowy zachód (płd.-zach.)) w Niemczech. Lokalizacjom tym odpowiadają największe roczne dawki skuteczne dla Austrii i Niemiec.

Austria

Parcjalna osoba reprezentatywna na terytorium Austrii w wyniku rocznych uwolnień obwiedniowych ze SMR ETE została zidentyfikowana na podstawie obliczeń w lokalizacji Rottal, na obszarze ewidencyjnym miejscowości Haugschlag w grupie wiekowej „dziecko 6–15 lat”. Najwyższa roczna dawka dla osoby reprezentatywnej w wyniku rocznych uwolnień obwiedniowych z SMR ETE na terytorium Austrii nie przekroczy **3,3 nSv** (3,3E-09 Sv). Wartość ta odpowiada scenariuszowi 6A, rok mokry z wysokością komina wentylacyjnego 56 m. Główne drogi narażenia na promieniowanie są określone jako obciążenie dawką skuteczną w wyniku spożycia (47%) oraz inhalacji (29%). Dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego od chmury wynosi 24%.

Tab. 36 Oddziaływanie ETE1,2 i NJZ ETE w reprezentatywnych lokalizacjach w Austrii i Niemczech [10].

Odległość [m]	Roczna dawka skuteczna dla osoby reprezentatywnej [Sv/rok]	
	Austria – kierunek wsch.–płd.-wsch.	Niemcy – kierunek płd.-zach.
43333	4,49E-08	
53333	3,37E-08	6,17E-08
66667	2,48E-08	4,49E-08

Na zielono zaznaczono wartości rocznej dawki skutecznej, odpowiadające kierunkowi i lokalizacji reprezentatywnej (lokalizacja, w której w przypadku danego państwa znajduje się osoba reprezentatywna). Realna odległość stosownych najbliższych lokalizacji na terytorium Austrii i Niemiec jest zawsze o kilka kilometrów większa niż odległość podana w Tab. 36, zaczerpnięta z [10], a podane wartości zostały tym samym określone konserwatywnie.

Do celów poniższych rozważań uwzględniono wartości najbliższej mniejszej odległości z Tab. 36.

Dla skumulowanego oddziaływania na Austrię określono osobę reprezentatywną w lokalizacji Rottal w kategorii wiekowej 6–15 lat. Maksymalna roczna dawka skuteczna od uwolnień SMR ETE, ETE1,2 i NJZ ETE dla tej osoby reprezentatywnej nie przekroczy **50 nSv**. Wkład SMR ETE do tej wartości stanowi mniej niż 10%. Ze względu na odległość SVJP nie ma udziału w narażeniu osoby w tej lokalizacji na promieniowanie.

Niemcy

Parcjalna osoba reprezentatywna na terytorium Niemiec dla SMR ETE została zidentyfikowana na podstawie obliczeń w lokalizacji Schnellenzipf, na obszarze ewidencyjnym miejscowości Haidmühle, w grupie wiekowej „dziecko 6–15 lat”. Najwyższa roczna dawka dla osoby reprezentatywnej w wyniku rocznych uwolnień obwiedniowych z SMR ETE na terytorium Niemiec nie przekroczy **2,3 nSv** (2,3E-09 Sv). Wartość ta odpowiada

scenariuszowi 6A, rok mokry z wysokością kominą wentylacyjnego 56 m. Pod względem dróg narażenia na promieniowanie, najistotniejsze jest obciążenie dawką skuteczną w wyniku spożycia (48%) oraz inhalacji (31%). Dawka skuteczna z napromieniowania zewnętrznego od chmury wynosi 21%.

Dla skumulowanego oddziaływania na Niemcy osobę reprezentatywną określono w miejscowości Schnellenzipf, kategorii wiekowej 6–15 lat. Maksymalna roczna dawka skuteczna od uwolnień SMR ETE, ETE1,2 i NJZ ETE dla tej osoby reprezentatywnej nie przekroczy **65 nSv**. Wkład SMR ETE do tej wartości wynosi mniej niż 5%.

Roczne dawki skuteczne dla Niemiec są wyższe z powodu dawek od ETE1,2 i NJZ ETE [10], które zostały określone na podstawie starszych danych meteorologicznych, kiedy to kierunek wiatru i wpływ meteorologiczny na Niemcy były bardziej istotne. Ze względu na odległość SVJP nie ma udziału w narażeniu osoby w tej lokalizacji na promieniowanie.

Wartości najwyższych rocznych indywidualnych dawek skutecznych dla Austrii i Niemiec, zarówno z eksploatacji SMR ETE, jak też skumulowanych z eksploatacji SMR ETE, ETE1,2 i NJZ ETE, są nieistotnie niskie i nie stanowią żadnego zagrożenia dla zdrowia.

VII. Wniosek

W procesie oceny oddziaływania radiacyjnego normalnej eksploatacji SMR ETE na ludność określono maksymalne roczne dawki skuteczne dla osoby reprezentatywnej od uwolnień atmosferycznych i hydrosferycznych. Określono główne drogi narażenia osób reprezentatywnych na promieniowanie oraz radionuklidy o największym wkładzie do rocznej dawki skutecznej. Pod względem uwolnień atmosferycznych i rocznych dawek skutecznych dla osoby reprezentatywnej, kluczowym parametrem jest wysokość komina wentylacyjnego. W przypadku scenariuszy z wysokością komina wentylacyjnego SMR ETE 150 m pierwotnym źródłem narażenia osoby reprezentatywnej na promieniowanie jest napromieniowanie od chmury, natomiast w przypadku scenariuszy z kominem wentylacyjnym SMR ETE o wysokości 56 m zwiększa się udział narażenia osoby reprezentatywnej na promieniowanie przez obciążenie dawką skuteczną w wyniku spożycia oraz inhalacji. Roczna dawka skuteczna od depozycji jest w obu przypadkach nieistotna. W przypadku scenariuszy z wysokością komina wentylacyjnego SMR ETE 56 m łączne roczne dawki od narażenia osoby reprezentatywnej na promieniowanie wszystkimi drogami są w przybliżeniu dwukrotnie wyższe niż w przypadku scenariuszy z wysokością komina 150 m. W wartościach absolutnych w obu przypadkach mowa jednak o dawkach bardzo niskich, do poziomu 0,2 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$, a różnica rocznych dawek indywidualnych między dużym a małym kominem wentylacyjnym SMR ETE wynosi do 0,1 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$.

W nawiązaniu do analizy dla SMR ETE porównano oddziaływanie radiacyjne SMR ETE z oddziaływaniem ETE1,2 i NJZ ETE. Na podstawie porównania wykazano, że roczne dawki skuteczne od obwiedniowych uwolnień atmosferycznych SMR ETE są ogólnie znacznie niższe niż sumaryczne roczne dawki skuteczne od ETE1,2 i NJZ ETE.

Na podstawie oceny oddziaływania radiacyjnego SMR ETE z uwolnień do hydrosfery określono główne drogi narażenia na promieniowanie jako obciążenie dawką skuteczną w wyniku spożycia żywności i wody pitnej. W przypadku uwolnień hydrosferycznych roczne dawki skuteczne z SMR ETE kształtowały się na poziomie 4% łącznego wkładu lokalizacji ETE, w związku z czym jednoznacznie dominujące są dawki od uwolnień do cieków wodnych z ETE1,2 i NJZ ETE.

Wartości maksymalnego wkładu uwolnień atmosferycznych i hydrosferycznych SMR ETE do narażenia ludności na promieniowanie kształtują się na poziomie do **0,30 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** . Największy wkład do dawki od uwolnień atmosferycznych SMR ETE ma Ar-41 (udział w przybliżeniu 70%), a następnie C-14 (ok. 12%) oraz izotopy Kr i Xe z udziałem na poziomie kilku procent.

Wartości rocznej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej od uwolnień hydrosferycznych SMR ETE kształtują się na poziomie **0,15 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** dla roku średniego. Udział H-3 z SMR ETE we wkładzie do rocznej dawki skutecznej dla osoby reprezentatywnej od uwolnień hydrosferycznych wynosi ponad 99%.

Jako część oceny oddziaływania radiacyjnego eksploatacji SMR ETE, w analizie źródłowej firmy ABmerit s.r.o. [2] oceniono oddziaływanie uwolnień SMR ETE do atmosfery i cieków wodnych na biotę (zwierzęta lądowe i organizmy wodne oraz rośliny). Oddziaływanie to określono w formie dziennej mocy dawki w celu porównania z wartościami referencyjnymi wg IAEA GSG-10 [3]. Z analizy wynika, że oddziaływanie radiacyjne SMR ETE jest największe w przypadku organizmów wodnych (pstrąga) w latach suchych. Jednak nawet w okresie lat suchych, maksymalna wartość dziennej mocy dawki jest niższa o ponad 6 rzędów wielkości w porównaniu z referencyjnymi wartościami wg IAEA GSG-10 [3], zatem oddziaływanie jest nieistotne. Podobny wniosek dotyczy też skumulowanego oddziaływania wszystkich istniejących, a także planowanych obiektów jądrowych w lokalizacji Temelín. Najwyższa osiągnięta skumulowana wartość mocy dawki dla zwierzęcia referencyjnego (pstrąg w Wełtawie w miejscu poniżej ujścia uwolnień ciepłych) wynosi w przybliżeniu 1,7E-08 Gy/dzień, co jest nadal w przybliżeniu pięć rzędów wielkości poniżej wartości referencyjnej IAEA. Skumulowane oddziaływanie wszystkich istniejących i planowanych obiektów jądrowych w lokalizacji Temelín na biotę pozostaje zatem całkowicie nieistotne.

Konserwatywnie określone skumulowane wkłady z uwolnień atmosferycznych ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE osiągają maksymalne wartości na poziomie **1,43 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** (VK SMR ETE 150 m) oraz **1,47 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** (VK SMR ETE 56 m). Spośród podanych dawek, SMR ETE generuje maksymalnie **11%** (VK 150 m) i **18%** (VK 56 m).

Po uwzględnieniu wkładu mocy przestrzennego równoważnika dawki w wyniku promieniowania z rozbudowanego SVJP, będą to wartości wynoszące maksymalnie **2,05 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** , wzgl. **2,01 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** .

Uwaga: Wkład SVJP nie jest uwzględniany w ograniczniku dawkowym, ponieważ nie są to uwolnienia do atmosfery. Wynikowa wartość narażenia osoby reprezentatywnej na promieniowanie ma zatem charakter jedynie informacyjny.

Konserwatywnie określone skumulowane wkłady z uwolnień hydrosferycznych ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE osiągają maksymalne wartości na poziomie **3,89 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** dla lat hydrologicznie średnich oraz wartości w przybliżeniu dwukrotnie wyższe dla lat suchych. Udział SMR ETE w tej dawce wynosi maksymalnie **4,2%**.

Te skumulowane wkłady znajdują się bezpiecznie poniżej wartości ogranicznika dawkowego określonego w ustawie Prawo atomowe (ustawa nr 263/2016 Dz.U., z późniejszymi zmianami), dla uwolnień do hydrosfery ($50 \mu\text{Sv}/\text{rok}$) oraz atmosfery ($200 \mu\text{Sv}/\text{rok}$) dla wszystkich obiektów jądrowych w lokalizacji.

Konserwatywnie określone skumulowane wkłady będą obowiązywać również po przejściu na wydłużoną kampanię ETE1,2. Wartości rocznych indywidualnych dawek skutecznych i obciążeń dawką skuteczną dla osoby reprezentatywnej, określone w raportach rocznych LRKO z eksploatacji ETE1,2, są zarówno w przypadku dawek od uwolnień atmosferycznych, jak i dawek od uwolnień do hydrosfery znacznie niższe (co najmniej o kilkadziesiąt procent) niż roczne indywidualne dawki skuteczne z eksploatacji ETE1,2, określone konserwatywnie w [10], które na potrzeby niniejszego raportu zostały użyte do oceny skumulowanego oddziaływania radiacyjnego ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE.

Obecna ETE1,2 musi spełniać limity autoryzowane, które w obowiązującej decyzji SÚJB [15] określono na poziomie $4 \mu\text{Sv}$ od uwolnień do hydrosfery dla osoby reprezentatywnej na rok kalendarzowy. Historycznie, w ujęciu długoterminowym, roczne indywidualne dawki od uwolnień do hydrosfery z ETE1,2 kształtują się poniżej poziomu $1 \mu\text{Sv}$ na rok kalendarzowy. Wartość limitu autoryzowanego nie zostanie zatem na pewno przekroczona nawet po przejściu na wydłużoną kampanię ETE1,2, a jednocześnie przeprowadzone modelowania wskazują na jego spełnienie również przy uwzględnieniu skumulowanego efektu ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE. Jednakże SÚJB określa limity autoryzowane indywidualnie dla każdego obiektu jądrowego.

Analogicznie dotyczy to także autoryzowanego limitu uwolnień do atmosfery, który zgodnie z obowiązującym zezwoleniem SÚJB dla ETE1,2 wynosi $10 \mu\text{Sv}$ na rok kalendarzowy.

Powyższe wartości zapewniają niezawodne spełnianie ogranicznika dawkowego określonego w ustawie Prawo atomowe (ustawa nr 263/2016 Dz.U., z późniejszymi zmianami) również dla skumulowanego oddziaływania SMR ETE, NJZ ETE i ETE1,2. Ogranicznik dawkowy dla osoby reprezentatywnej spośród ludności jest określony na poziomie $250 \mu\text{Sv}$ ($0,25 \text{ mSv}$) rocznie. Natomiast łączna indywidualna dawka skuteczna, obejmująca sumę dawek skutecznych od napromieniowania zewnętrznego oraz obciążeń dawkami skutecznymi w wyniku napromieniowania wewnętrznego, nie przekroczy $200 \mu\text{Sv}$ ($0,2 \text{ mSv}$) rocznie dla uwolnień do atmosfery oraz $50 \mu\text{Sv}$ ($0,05 \text{ mSv}$) rocznie dla uwolnień do wód powierzchniowych.

Skumulowane oddziaływanie SMR ETE, ETE1,2 i NJZ ETE na granicę opisano w rozdziale VI. Maksymalna roczna indywidualna dawka skuteczna od uwolnień SMR ETE, ETE1,2 i NJZ ETE dla osoby reprezentatywnej w Austrii nie przekroczy **50 nSv**, a maksymalna roczna dawka skuteczna od uwolnień SMR ETE, ETE1,2 i NJZ ETE dla osoby reprezentatywnej w Niemczech nie przekroczy **65 nSv**. Wartości te są znikomo niskie. Ze względu na odległość, SVJP nie ma udziału w narażeniu osób za granicą na promieniowanie.