

# Neue Kernkraftanlage am Standort Dukovany

TEILLEISTUNG 2 (DP 43)

Vertrag Nr. 5090/Amec/1



Zusammenfassender Bericht über die Strahlenexposition durch die neue Kernkraftanlage EDU

Betriebszustände

Zusammenfassende Studie - Anlage 5.1 der UVP-Dokumentation

Auftraggeber:

ÚJV Řež, a. s., Geschäftsbereich ENERGOPROJEKT Prag

Datum:

Februar 2017

Bearbeiter:

Amec Foster Wheeler s.r.o.

## Vermerk zur Ausgabe des Dokuments

<b>Titel des Dokuments</b>	<b>Neue Kernkraftanlage am Standort Dukovany</b> Zusammenfassender Bericht über die Strahlenexposition durch die neue Kernkraftanlage EDU – Betriebszustände - Anlage der UVP-Dokumentation
Dokumentnummer	C2108-16-0/Z1
Auftraggeber	ÚJV Řež, a.s., Geschäftsbereich ENERGOPROJEKT Prag, Hlavní 130, Řež, 250 68 Husinec
Zweck der Ausgabe	Abschlussdokument
Vertraulichkeitsgrad	Ohne Beschränkung

Ausgabe	Beschreibung	Erstellt von	Geprüft von	Genehmigt von	Datum
01	Draft	Herr Vymazal	Herr Čarný	Herr Vymazal	25. 1. 2017
02	Final	Herr Vymazal	Herr Čarný	Herr Vymazal	16. 2. 2017

Sofern dieses Dokument die vorherige Ausgabe ersetzt, ist diese zu vernichten oder deutlich mit ERSETZT zu kennzeichnen.

Verteiler		
	4 Exemplare	ÚJV Řež, a.s., Geschäftsbereich ENERGOPROJEKT Prag
	4 CD	ÚJV Řež, a.s., Geschäftsbereich ENERGOPROJEKT Prag
	1 Exemplar	Archiv Amec Foster Wheeler s.r.o.
	1 elektronische Kopie	Elektronisches Archiv Amec Foster Wheeler s.r.o.

© Amec Foster Wheeler s.r.o., 2017

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument, Teile des Dokuments oder Informationen aus diesem Dokument dürfen über den Rahmen der Vertragsbestimmung hinaus nur mit schriftlicher Genehmigung des verantwortlichen Vertreters des Bearbeiters, der Firma Amec Foster Wheeler s.r.o., weitergegeben, veröffentlicht, vervielfältigt, kopiert, übersetzt, in digitaler Form oder maschinell verarbeitet werden.

# Angaben zu den Autoren

Autor:

Ing. Petr Vymazal

Amec Foster Wheeler s.r.o., Křenová 58, 602 00 Brunn  
Tel.: 725 607 967  
E-Mail: vymazal(at)amecfw.cz

Datum der Bearbeitung: 16. 2. 2017

Zusammenarbeit:

Ing. Peter Čarný, ABmerit  
Mgr. Ľudovít Lipták, PhD, ABmerit  
Ing. Mgr. Eva Fojčíková, PhD, ABmerit  
Mgr. Monika Krpelanová, ABmerit  
Mgr. Viera Fabová, ABmerit  
Ing. Petr Mynář  
Ing. Jan Valočík

Das Dokument wurde mit dem bei der Gesellschaft Microsoft registrierten Editor MS Word erstellt.

Die graphischen Anlagen wurden mit dem bei der Gesellschaft Corel Corporation registrierten graphischen Editor CorelDRAW und mit dem bei der Gesellschaft Golden Software registrierten Programm Surfer verarbeitet.

# Verzeichnis

1	EINLEITUNG .....	9
2	ZWECK DES DOKUMENTS .....	9
3	METHODIK UND VORAUSSETZUNGEN .....	9
3.1	Analyse der Problematik und Beschreibung des methodischen Vorgehens .....	9
3.2	Grundsätzliche Voraussetzungen und Annahmen.....	11
3.3	Beschreibung und Charakteristik des Berechnungsprogramms.....	12
3.3.1	Modell für die Ausbreitung der radioaktiven Stoffe der Emissionen in der Atmosphäre.....	15
3.3.2	Modell für die Ausbreitung der radioaktiven Stoffe der Emissionen in Wasserläufe .....	16
3.3.3	Modell der Expositionswege .....	16
3.3.4	Verifizierung des Programms ESTE AI .....	20
3.4	Geographische, meteorologische und hydrologische Bedingungen.....	20
3.4.1	Geographische Bedingungen .....	20
3.4.2	Meteorologische Bedingungen .....	21
3.4.3	Hydrologische Bedingungen .....	22
3.4.4	Annahmen hinsichtlich des Verhaltens und der Lebensgewohnheiten der Bewohner.....	24
3.5	Weitere verwendete Annahmen zur Ermittlung der Personendosen .....	25
3.6	Annahmen für die Berechnung der effektiven Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen .....	26
4	ERMITTLUNG DER EMISSIONEN NACH DER HÜLLKURVEN-METHODE ZUR BEWERTUNG DER EXPOSITION DURCH DIE BETRIEBSZUSTÄNDE .....	28
4.1	Analyse der Problematik und Beschreibung des methodischen Vorgehens .....	28
4.2	Maximale Betriebsemissionen in die Atmosphäre und Wasserläufe für die Referenzblöcke der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 .....	28
4.3	Angewendete Annahmen hinsichtlich der Verteilung der Emissionen der neuen Kernkraftanlage EDU und von EDU1-4.....	30
4.4	Emissionen in die Atmosphäre und Wasserläufe aus der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 nach der Hüllkurven-Methode für die UVP-Dokumentation .....	32
4.5	Summe der Emissionen nach der Hüllkurven-Methode für die UVP-Dokumentation - Teil Ein- und Ausgänge .....	37
5	ERMITTLUNG UND AUSWERTUNG DER STRAHLENEXPOSITION DURCH BETRIEBSZUSTÄNDE DER NEUEN KERNKRAFTANLAGE FÜR DIE UVP-DOKUMENTATION .....	39
5.1	Ermittlung der Jahresdosis durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage und der Zusammenwirkung EDU1-4, unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Durchflussmenge im Fluss Jihlava während des Betriebs der neuen Kernkraftanlage .....	39
5.1.1	Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MW <sub>e</sub> und Stilllegung von EDU1-4 (durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava) .....	39
5.1.2	Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW <sub>e</sub> , Betrieb EDU2-4 und Stilllegung von EDU1 (durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava) .....	41
5.1.3	Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW <sub>e</sub> und Stilllegung von EDU1-4 (durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava) .....	43
5.2	Ermittlung und Auswertung der maximalen theoretischen Jahresdosis durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage und im Zusammenwirken mit EDU1-4.....	45
5.2.1	Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MW <sub>e</sub> und Stilllegung von EDU1-4 (minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava) .....	45
5.2.2	Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW <sub>e</sub> , Betrieb EDU2-4 und Stilllegung von EDU1 (minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava) .....	49
5.3	Grenzüberschreitende Einflüsse .....	51
5.4	Ermittlung der Lebensdosis durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage und im Zusammenwirken mit EDU1-4 .....	54

5.5	Strahlenexposition der am Aufbau der neuen Kernkraftanlage beteiligten Mitarbeiter .....	55
5.6	Ermittlung und Auswertung der Strahlenexposition der biologischen Komponente .....	56
6	EMPFINDLICHKEITSANALYSE DER VERWENDETEN ANNAHMEN.....	58
6.1.1	Anzahl der Kühltürme 1 oder 2 je Block der neuen Kernkraftanlage.....	58
6.1.2	Höhe der Kühltürme der neuen Kernkraftanlage .....	58
6.1.3	Höhe des Entlüftungskamins der neuen Kernkraftanlage .....	59
6.1.4	Lage der Kühltürme der neuen Kernkraftanlage und Lage des Entlüftungskamins der neuen Kernkraftanlage .....	60
6.1.5	Durchfluss im Fluss Jihlava.....	60
7	ABSCHLIEßENDE ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE UND DEREN AUSWERTUNG .....	61
8	LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS .....	62

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Lage der einzelnen ESTE AI Berechnungssektoren (Entfernung und Richtung) und Angaben zur Bevölkerung der Sektoren.....	14
Tab. 2	Der Warenkorb (Jahr 2014) nach den statistischen Daten für die Tschechische Republik (ČR), die Slowakische Republik (SR) und die Republik Österreich (AT) .....	25
Tab. 3	Annahme hinsichtlich des Trinkwasserverbrauchs für einzelne Alterskategorien nach [2] .....	25
Tab. 4	Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Atmosphäre durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternative 2 x 1200 MWe) nach Angaben über die Referenzblöcke.....	29
Tab. 5	Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Atmosphäre durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternative 1 x 1750 MWe) nach Angaben über Referenzblöcke.....	29
Tab. 6	Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Atmosphäre durch den Betrieb von EDU1-4 laut Messungen .....	29
Tab. 7	Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Atmosphäre durch die Stilllegung von EDU1-4 nach der ČEZ-Prognose .....	29
Tab. 8	Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Wasserläufe durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternative 2 x 1200 MWe) nach Angaben über Referenzblöcke.....	29
Tab. 9	Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Wasserläufe durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternative 1 x 1750 MWe) nach Angaben über Referenzblöcke.....	30
Tab. 10	Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Wasserläufe durch den Betrieb von EDU1-4 nach Messungen .....	30
Tab. 11	Vorausgesetzte Jahresemissionen der Radionuklide in die Wasserläufe durch die Stilllegung von EDU1-4 nach der ČEZ-Prognose.....	30
Tab. 12	Jährliche Emission von Radionukliden zur Ermittlung der durchschnittlichen Jahresdosen und Lebensdosen der Einzelpersonen nach der Hüllkurven-Methode .....	32
Tab. 13	Jährliche Emission von Radionukliden zur Ermittlung der höchsten Jahresdosen von Einzelpersonen nach der Hüllkurven-Methode .....	34
Tab. 14	Die Jahresemission von Radionukliden nach der Hüllkurven-Methode durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage nach Radionuklidgruppen .....	37

Tab. 15	Die Jahresemission von Radionukliden nach der Hüllkurven-Methode durch den Betrieb von EDU1-4 nach Radionuklidgruppen laut Messungen .....	37
Tab. 16	Die projektierten Jahresemissionen von Radionukliden durch den Betrieb von EDU1-4 nach Radionuklidgruppen [15] .....	38
Tab. 17	Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis - neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava.....	39
Tab. 18	Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1 (durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava).....	42
Tab. 19	Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava.....	44
Tab. 20	Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis – 2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava.....	46
Tab. 21	Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis – 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava .....	50
Tab. 22	Österreich - effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen und effektive Folgedosen .....	52
Tab. 23	Slowakei - effektive Jahresdosis der Einzelperson, Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen und effektive Folgedosen .....	53
Tab. 24	Polen - effektive jährliche Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen und effektive Folgedosen.....	53
Tab. 25	Deutschland - effektive jährliche Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen und effektive Folgedosen.....	54
Tab. 26	Lebensdosen der repräsentativen Einzelperson.....	54
Tab. 27	Effektive jährliche Personendosis und effektive Folgedosis der am Aufbau beteiligten Mitarbeiter in den einzelnen Sektoren.....	56
Tab. 28	Tägliche Dosisrate der biotischen Komponente - neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava.....	56
Tab. 29	Tägliche Dosisrate der biotischen Komponente - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe + EDU2-4, Stilllegung von EDU1, minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava .....	57
Tab. 30	Einfluss der variablen Parameter der Emissionen in die Atmosphäre auf die Gesamtdosis der Einzelperson in den gewählten Sektoren.....	59
Tab. 31	Einfluss des Entlüftungskamins und des Turms auf die Höhe der Dosis der Einzelperson und die Anteile der dominanten Radionuklide an den Emissionen in die Atmosphäre für den am stärksten belasteten Sektor (Kordula).....	59

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Anordnungsschema des Berechnungsrasters - Gesamtes Berechnungsgebiet .....	13
Abb. 2	Anordnungsschema des Berechnungsrasters - Detail des Berechnungsgebiets in der Umgebung des Standorts Dukovany .....	13
Abb. 3	Anordnungsschema der Emissionsquellen der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternativen 2 x 1200 MWe und 1 x 1750 MWe) und EDU1-4 im Programm ESTE AI .....	14
Abb. 4	Vom Programm ESTE AI angenommene Expositionswege des Menschen .....	18

Abb. 5	Expositionswege der Vertreter der terrestrischen Biota.....	19
Abb. 6	Expositionswege der Vertreter der Wasser-Biota .....	19
Abb. 7	Windrose für den Standort Dukovany 2014 und Vergleich mit den Windrosen 2012-2014 .....	21
Abb. 8	Das Vorkommen einzelner Kategorien der Wetterstabilität am Standort Dukovany 2014 und Vergleich mit der Stabilität 2012-2014 .....	22
Abb. 9	Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [ $\mu$ Sv] - neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava.....	40
Abb. 10	Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [ $\mu$ Sv] - neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und Still von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava.....	41
Abb. 11	Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Person [ $\mu$ Sv] - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava.....	42
Abb. 12	Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [ $\mu$ Sv] - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava.....	43
Abb. 13	Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [ $\mu$ Sv] - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava.....	44
Abb. 14	Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [ $\mu$ Sv] - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava.....	45
Abb. 15	Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der Einzelperson [ $\mu$ Sv] (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava).....	46
Abb. 16	Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der Einzelperson [ $\mu$ Sv] (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava).....	47
Abb. 17	Effektive Gesamtdosis und Folgedosis aus Wasserläufen nach Alterskategorien [ $\mu$ Sv] (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava).....	47
Abb. 18	Wasserläufe, Alterskategorien unter 7 Jahre im Sektor 56, Anteil der einzelnen Expositionswege an der effektiven Gesamtdosis (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava).....	48
Abb. 19	Wasserläufe, Alterskategorie über 17 Jahre (Erwachsene) im Sektor 56, der Beitrag der einzelnen Expositionswege zur effektiven Gesamtdosis (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava).....	48
Abb. 20	Wasserläufe, Sektor 56, prozentualer Anteil der Nuklide an der Gesamtdosis über alle Wege für Kinder und Erwachsene (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava) .....	49
Abb. 21	Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der Einzelperson [ $\mu$ Sv] (1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4, Stilllegung von EDU1, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava) .....	51
Abb. 22	Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der Einzelperson [ $\mu$ Sv] (1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4, Stilllegung von EDU1, minimale Durchflussmenge 1,2 m <sup>3</sup> /s im Fluss Jihlava) .....	51
Abb. 23	Lage der Baustelle der zwei Blöcke der neuen Kernkraftanlage und der betreffenden Berechnungssektoren .....	55

# Abkürzungsverzeichnis

AT	Österreich
ČEZ, a. s.	Handelsname der Betreibergesellschaft des KKW Dukovany
ČHMÚ	Tschechisches Wetteramt
ČR	Tschechische Republik
EDU	Gelände des Kernkraftwerks Dukovany (EDU1-4 sowie neue Kernkraftanlage)
EDU1-4	Kernkraftwerk Dukovany (Blöcke 1 bis 4)
EDU1	Kernkraftwerk Dukovany, 1. Block
EDU2-4	Kernkraftwerk Dukovany (Blöcke 2 bis 4)
CHV	Kühlturm
IAEA	Internationale Atomenergie-Organisation (International Atomic Energy Agency)
ICRP	Internationale Strahlenschutzkommission (International Commission on Radiological Protection)
IED	Effektive Personendosis, einschließlich effektiver Folgedosis
IRSN	Deutsche Übersetzung – Institut für Strahlenschutz, Frankreich (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire)
JAVYS	Slowakische Gesellschaft für die Stilllegung von Kernkraftanlagen
JE	Kernkraftwerk
NKKA	Neue Kernkraftanlage am Standort Dukovany
NKKA EDU	Neue Kernkraftanlage am Standort Dukovany (Titel des Dokuments)
PC	Computer-Code
Q	Durchflussmenge
RAP	Referenztier und Referenzpflanze
RG	Sicherheitsanleitung US NRC
RVP	radioaktive Edelgase
SÚJB	Staatliche Behörde für Atomsicherheit
SÚRO	Staatliches Amt für den Strahlenschutz
ÚJD SR	Amt für Atomaufsicht der Slowakischen Republik
ÚJV Řež	Institut für Kernforschung Řež
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
ÚVZ SR	Amt für öffentliche Gesundheit der Slowakischen Republik
US NRC	Atomaufsichtskommission der Vereinigten Staaten von Amerika
VÚV TGM	Wasserwirtschaftliches Forschungsinstitut von T. G. Masaryk
VK	Entlüftungskamin

# 1 Einleitung

Gegenstand dieses technischen Berichts ist die Bewertung der zulässigen Strahlenexposition durch Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage am Standort Dukovany (nachstehend nur NKKA) im Zusammenwirken mit der Exposition durch den Betrieb des Kernkraftwerks Dukovany (nachstehend nur EDU1-4 beziehungsweise EDU2-4). Der technische Bericht ist eine Anlage der UVP-Dokumentation für die neue Kernkraftanlage (5.1 Strahlenexposition - Betriebszustände). Die in diesem Bericht präsentierten Ergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit Spezialisten der Firma ABmerit erarbeitet, die die betreffenden Berechnungsmodelle ausgearbeitet, eigene Berechnungen durchgeführt und die Auswertung der Ergebnisse erstellt haben.

## 2 Zweck des Dokuments

Zweck des Dokuments ist die nähere Ausführung der einzelnen Teilaspekte der angewandten Methodik und der Ergebnisse der Auswertung der Strahlenexposition durch die Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage im Zusammenwirken mit EDU1-4, die in der UVP-Dokumentation enthalten sind.

Das Dokument enthält das Vorgehen und die Ergebnisse der Bewertung der Wirkungen der angenommenen Strahlenexposition der Einwohner in der näheren und entfernteren Umgebung, der am Aufbau beteiligten Mitarbeiter, der Einwohner in den Nachbarstaaten und der biologischen Umweltkomponente durch die Kernkraftanlage und den Betrieb von EDU1-4. Das Dokument wurde in der Form der Anlage der UVP-Dokumentation erstellt.

Es befasst sich mit der Strahlenexposition durch die Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage. Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage bezeichnet die Bedingungen des normalen und des abnormalen Betriebs.

Das Dokument enthält die Beschreibung der Methodik und deren Voraussetzungen, eine Beschreibung der Emissionserfassung nach der Hüllkurven-Methode zum Zweck der Bewertung der Strahlenexposition durch die Betriebszustände, eine Beschreibung der Ermittlung und Auswertung der Strahlenexposition durch die Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage, eine Empfindlichkeitsanalyse und die abschließende Zusammenfassung.

## 3 Methodik und Voraussetzungen

### 3.1 Analyse der Problematik und Beschreibung des methodischen Vorgehens

Beim Kernkraftbetrieb kann sich die Exposition durch ionisierende Strahlen in Form kleiner, gesteuerter und kontrollierter Mengen radioaktiver Stoffe auswirken. Sie werden über den Entlüftungskamin bzw. die Kühltürme als Emissionen in die Atmosphäre und über das Kontrollbecken in die Wasserläufe abgeleitet.

Kategorien der Betriebszustände sind der normale und der abnormale Betrieb. Der abnormale Betrieb bezeichnet einfache Störungen und Ausfälle, wobei vorausgesetzt wird, dass es dazu mindestens einmal während des Betriebs des Kraftwerksblocks kommen kann. Zu typischen Fällen dieser Kategorie gehören insbesondere der Ausfall der externen Stromversorgung, Störungen im System der Steuerung der Reaktivität, die kurzfristige Öffnung der Sicherheitsventile der Dampfgeneratoren, der Bruch von Rohrleitungen mit kleinem Durchmesser (Hilfsrohrleitung, Rohrleitung für die Messung und Entnahme der Proben) u.Ä. Bei abnormalen Betriebsarten müssen die Grenzwerte und Bedingungen erfüllt werden, einschließlich der Grenzwerte bezüglich der Aktivität der einzelnen Medien innerhalb der Kernanlage sowie der Emissionen in die Umwelt.

Bei der Auswertung der Exposition durch ionisierende Strahlung beim Betrieb der Kernanlage wird beurteilt, ob die festgelegten Grenzwerte oder die optimierten Dosisgrenzwerte erfüllt werden. Das Atomgesetz und die Ausführungsverordnung über den Strahlenschutz und die Sicherheit der Radionuklidquelle [1] legen den allgemeinen Expositionsgrenzwert und den optimierten Dosisgrenzwert als Obergrenze für die künftige Ermittlung zulässiger Expositionsgrenzwerte radioaktiver Stoffe am Arbeitsplatz der Kernkraftanlage fest.

Der allgemeine Expositionsgrenzwert für die Einwohner aus allen genehmigten oder registrierten Tätigkeiten beträgt 1 mSv/Jahr.

Der Betreiber der Kernkraftanlage ist verpflichtet, den für den Betrieb der Kernkraftanlage zulässigen und vom Staatlichen Amt für Atomsicherheit in der Genehmigung festgelegten Grenzwert einzuhalten. Dieser Grenzwert ist in der Regel niedriger als der optimierte Dosisgrenzwert der repräsentativen Einzelperson der Bevölkerung von 0,25 mSv/Jahr. Dabei darf die effektive Gesamtpersonendosis, die sich aus den effektiven Dosen der externen Exposition und den effektiven Folgedosen der internen Exposition zusammensetzt, den Wert von 0,2 mSv/Jahr für Emissionen in die Atmosphäre und den Wert von 0,05 mSv/Jahr für Emissionen ins Oberflächenwasser nicht überschreiten. Wenn sich am Standort mehrere Kernkraftanlagen befinden, was bei der bewerteten neuen Kernkraftanlage der Fall ist, wird beim Nachweis der Einhaltung des optimierten Dosisgrenzwerts die Exposition der repräsentativen Einzelperson durch die ionisierende Strahlung aller Kernkraftanlagen berücksichtigt.

Die repräsentative Person ist diejenige Person, die der Exposition durch die beurteilte Quelle (im gegebenen Fall des Kraftwerks) am stärksten ausgesetzt ist. Es handelt sich in der Regel um eine Person, die in der Gemeinde in der Nähe des Kraftwerks lebt und deren Lebensgewohnheiten (Wasserkonsum, lokaler Nahrungsmittelverzehr, Aufenthalt im Freien) die empfangene Dosis maximieren. Die Spezifikation der repräsentativen Einzelperson ist ein Ergebnis der durchgeführten Beurteilung.

Im Rahmen der durchgeführten Bewertung der Exposition der ionisierenden Strahlung wurde somit die Exposition durch die neue Kernkraftanlage sowohl separat als auch insbesondere im Zusammenwirken mit den gegenwärtig betriebenen und zukünftig stillzulegenden Kraftwerksblöcken EDU1-4 und anderen Kernkraftanlagen am Standort Dukovany beurteilt (d. h. MSVP, SVP und URAO)<sup>1</sup>.

Der Kern der Beurteilung ist die rechnerische Ermittlung der maximalen effektiven Jahresdosis sowie der Lebensdosis der repräsentativen Einzelperson und weiterer Einwohner, und zwar konservativ (nach der Hüllkurven-Methode) für alle angenommenen Leistungsalternativen der neuen Kernkraftanlage und der Zusammenwirkung. Diese Dosen werden in Bezug auf die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte der optimierten Dosisgrenzwerte der Jahresexposition und in Bezug auf die jeweiligen lebenslangen Schädigungen ausgewertet.

Außer der Auswertung der Dosen für die in der nächsten Umgebung der neuen Kernkraftanlage wohnenden Personen und Personen, die auf dem Gebiet wohnen, wo die höchsten Dosen des Typs der abgeleiteten Emissionen vorausgesetzt werden (Personen mit Wohnsitz in der Nähe des Flusses Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno) wurden auch die Expositionsdosen für die im Umkreis von 100 km von der neuen Kernkraftanlage wohnenden Personen ausgewertet, einschließlich der spezifischen Konzentration auf bedeutende städtische Ballungsgebiete und Grenzgebiete der Nachbarstaaten. Vollständigkeitshalber wurden die Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen sowie die mittleren Dosen bestimmt und mit der natürlichen Dosisleistung verglichen, die durch Radon, kosmische Strahlung und weitere Komponenten verursacht wird.

Außerdem wurden die vorausgesetzten Expositionsdosen der Mitarbeiter ausgewertet, die am Aufbau der neuen Kernkraftanlage beteiligt sind.

Als letzter Faktor wurden die Dosen und die Dosisleistungen der Tiere und Pflanzen ausgewertet, die den höchsten Expositionsdosen ausgesetzt sind und gemäß Anleitung IAEA mit den empfohlenen Referenzwerten verglichen.

Grundsätzlich wurde für die durchgeführte Beurteilung der Exposition durch ionisierende Strahlung der Betriebszustände eine konservative Methodik gewählt. Das Hauptziel dieser Methodik war die Sicherstellung, dass die Beurteilung der Exposition durch ionisierende Strahlung der Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage aus Sicht der in der UVP-Dokumentation präsentierten Strahlenexposition der Bevölkerung zu konservativ höheren Folgen führt als alle künftigen Beurteilungen, die gemäß Atomgesetz für den konkreten gewählten Reaktortyp durchgeführt werden. Wichtigstes Mittel zum Erreichen dieses Ziels

---

<sup>1</sup> Aus diesen Kernkraftanlagen werden jedoch unter den jeweiligen Betriebszuständen keine Radionuklide in die Umwelt abgeleitet und ihr Einfluss auf die Dosis der repräsentativen Person war unbedeutend.

war die Wahl konservativer Voraussetzungen und Annahmen, die in den weiteren Kapiteln ausführlich charakterisiert werden. Es handelte sich dabei vor allem um die konservative (maximale) Dauer des angenommenen möglichen Parallelbetriebes der Blöcke der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 beziehungsweise EDU2-4, das konservative Verfahren zur Ermittlung der maximalen Emissionen von Radionukliden nach der Hüllkurven-Methode sowohl für die neue Kernkraftanlage als auch für EDU1-4, konservative Annahmen hinsichtlich der minimalen Durchflussmengen im Fluss Jihlava, in den die flüssigen Emissionen gegenwärtig und künftig abgeleitet werden, konservative Annahmen in Bezug auf die Menge der Ableitung eines möglichen Teils der flüssigen Emissionen in die Atmosphäre, konservative Annahmen in Bezug auf das Verhalten und die Lebensgewohnheiten der Bevölkerung und weitere Parameter und Voraussetzungen (Höhe der Entlüftungskamine und der Kühltürme, Anzahl der Kühltürme, Lage der Auslaufbauwerke im komplexen Projekt der neuen Kernkraftanlage...).

### 3.2 Grundsätzliche Voraussetzungen und Annahmen

Zu den grundsätzlichen Voraussetzungen zählen unter anderem die Anzahl der angenommenen Blöcke der neuen Kernkraftanlage, der Zeitplan der Inbetriebnahme der neuen Kernkraftanlage und die Annahmen in Bezug auf den Parallelbetrieb der neuen Kernkraftanlage und der vorhandenen Blöcke EDU1-4. Der Gegenstand des Vorhabens der neuen Kernkraftanlage ist der Bau von 1 bis 2 Blöcken der neuen Kernkraftanlage mit einer elektrischen Netto-Leistung bis 2400 MWe. Der angegebenen Leistung entsprechen zwei Blöcke mit einer elektrischen Netto-Leistung von bis zu 2400 MWe (2 x 1200 MWe) oder ein Block mit einer elektrischen Netto-Leistung von bis zu 1750 MWe.

Unter dem Aspekt des Einflusses des parallelen Baus, des Betriebs der neuen Kernkraftanlage und des Betriebs und der Stilllegung von EDU1-4 wurden im Einklang mit allen in der UVP-Dokumentation angewandten Verfahren in der Beurteilung konservativ (nach der Hüllkurven-Methode) folgende Betriebszustände analysiert:

- 2025 - 2035:           Betrieb von EDU1-4 (2000 MW<sub>e</sub>), Aufbau der neuen Kernkraftanlage 1. Block, Aufbau der neuen Kernkraftanlage 2. Block
- 2035 - 2045:           *niedrigere Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage (Leistung der Blöcke bis 1200 MW<sub>e</sub>):*  
Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1. Block (bis 1200 MW<sub>e</sub>), Betrieb von EDU1-4 (2000 MW<sub>e</sub>), Aufbau der neuen Kernkraftanlage 2. Block  
*höhere Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage (Leistung des Blocks bis 1750 MW<sub>e</sub>):*  
Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1. Block (bis 1750 MW<sub>e</sub>), Betrieb von EDU2-4 (1500 MW<sub>e</sub>), Stilllegung von EDU1
- 2045 - 2105:           *niedrigere Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage (Leistung der Blöcke bis 1200 MW<sub>e</sub>):*  
Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1. und 2. Block (bis 2400 MW<sub>e</sub>), Stilllegung von EDU1-4  
*höhere Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage (Leistung des Blocks bis 1750 MW<sub>e</sub>):*  
Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1. Block (bis 1750 MW<sub>e</sub>), Stilllegung von EDU1-4

Die höchste Leistung (nach der Hüllkurven-Methode) des maximalen zehnjährigen Parallelbetriebs der Blöcke entspricht dem Betrieb eines Blocks der höheren Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage, 1. Block (bis 1750 MW<sub>e</sub>) und der drei Blöcke EDU2-4 (1500 MW<sub>e</sub>) d. h. insgesamt 3250 MW<sub>e</sub>. Dieser Betriebszustand deckt auch die Möglichkeit des Parallelbetriebs der vier Blöcke EDU1-4 (2000 MW<sub>e</sub>) und eines Blocks der niedrigeren Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage, 1. Block (bis 1200 MW<sub>e</sub>), d. h. insgesamt 3200 MW<sub>e</sub> ab.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass nur die niedrigere Leistungsalternative (Block mit einer Leistung bis 1200 MWe) in der Ausführung mit zwei Blöcken realisiert werden kann, während die höhere Leistungsalternative (Block mit der Leistung bis 1750 MWe) nur in der Ausführung mit einem Block realisiert werden kann, wurde die Beurteilung der Strahlenexposition separat für 2 Blöcke je bis 1200 MWe und für 1 Block bis 1750 MWe durchgeführt. Die Beurteilung für 2 Blöcke je bis 1200 MWe deckt konservativ nach der Hüllkurven-Methode auch den Fall ab, dass nur 1 Block der neuen Kernkraftanlage mit einer Leistung bis 1200 MWe realisiert wird, und sie deckt auch, wie weiter gezeigt wird, den Fall des vorübergehenden Parallelbetriebs des 1. Blocks der neuen Kernkraftanlage bis 1200 MWe mit dem betriebenen EDU1-4 ab.

Aus dem Zeitplan des Vorhabens der neuen Kernkraftanlage ergibt sich, dass der Parallelbetrieb der 2 Blöcke der neuen Kernkraftanlage (2 x 1200 MWe) mit dem Betrieb EDU1-4 ausgeschlossen ist. Die Beurteilung für einen Block 1750 MWe deckt konservativ auch den Fall von einem Block 1455 MWe und im Prinzip alle Referenzblöcke im Leistungsbereich von 1200 MWe bis 1750 MWe in der Einblock-Ausführung ab.

Auch wenn die Strahlenexposition durch die Emissionen des Betriebs immer bedeutend höher sind als die Strahlenexposition durch die Emissionen der Stilllegung, wurde immer auch das Zusammenwirken mit der Stilllegung von EDU1-4 angenommen.

Die beurteilten grundsätzlichen Leistungsalternativen unter dem Aspekt der Strahlenexposition waren somit wie folgt:

- A) Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und Stilllegung von EDU1-4
- B) Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Parallelbetrieb von EDU2-4 sowie Stilllegung von EDU1. Dieser Betriebszustand ist dessen ungeachtet zeitlich auf maximal 10 Jahre beschränkt. Deshalb wurde insbesondere unter dem Aspekt der Langzeitwirkung auch folgende Leistungsalternative C ausgewertet, bei der jedoch die kurzfristigen (jährlichen) Einflüsse immer geringer sind als bei Alternative B.
- C) Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4

Unter dem Aspekt der Strahlenexposition wurden primär die Jahresdosen der Einzelpersonen der Bevölkerung bewertet, für die das Staatliche Amt für Atomsicherheit mittels der Verordnung SÚJB Nr. 422/2016 GBl. [1] den Grenzwert der Strahlenexposition und das Atomgesetz den optimierten Dosisgrenzwert vorschreiben, die bei der Bewertung berücksichtigt wurden. Für die Auswertung der betreffenden lebenslangen Risiken nach der Methodik ICRP [4] wurden die Lebensdosen pro Person bestimmt, für die im Rahmen der Bewertung der Jahresdosen die höchsten Dosen für einzelne Berechnungsalternativen ermittelt wurden.

### 3.3 Beschreibung und Charakteristik des Berechnungsprogramms

Für die Ermittlung der Strahlenexposition durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage wurde das Berechnungsprogramm ESTE Annual Impacts in der Version ESTE EDU Annual Impacts v. 5.00 (nachstehend nur ESTE AI) der Firma ABmerit verwendet [2]. Der Rechencode ESTE AI ist ein Programm zur Bewertung der radiologischen Belastung der Umgebung durch den Normalbetrieb von Kernkraftanlagen. Die Methodologie und die Algorithmen des Programms ermöglichen die Identifikation und Ermittlung der repräsentativen Einzelperson (kritische Bevölkerungsgruppe) in der Umgebung der Kernkraftanlage anhand der Emissionen in die Atmosphäre, der Emissionen in Wasserläufe und summarisch aller Emissionen. Die repräsentative Person wird nach dem §2 des Atomgesetzes definiert als die "Einzelperson der Bevölkerung, die ein Vertreter der Modellgruppe der physischen Personen ist, die der Strahlenexposition durch die gegebene Quelle und auf dem gegebenen Weg am stärksten ausgesetzt sind". Das Programm ermöglicht es, die Exposition durch die Emissionen in die Atmosphäre der einzelnen Emissionsquellen am beurteilten Standort (Entlüftungskamine und Kühltürme) und die Exposition durch die Emissionen in Wasserläufe (Einnüpfung in die Talsperre Mohelno) separat zu beurteilen.

Außerdem ist es mit dem Programm ESTE AI möglich, die Wirkungen der Emissionen des Standorts Dukovany auf die nähere und entferntere Umgebung sowie die Wirkungen auf die Nachbarstaaten im Umkreis von 100 km um den Standort Dukovany zu ermitteln und zu präsentieren.

Das Programm berechnet die Expositionen und stellt sie in einem Berechnungsraster dar, das in 16 regelmäßige Sektoren in Himmelsrichtungen und in 12 Ringflächen im Umkreis (von jeweils 0-1 km, 1-2 km, 2-3 km, 3-5 km, 5-7 km, 7-10 km, 10-15 km, 15-20 km, 20-30 km, 30-50 km, 50-75 km und 75-100 km) aufgeteilt ist. Der Raster bildet insgesamt 192 Berechnungssektoren. Die Strahlenexposition – die effektive jährliche Personendosen und die effektive Folgedosis für einzelne Alterskategorien der Bevölkerung werden mit dem Programm ESTE AI für jeden der 192 Sektoren separat berechnet. Die Mitte des Rasters befindet sich im Modell am Fuß des Entlüftungskamins zwischen dem 1. und 2. Block des betriebenen Kraftwerks EDU1-4. Die Ringflächen werden für die näheren Gebiete feiner unterteilt. Für die Ermittlung der Dosen in der jeweils näheren Umgebung ist das Berechnungsraster somit dichter und die Ergebnisse sind genauer. Die Anordnung des Berechnungsrasters für das gesamte Berechnungsgebiet und für die nähere Umgebung des Standorts Dukovany ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

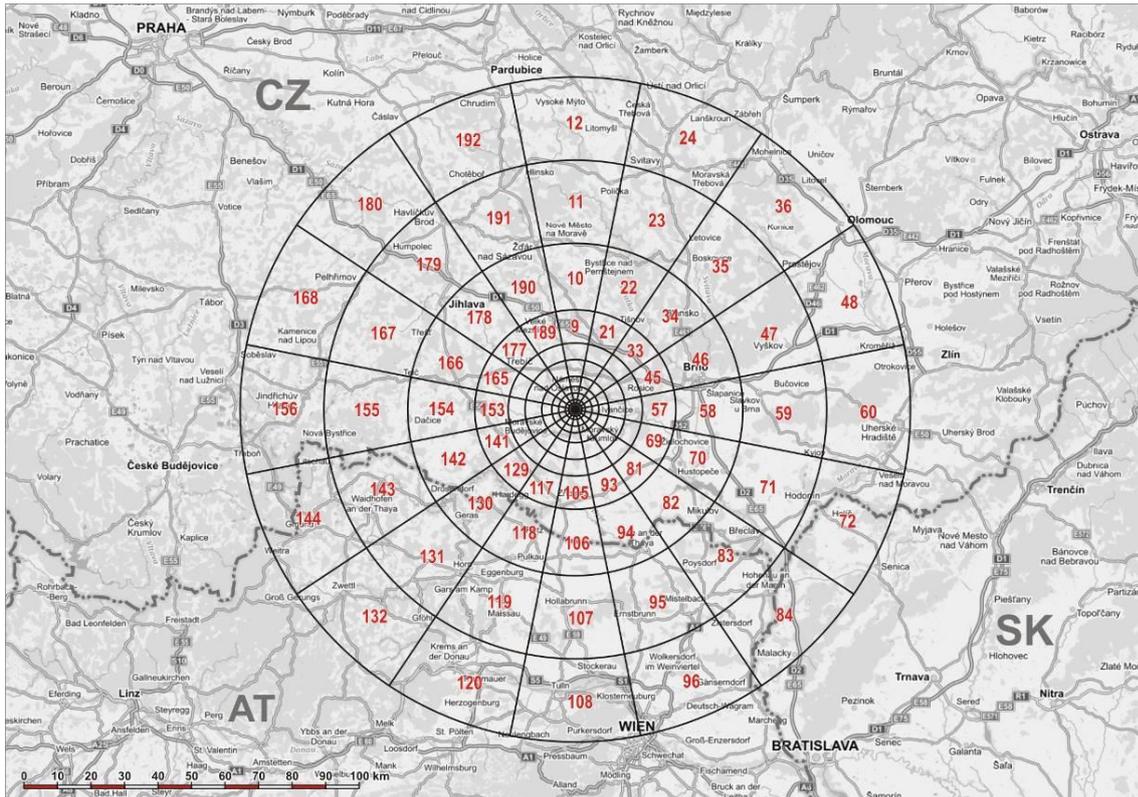


Abb. 1 Anordnungsschema des Berechnungsrasters - Gesamtes Berechnungsgebiet

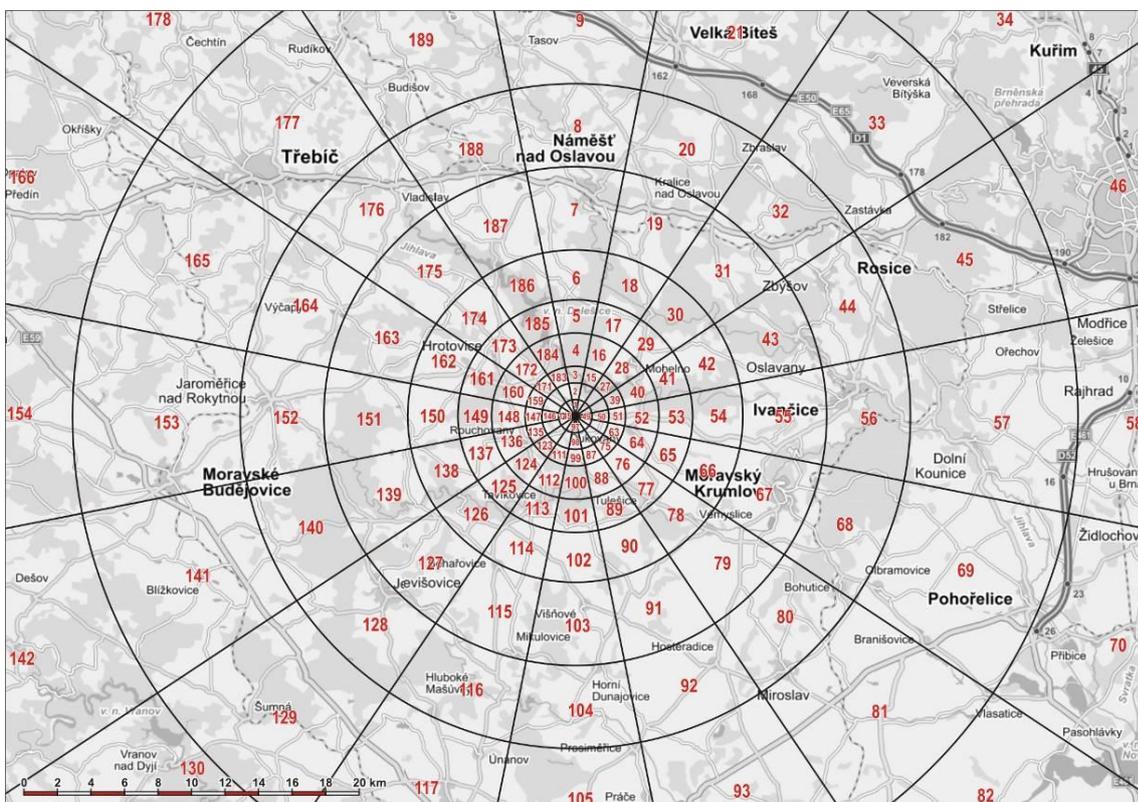
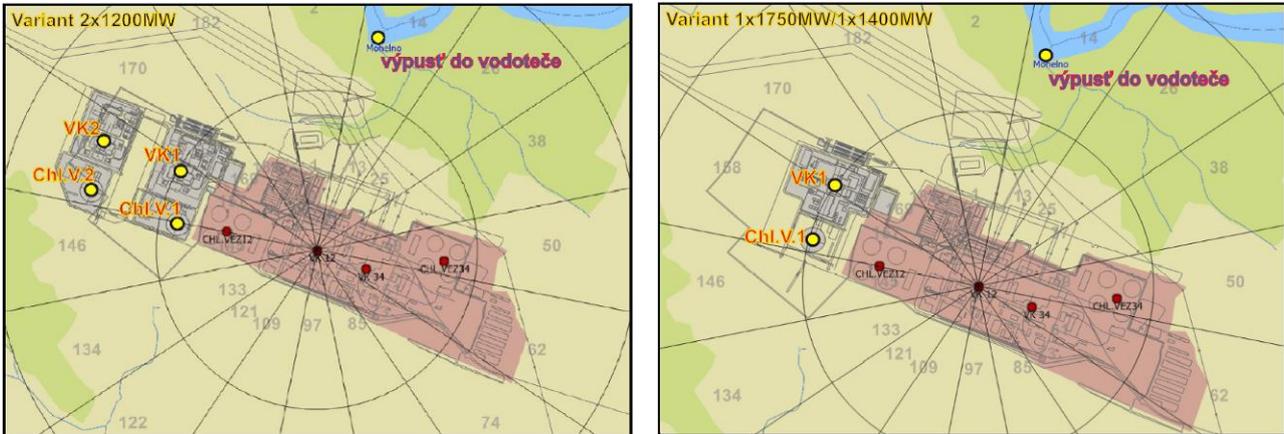


Abb. 2 Anordnungsschema des Berechnungsrasters - Detail des Berechnungsgebiets in der Umgebung des Standorts Dukovany

Das Berechnungsraster der näheren Umgebung der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 mit der Bezeichnung der Emissionsorte ist auf der unten angeführten Abbildung für die Leistungsalternative von zwei Blöcken der neuen Kernkraftanlage und von einem Block der neuen Kernkraftanlage dargestellt. Als die Emissionsorte in die Atmosphäre wurde die Entlüftungskamine und die Kühltürme der neuen



Kernkraftanlage und von EDU1-4 angenommen. Emissionsort in die Wasserläufe der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 ist die Talsperre Mohelno.

**Abb. 3 Anordnungsschema der Emissionsquellen der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternativen 2 x 1200 MWe und 1 x 1750 MWe) und EDU1-4 im Programm ESTE AI**

Variant 2x1200MW	Variante 2 x 1200 MW
Výpusť do vodoteče	Emission in den Wasserlauf

In der folgenden Tabelle sind alle Nummern der Berechnungssektoren und deren Lage im Sektor und in der Ringfläche aufgeführt. In der Tabelle sind grau unterlegt die Informationen über die Bevölkerung des gegebenen Sektors dargestellt, weil ein Teil der Sektoren (insbesondere in der nächstgelegenen Umgebung von EDU1-4) unbewohnt ist. Für diese Sektoren wurden zwar ebenfalls die Berechnungen der effektiven Personendosen durchgeführt, aber hier wohnt niemand und deshalb kann sich in diesen Sektoren auch keine repräsentative Einzelperson befinden. Ein Sektor gilt als bewohnt, wenn innerhalb des Sektors der Definitionspunkt einer Gemeinde liegt bzw. wenn sich im Sektor bebauts Gebiet einer Gemeinde oder Liegenschaften befinden.

**Tab. 1 Lage der einzelnen ESTE AI Berechnungssektoren (Entfernung und Richtung) und Angaben zur Bevölkerung der Sektoren**

Richtung, Himmelsrichtung	Entfernung von der Mitte des Berechnungsrasters [km]											
	0-1	1-2	2-3	3-5	5-7	7-10	10-15	15-20	20-30	30-50	50-75	75-100
0,0°, N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22,5°, NNO	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
45,0°, NO	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
67,5°, ONO	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
90,0°, O	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
112,5°, OSO	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
135,0°, SO	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
157,5°, SSO	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
180,0°, S	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
202,5°, SSW	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
225,0°, SW	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
247,5°, WSW	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
270,0°, W	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
292,5°, WNW	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
315,0°, NW	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
337,5°, NNW	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
bewohnter Sektor:												
unbewohnter Sektor:												

### 3.3.1 Modell für die Ausbreitung der radioaktiven Stoffe der Emissionen in der Atmosphäre

Das Programm ESTE AI berechnet die Ausbreitung der Radionuklide in der Atmosphäre und die langfristigen mittleren Konzentrationen, die durch die Betriebszustände der Kernkraftanlage verursacht werden, mit dem Lagrange-Partikel-Modell PTM (Puff Trajectory Model). Die atmosphärische Diffusion in der Horizontalrichtung wird mit dem Gaußschen Modell der Streuung von Stoffen in der Atmosphäre modelliert. In der Vertikalrichtung wird die Methode der numerischen Lösung der halbempirischen Gleichung der atmosphärischen Diffusion verwendet. Das mathematische Modell berücksichtigt die Mechanismen der radioaktiven Umwandlung, die Ausspülung durch die Niederschläge, den Mechanismus des trockenen und nassen Niederschlags. Für die Berechnung werden die meteorologischen Eingangsdaten für den gegebenen Zeitraum verwendet. Die gesamte Jahresemission ist gleichmäßig auf einzelne Jahresstunden verteilt, und es werden die entsprechenden für einzelne Stunden gemessenen meteorologischen Bedingungen angewendet. In Berechnungssektoren, in denen sich die neue Kernkraftanlage und EDU1-4 physisch befinden und bis zu einer Entfernung von 2 km vom Emissionsort in die Atmosphäre wird im Modell des Programms ESTE AI vorausgesetzt, dass es sich um bebauten Gebiet handelt und für die Berechnung der Dispersion der radioaktiven Stoffe werden die Modellparameter für die Stadtbebauung („urban conditions“) verwendet. Der Dispersionskoeffizient ist von der Entfernung vom Emissionsort und der Kategorie der Wetterstabilität abhängig, siehe [9], [13], [14]. Außerhalb der bebauten Sektoren, der Areale der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 gelten für die Wolke mit der Bahn  $L = 2-20$  km bei der Berechnung der Dispersion der radioaktiven Stoffe die Modellparameter für Landbedingungen („rural conditions“). Der Dispersionskoeffizient ist von der Entfernung vom Emissionsort und von der Kategorie der Wetterstabilität abhängig. Für die Bahn der Wolke über 40 km unterstellt das Programm ESTE AI, dass die Dispersion der radioaktiven Wolke nur von der Zeit ihrer Ausbreitung abhängig ist (der Zeit ihrer Ausbreitung vom Emissionsort, Verfahren nach Gifford). Für die Bahn der Wolke zwischen 20 km und 40 km verwendet das Programm ESTE AI die Interpolation der Parameter für Landbedingungen und die nur von der Ausbreitungszeit abhängigen Parameter. Wenn die Bewegungsgeschwindigkeit  $puff-u < 1,0$  m3/s ist, wird davon ausgegangen, dass die Dispersion der radioaktiven Wolke nur von der Zeit ihrer Ausbreitung abhängig ist, siehe [9], [13].

Zur Berechnung der durch den normalen Betrieb verursachten durchschnittlichen Konzentrationen in der Atmosphäre werden konstante meteorologische Parameter für die Ausbreitung der Emission in der Berechnungszone unterstellt, d. h. die Windrichtung, die Windgeschwindigkeit, die Kategorie der Stabilität, die Höhe der Mischschicht, die Intensität der Niederschläge sind ab dem Zeitpunkt der Emission aus dem Entlüftungskamin (VK) bzw. Kühlturm (CHV) bis zu einer Entfernung von 100 km vom Emissionsort konstant.

Das Verhalten der Emissionen von H-3 (in die Atmosphäre und in die Wasserläufe) und der Aufnahme durch Pflanzen wird gemäß dem Modell des Feuchtwechsels (Wasser) zwischen der Umluft und der Pflanze modelliert. Das Modell nutzt die Angaben über die absolute Luftfeuchtigkeit (in der Vegetationsperiode) und die Angaben über den Wassergehalt in einzelnen Pflanzen.

Im Falle der Modellierung der Emission von C-14 in die Atmosphäre setzt das Modell eine organische Komponente ( $C_nH_{2n}$ ) und eine anorganische Komponente ( $CO$ ,  $CO_2$ ) an. Bei der organischen Komponente wird vorausgesetzt, dass es in der Vegetationsperiode zum Austausch des organischen C-14 zwischen der Pflanze und der Atmosphäre kommt, ähnlich wie im Fall von H-3. Das Modell verwendet die Angabe über die übliche Konzentration des (nicht radioaktiven) Kohlenstoffs in der Atmosphäre und die Angaben über den Kohlenstoffgehalt in einzelnen Pflanzen. Bei der Berechnung der effektiven Folgedosis durch Inhalieren in den einzelnen Alterskategorien werden beide Formen des C-14 (anorganisch sowie organisch) herangezogen. Der Berechnungsalgorithmus nimmt an, dass die konkrete Form des organischen C-14 in den Emissionen in die Atmosphäre nicht bekannt ist. Die konservative Betrachtungsweise dieser Annahme besteht darin, dass auch wenn man beim Teil des organischen C-14 in Emissionen in die Atmosphäre voraussetzen kann, dass er in Form von Methan vorkommt (leichter als die Luft) und sich in der nahen Umgebung des Emissionsorts in höheren Luftschichten ausbreiten könnte, so kann er doch in der näheren Umgebung des Emissionsorts nicht inhaliert werden. Somit wird unter dem Aspekt der Strahlenexposition (Folgedosis) durch die Inhalation konservativ angenommen, dass sich der organische C-14 in der Atmosphäre durch die Dispersion genauso ausbreitet wie der anorganische C-14, und dass er auf gleiche Weise inhaliert werden kann. Zur Berechnung der Konzentrationen von C-14 in Pflanzen wird angenommen, dass der C-14 in anorganischer Form auftritt.

### 3.3.2 Modell für die Ausbreitung der radioaktiven Stoffe der Emissionen in Wasserläufe

Für die Modellierung und Berechnung der Ausbreitung der Ableitung in Wasserläufe und für die Berechnung der Volumenkonzentrationen im Wasser in der Talsperre Mohelno und anschließend in den Wasserläufen Jihlava - Svatka - Dyje - Morava wurden die Algorithmen nach der Anleitung US NRC RG 1.109 [5] verwendet. Das Modell für den Standort Dukovany nimmt ein konstantes Wasservolumen in der Talsperre Mohelno an und nutzt im Weiteren die Angaben über die durchschnittliche oder minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno bzw. in weiteren Punkten längs des Flusses bis zum Zusammenfluss mit dem Fluss Morava. Bei der Modellierung des C-14 in Wasserläufen wird auf das Modell der dynamischen Volumenkonzentration (dynamic specific activity model) aus der Literatur [6] und [7] zurückgegriffen. Dieses Modell berücksichtigt den Austausch von C-14 in Form von CO<sub>2</sub> zwischen dem Wasser und der Umluft (oberhalb der Talsperre oder des Flusses). Das Modell wurde für die Berechnung der spezifischen Aktivität vom C-14 in Fischen und für die Berechnung der Konzentration von C-14 in Pflanzen nach der Berieselung angewandt.

### 3.3.3 Modell der Expositionswege

Im Modell des Programms ESTE AI werden alle Expositionswege der Bevölkerung (der Einzelpersonen) im Einklang mit den Anforderungen der Gesetzgebung und Empfehlungen der Internationalen Agentur für Kernenergie (IAEA) ausgewertet. Zugleich werden im Modell die Altersstruktur der Einwohner und deren Lebensgewohnheiten berücksichtigt. Im Rahmen der Auswertung der Expositionswege werden die Exposition durch die Wolke, das Depot, durch Inhalation der Volumenaktivität, durch Ingestion der lokal produzierten Lebensmittel unter Berücksichtigung der gesamten Kette der möglichen Transportwege der radioaktiven Stoffe der Emissionen in einzelne Komponenten der Umwelt modelliert.

Die repräsentative Einzelperson kann dementsprechend mit Radionukliden bestrahlt werden, die sich in der Atmosphäre in ihrer Umgebung befinden. Die Radionuklide in der Atmosphäre können eine externe Strahlenexposition und eine interne Exposition durch das Inhalieren der Radionuklide in der Atemluft verursachen. Diese Person kann weiter mit Radionukliden bestrahlt werden, die sich im Niederschlag (im Depot) auf dem Gelände in ihrer Umgebung befinden. Die Radionuklide im Niederschlag auf dem Gelände oder im Boden können eine externe Strahlenexposition und eine interne Exposition durch den Verzehr von Lebensmitteln verursachen, in die die Radionuklide aus dem umgebenden Boden durch das Wurzelsystem oder über ihr Blattersystem (durch die Atmung der Pflanzen oder durch den Niederschlag der Radionuklide auf die Blätter der Pflanzen) eingedrungen sind. Außerdem kann die repräsentative Einzelperson einer Exposition durch Radionuklide ausgesetzt werden, die ursprünglich infolge des Betriebs der Kernkraftanlage in Wasserläufe (ins Oberflächenwasser - in den Fluss) abgeleitet wurden und zwar durch die Aufnahme dieses Wassers in Form von Trinkwasser, durch den Verzehr von Fischfleisch aus dem Fluss, in den die Emissionen in Wasserläufe abgeleitet werden, durch den Verzehr von weiteren Lebensmitteln, die in der Vegetationsperiode mit Wasser aus dem Fluss berieselt wurden oder durch den Verzehr von der Milch der Kühe, die mit dem Wasser aus dem Fluss getränkt wurden. Eine Minoritätsbestrahlungsquelle der repräsentativen Einzelperson können auch der Aufenthalt am Ufer des Flusses (zum Beispiel Angler), das Schwimmen und Rudern im Fluss sein, in den die Emissionen in Wasserläufe abgeleitet werden.

Konkret werden im Modell des Programms ESTE AI folgende Expositionswege der Bevölkerung erstellt und bei den Berechnungen spezifiziert und ausgewertet:

- Exposition durch die Wolke (extern)/Dosis
- Exposition durch das Depot (extern)/Dosis
- Inhalieren der Volumenaktivität/Dosis (für einzelne Alterskategorien)
- Ingestion (für einzelne Alterskategorien):
  - Blattgemüse – Mensch (direkte Ingestion)
  - Sonstige landwirtschaftliche Produkte Mensch (direkte Ingestion)  
(Kornfrüchte, Kartoffeln, Obst, Weinrebe, Hopfen)
  - Frische Weide – Kuh – Milch – Mensch
  - Im Stall gefüttert – Kuh – Milch – Mensch
  - Frische Weide – Ziege – Milch – Mensch

- Im Stall gefüttert – Ziege – Milch – Mensch
- Frische Weide – Kuh – Fleisch – Mensch
- Im Stall gefüttert – Kuh – Fleisch – Mensch
- Trinkwasser – Mensch (direkte Ingestion)
- Im Stall mit Kornfrüchten gefüttert – Schwein – Fleisch – Mensch
- Im Stall mit Kornfrüchten gefüttert – Geflügel – Fleisch – Mensch
- Im Stall mit Kornfrüchten gefüttert – Geflügel – Eier – Mensch
- Berieseltes Blattgemüse – Mensch (direkte Ingestion)
- Berieselte sonstige landwirtschaftliche Produkte Mensch (direkte Ingestion)  
(Kornfrüchte, Kartoffeln, Obst, Weinrebe, Hopfen)
- Berieselte frische Weide – Kuh – Milch – Mensch
- Berieselt, im Stall gefüttert – Kuh – Milch – Mensch
- Berieselte frische Weide – Ziege – Milch – Mensch
- Berieselt, im Stall gefüttert – Ziege – Milch – Mensch
- Berieselte frische Weide – Kuh – Fleisch – Mensch
- Berieselt, im Stall gefüttert – Kuh – Fleisch – Mensch
- Berieselt, mit Kornfrüchten im Stall gefüttert – Schwein – Fleisch – Mensch
- Berieselt, im Stall mit Kornfrüchten gefüttert – Geflügel – Fleisch – Mensch
- Berieselt, im Stall mit Kornfrüchten gefüttert – Geflügel – Eier – Mensch
- Wasser (Fluss) – Fisch – Fleisch – Mensch
- Wasser (Fluss) – Kuh trinkt – Milch – Mensch
- Wasser (Fluss) – Kuh trinkt – Fleisch – Mensch
- Wasser (Fluss) – Schwein trinkt – Fleisch – Mensch
- Wasser (Fluss) – Geflügel trinkt – Fleisch – Mensch
- Wasser (Fluss) – Geflügel trinkt (Eier) – Eier – Mensch
- Baden im Fluss
- Rudern am Fluss
- Aufenthalt am Ufer (Fischer)

Die Expositionswege des Menschen, die mit dem Programm ESTE AI modelliert werden, sind in der folgenden Abbildung graphisch dargestellt.

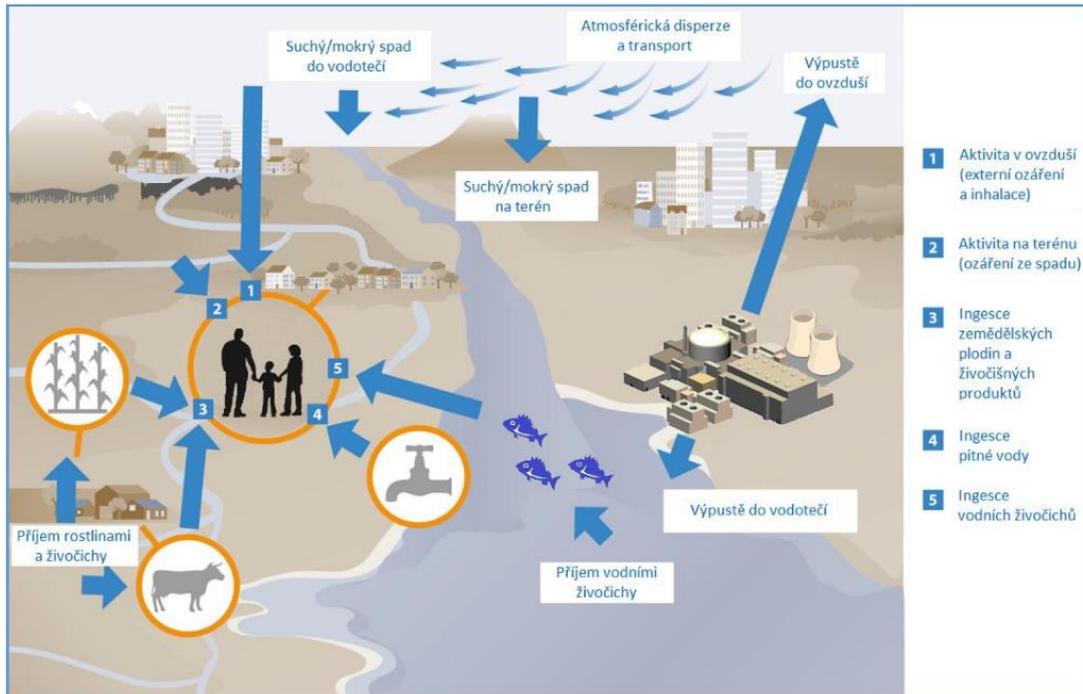


Abb. 4 Vom Programm ESTE AI angenommene Expositionswege des Menschen

Suchý/mokrý spad do vodotečí	Trockener/nasser Niederschlag in Wasserläufe
Suchý/mokrý spad na terén	Trockener/nasser Niederschlag auf das Gelände
Atmosferická disperze a transport	Atmosphärische Dispersion und Transport
Výpustě do ovzduší	Emissionen in die Atmosphäre
Výpustě do vodotečí	Emissionen in Wasserläufe
Přijem vodními živočichy	Aufnahme durch Wassertiere
Přijem rostlinami a živočichy	Aufnahme durch Pflanzen und Tiere
Aktivita v ovzduší (externí ozáření a inhalace)	Aktivität in der Atmosphäre (externe Exposition und Inhalieren)
Aktivita na terénu (ozáření ze spadu)	Aktivität auf dem Gelände (Exposition durch Niederschlag)
Ingesce zemědělských plodin a živočišných produktů	Ingestion von landwirtschaftlichen Produkten und tierischen Produkten
Ingesce pitné vody	Ingestion vom Trinkwasser
Ingesce vodních živočichů	Ingestion von Wassertieren

Analog wird im Programm ESTE AI der Transfer der radioaktiven Stoffe in der Natur zur Ermittlung und Auswertung der Strahlenexposition der biotischen Komponente (frei lebende Tiere und Pflanzen) modelliert.

Außerdem werden im Programm ESTE AI die Expositionswege für die biotische Komponente (frei lebende Tiere und Pflanzen) modelliert, und zwar sowohl für das Festland als auch für die Wasserumgebung. Die angenommenen Expositionswege wurden gemäß den Anforderungen der ICRP 114 [3] bestimmt. Für terrestrische Referenzorganismen wird externe Strahlenexposition durch Niederschlag (Depot) auf dem Gelände und interne Exposition insbesondere infolge des Verzehrs (Ingestion) von Nahrung, die mit dem Niederschlag auf dem Gelände in Kontakt ist oder infolge der Inhalation von Luft-CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O (für Tritium und C-14) angenommen. Die terrestrischen Referenztiere und Referenzpflanzen sind in diesem Modell Hirsch, Ratte, Ente, Frosch, Biene, Regenwurm, Kiefer und Gras. Im Falle der Referenz-Wasserorganismen wurden angenommen: externe Exposition durch verseuchtes Wasser (Aufenthalt auf der Wasseroberfläche oder im Wasser), interne Exposition infolge der Wasseraufnahme. Die Referenz-Wasserorganismen sind in diesem Modell: Forelle (ganzes Leben im Wasser), Ente (1/2 Leben im Wasser und 1/2 Leben auf dem Festland), Frosch (1/2 Leben im Wasser und 1/2 Leben auf dem Festland).

In den folgenden Abbildungen sind die im Programm ESTE AI modellierten Expositionswege der biotischen Komponente schematisch dargestellt. Wobei bestimmte Spezies (Ente, Frosch) vom Programm gleichzeitig als terrestrische Tiere und als Wassertiere betrachtet werden.

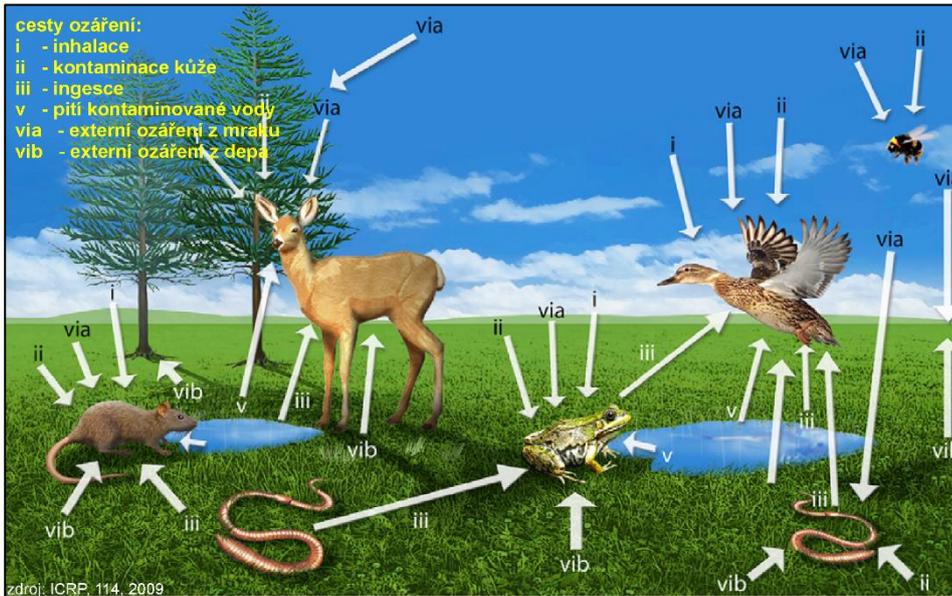


Abb. 5 Expositionswege der Vertreter der terrestrischen Biota

cesty ozáření	Expositionswege
i - inhalace	i - Inhalation
ii – kontaminace kůže	ii – Hautkontamination
iii - ingesce	iii - Ingestion
v – pití kontaminované vody	v – Trinken des verseuchten Wassers
via – externí ozáření z mraku	via – externe Exposition durch die Wolke
vib – externí ozáření z depa	via – externe Exposition durch das Depot

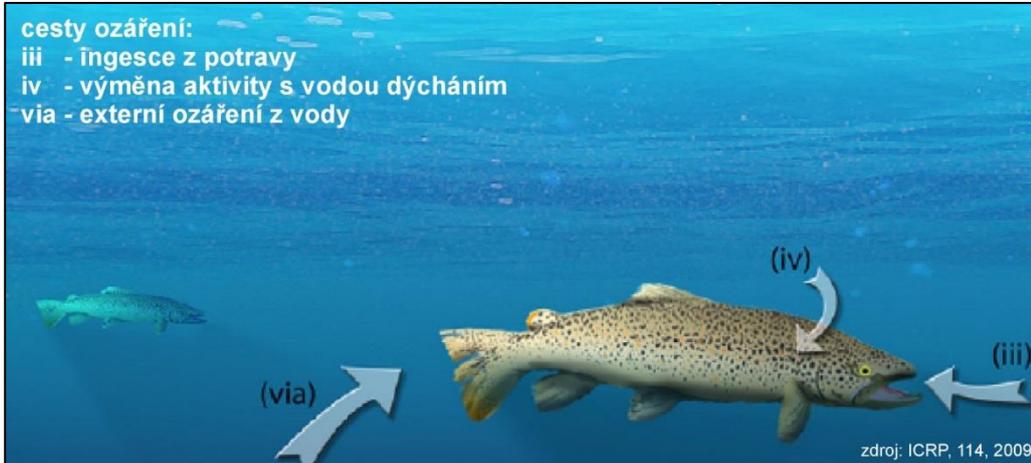


Abb. 6 Expositionswege der Vertreter der Wasser-Biota

cesty ozáření	Expositionswege
iii – ingesce z potravy	iii – Ingestion der Nahrung
iv – výměna aktivity s vodou dýcháním	iv – Wechsel der Aktivität mit Wasser durch die Atmung
via – externí ozáření z vody	via – externe Exposition durch Wasser

### 3.3.4 Verifizierung des Programms ESTE AI

Das Programm ESTE AI ist vom Amt für öffentliche Gesundheit der Slowakischen Republik (ÚVZ SR) als zertifiziertes Instrument für die Berechnung der Exposition des Betriebes der Kernkraftanlagen am Standort Jaslovské Bohunice zugelassen und wird zu diesem Zweck von den Organisationen SE a.s. Betrieb Bohunice und JAVYS a.s. verwendet.

Das Programm ESTE AI wird vom Staatlichen Amt für Atomsicherheit der Tschechischen Republik für die Kontrollberechnungen der Strahlenexposition durch den Betrieb der Kernkraftanlagen an den Standorten Dukovany und Temelín verwendet.

Im Einklang mit den Empfehlungen der IAEA zur Validierung und Überprüfung (Benchmarking) der für die Bewertung der radiologischen Exposition der Umwelt durch den Betrieb der Kernkraftanlagen verwendeten Programme wurde das Programm ESTE AI im Rahmen der Kontrollberechnungen im Projekt IAEA MODARIA verglichen und überprüft. Das Programm ESTE AI wurde weiter mittels des Codes US NRC Dose validiert, der von der Kommission für Atomaufsicht der Vereinigten Staaten von Amerika (US NRC) für die Bewertung der radiologischen Exposition durch Emissionen in die Atmosphäre und Emissionen in Wasserläufe verwendet wird. Die Validierung erfolgt anhand der Bewertung der Dosen von Einzelpersonen und der Äquivalentdosen von Bevölkerungsgruppen durch Inhalation, Ingestion, externen Exposition durch die Wolke sowie außerdem anhand der Bewertung der Dosen aus Emissionen der Kernkraftanlage in den Wasserlauf (Dosen durch Ingestion von Trinkwasser, durch mit Wasser berieselte Lebensmittel, durch externe Exposition beim Baden, Rudern und Aufenthalt am Ufer). Eine weitere Validierung des Programms ESTE AI wurde durch den Vergleich mit Ergebnissen des Programms PC Cosyma vorgenommen. Die Validierung wurde anhand des Vergleichs der berechneten Volumenaktivitäten in der Bodenluftschicht und der Flächenaktivitäten des Depots (des Niederschlags auf dem Gelände) durchgeführt.

## 3.4 Geographische, meteorologische und hydrologische Bedingungen

### 3.4.1 Geographische Bedingungen

Die für die Berechnung der Strahlenexposition relevanten geographischen Merkmale sind im Berechnungsprogramm ESTE AI mittels der Daten modelliert, die die Landschaftsdecke des analysierten Gebietes beschreiben (Typ der Oberfläche: ob bewohnt/bebaut, Waldoberfläche, Wasserfläche oder landwirtschaftlich genutzter Boden usw.).

Die Daten über die Oberflächentypen wurden für den Bedarf des Programms und in geeigneter Form mithilfe der Methoden der Klassifizierung von Satellitenbildern für die Berechnung bearbeitet (Methoden der Fernforschung der Erde). Die Modelle von ESTE AI verwenden bei der Berechnung der Strahlenexposition Informationen über die Typen der Landschaftsdecke, die statisch sein können oder die sich jedes Jahr ändern (angebaute Pflanzen auf landwirtschaftlich genutztem Boden). Quelle der Grunddaten für die Waldflächen, Wasserbecken und die bewohnten Flächen (Stadt- und Dorfbebauung) sind im Programm ESTE AI die Daten Corine Land Cover (auf Basis der europäischen Datenbank der Satellitenforschung zu den statischen Typen der Landschaftsdecke). Weiter wurden in die Berechnungen der Strahlenexposition die Daten über die Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen (Weizen, Gerste, Kartoffeln, Mais, Raps, Luzerne) einbezogen, die auf den analysierten Flächen in der Umgebung des Standorts Dukovany (bis 100 km vom EDU) im Jahr 2014 angebaut wurden. Die Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen in der Umgebung des Standorts Dukovany im Umkreis von 100 km wurde für den Bedarf des Programms ESTE AI mithilfe der Methoden der Klassifizierung von Satellitendaten bestimmt.

Die Informationen über den Typ der Landschaftsdecke wird im Programm ESTE AI bei der Berechnung der Dispersion der radioaktiven Gase und Aerosole in der Atmosphäre und bei der Berechnung des Niederschlags auf dem Gelände genutzt. Verschiedene Typen der Landschaftsdecke zeichnen sich durch unterschiedliche Werte des Parameters „Geländerauheit“ aus, der wesentlichen Einfluss auf die Berechnung des Niederschlags der radioaktiven Aerosole auf dem Gelände hat. Die Grundtypen der Landschaftsdecke, deren Kenntnis bei der Berechnung mit dem Programm ESTE AI notwendig ist, sind Wälder, landwirtschaftliche Nutzflächen, Wasserflächen und bebautes Gebiet. Das Gebiet im Radius von 100 km vom Standort Dukovany umfasst vorwiegend Wälder (ca. 30 %) und landwirtschaftliche genutzte Flächen (ca. 29 %). Das bebaute Gebiet bildet ca. 6 % der Flächen in der Umgebung von EDU im Umkreis von 100 km. Gewässer und Wasserflächen sind im Programm ESTE AI (siehe Kapitel 3.4.3. Hydrologische Bedingungen) sukzessiv über den Strom des Flusses Jihlava, über einzelne Wasserbecken und Nebenflüsse modelliert worden.

Im Programm ESTE AI werden für die Ermittlung der Strahlenexposition auf dem Weg der Ingestion von landwirtschaftlichen Produkten Informationen über die Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen (Weizen, Gerste, Kartoffeln, Mais, Raps, Luzerne) verwendet, die 2014 auf den analysierten Flächen in der Umgebung des Standorts (bis 100 km vom EDU) angebaut wurden.

### 3.4.2 Meteorologische Bedingungen

Als Quelle der meteorologischen Daten wurden die Stundendaten der meteorologischen Grundparameter der Messungen der Wetterstation des Tschechischen Wetteramtes herangezogen, die sich in der unmittelbaren Nähe des betriebenen Kraftwerkes EDU1-4 befindet. Die meteorologischen Parameter, die in das Berechnungsmodell des Programms ESTE AI einbezogen werden, sind die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 10 m über dem Boden, die Niederschlagsintensität und die Kategorie der Wetterstabilität. Es wurden die Stundenangaben für die Jahre 2012, 2013 und 2014 verarbeitet. Das Programm ESTE AI arbeitet mit Stundendaten für das konkrete Jahr. Für die Wahl des Referenzjahres wurden eine Expertenanalyse der meteorologischen Daten in einzelnen Jahren und eine Empfindlichkeitsanalyse der Berechnungen mit dem Programm ESTE AI durchgeführt zwecks Auswertung des Einflusses der meteorologischen Bedingungen in einzelnen Jahren auf die Größe der jährlichen Personendosen bei konstanter Jahresemission in die Atmosphäre. Aus der Expertenanalyse der meteorologischen Daten hat sich ergeben, dass sich im Jahre 2014 im Vergleich zu den Vorjahren die Häufigkeit der nördlichen, östlichen oder südöstlichen Windrichtungen erhöht hat (insbesondere zum Nachteil der nordwestlichen Windrichtungen). Auch waren generell häufiger höhere Kategorien der Wetterstabilität D und F gegeben und die Anzahl der hoch instabilen Kategorien A und B war geringer. Die meteorologischen Bedingungen des Jahres 2014 haben auch nach den durchgeführten Empfindlichkeitsberechnungen (siehe Kap. 6 dieser Studie) bei gleichem Emissionswert in die Atmosphäre zu höheren Expositionsdosen der repräsentativen Einwohner geführt als unter den Bedingungen der Jahre 2012 und 2013. Die Verwendung der Daten aus dem Jahre 2014 wirkt sich konservativ aus und zwar insbesondere durch leicht höhere Dosen in den nächstgelegenen Gemeinden (Slavětice, Rouchovany, Ortschaft Kordula) sowie ebenfalls, wenn auch in vernachlässigbarem Maße, in den Dosen der Bewohner der Grenzgebiete Österreichs. Aus diesem Grund wurden für die Berechnung der Dosen und die Auswertung der Strahlenexposition durch die Betriebszustände die meteorologischen Daten des Jahres 2014 berücksichtigt. Die Verwendung der Daten des Jahres 2014 ist außerdem mit der Verwendung dieses Jahres für weitere statistische Annahmen konsistent (Bevölkerungszahlen nach dem Alter, landwirtschaftliche Produktion, Nahrungsmittelverbrauch). Die meteorologischen Daten des Jahres 2015, die erst nach der Bearbeitung der Berechnungen und der Empfindlichkeitsanalysen verfügbar waren, entsprechen weitestgehend den Daten des Jahres 2014.

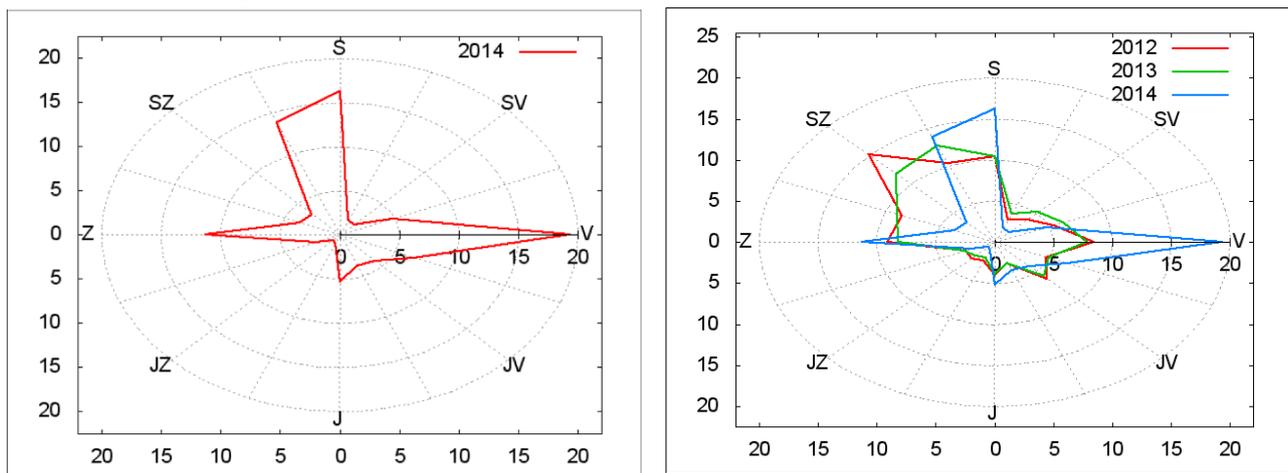
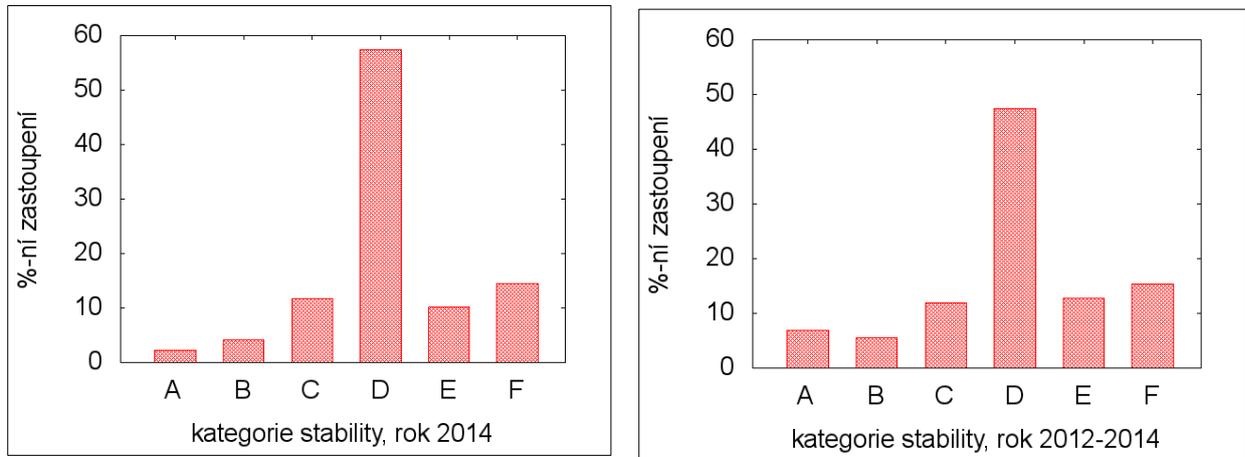


Abb. 7 Windrose für den Standort Dukovany 2014 und Vergleich mit den Windrosen 2012-2014



**Abb. 8 Das Vorkommen einzelner Kategorien der Wetterstabilität am Standort Dukovany 2014 und Vergleich mit der Stabilität 2012-2014**

%-ní zastoupení	prozentuales Vorkommen
kategorie stability, rok 2014	Stabilitätskategorie 2014

### 3.4.3 Hydrologische Bedingungen

Der Rezipient der flüssigen Emissionen aus dem betriebenen Kraftwerk EDU1-4 sowie der künftigen Emissionen aus der neuen Kernkraftanlage ist die Talsperre Mohelno am Fluss Jihlava. Die Durchflussmenge im Fluss Jihlava und seine Fähigkeit, die abgeleiteten radioaktiven Stoffe zu verdünnen, wird durch das Verdampfungsvolumen der Kühltürme der neuen Kernkraftanlage und des Kraftwerks EDU1-4 sowie durch die Effekte der vorausgesetzten Klimaänderung beeinflusst. Das Verdampfungsvolumen aus den Kühltürmen hängt von der installierten Leistung der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 ab. Bei der Ermittlung und Berechnung der Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno ist man von zwei Annahmen ausgegangen, die gleichzeitig auch die Basis für die Definition der Berechnungsfälle für die Ermittlung der Personendosen aus flüssigen Emissionen waren.

Der erste der Berechnungsfälle nimmt die betreffende installierte Leistung der neuen Kernkraftanlage (und der neuen Kernkraftanlage im Zusammenwirken mit EDU1-4) an und langfristige durchschnittliche Durchflussmengen im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno unter Berücksichtigung der Auswirkungen der Klimaänderung von +2 °C an. Die durchschnittlichen langfristigen Durchflussmengen im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno unter Berücksichtigung einer Klimaänderung von +2 °C wurde vom Wasserwirtschaftlichen Forschungsinstitut von T. G. Masaryk anhand der 80 Jahre aufgezeichneten Bilanz der Durchflussmengen und der Auswertung der Änderungen der Niederschläge und der Temperatur nach Simulationen der regionalen klimatischen Modelle ermittelt. Dieser Berechnungsfall wurde für die Ermittlung der durchschnittlichen Jahres- und der von ihnen abgeleiteten Lebensdosen der Einzelpersonen aus Emissionen in Wasserläufe verwendet.

Der zweite Berechnungsfall nimmt die existierende minimal zulässige Durchflussmenge im Fluss Jihlava im Profil unterhalb der Talsperre Mohelno auf dem Niveau von 1,2 m<sup>3</sup>/s über den Zeitraum von einem Jahr an. Dieser Berechnungsfall wurde bei der Ermittlung und Auswertung der höchsten jährlichen Personendosen aus Ableitungen in die Wasserläufe verwendet. Zur Zeit (Anfang des Jahres 2017) wird eine neue Regierungsverordnung zum Verfahren und zu den Kriterien der Ermittlung der minimalen Rest-Durchflussmenge vorbereitet, wobei der noch nicht genehmigte Entwurf vorsieht, die minimalen Durchflussmengen unterhalb der Talsperre Mohelno für den Zeitraum Mai - Januar auf 1,760 m<sup>3</sup>/s und für den Zeitraum Februar - April auf 1,437 m<sup>3</sup>/s zu erhöhen. Die höhere Durchflussmenge bei gleichen Emissionen bedeutet höhere Verdünnung der Radionuklide und kleinere Dosen der repräsentativen Person. Die angenommene Erhöhung der minimalen geforderten Durchflussmengen wurde jedoch in der konservativen Analyse der Strahlenfolgen (in der Berechnung der maximalen Jahresdosen der Einzelpersonen) nicht berücksichtigt.

Die ausführlichere Spezifikation der angeführten Berechnungsfälle und deren Alternativen ist wie folgt:

1. Für die Ermittlung der durchschnittlichen effektiven Jahresdosen der Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis (IED) und der Lebensdosen als Summe der Jahres-IED wird konservativ die ermittelte durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno angenommen<sup>2</sup>. Die durchschnittliche Durchflussmenge berücksichtigt die Senkung der Durchflussmenge durch die Verdampfung aus Kühltürmen infolge des Betriebs der neuen Kernkraftanlage bzw. EDU1-4 (Wasserverbrauch) und sie berücksichtigt gleichzeitig den Einfluss der Klimaänderung (Szenario +2 °C) auf die durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss. Aus Sicht der Strahleneinflüsse der Betriebszustände sind als maßgebende Leistungsalternativen folgende Leistungsalternativen der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 festgelegt und durch Empfindlichkeitsanalysen bestätigt:
  - a) Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MW<sub>e</sub> und Stilllegung von EDU1-4 Für diese Leistungsalternative wurde vom VÚV TGM konservativ in der Berechnung eine durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno von  $Q = 3,3 \text{ m}^3/\text{s}$  ermittelt. Diese Leistungsalternative führt zu einer höheren Strahlenexposition (IED) als der Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1200 MW<sub>e</sub> und der Betrieb von EDU1-4.
  - b) Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW<sub>e</sub>, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1. Für diese Leistungsalternative wurde vom VÚV TGM konservativ in der Berechnung eine durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno von  $Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ermittelt.
  - c) Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4 Für diese Leistungsalternative<sup>3</sup> wurde vom VÚV TGM konservativ eine durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno von  $Q = 3,7 \text{ m}^3/\text{s}$  ermittelt.
2. Bei der Ermittlung der maximalen Jahres-IED wurde die minimal zulässige Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno von  $Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$  angenommen. Diese minimale Durchflussmenge wird konservativ für das ganze Jahr angenommen und sie repräsentiert den Stand eines extrem trockenen Jahrs im Flussgebiet Jihlava. Dabei wird der Betrieb der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 gemäß den beschriebenen Leistungsalternativen angenommen. Die Auswertung der IED unter Voraussetzung der minimalen Durchflussmenge im Fluss Jihlava wird zum Nachweis der Einhaltung des optimierten Dosisgrenzwerts (0,2 mSv/Jahr aus Emissionen in die Atmosphäre und insbesondere 0,05 mSv/Jahr aus Emissionen in Wasserläufe) auch in diesem meteorologisch bzw. hydrologisch extremen Falle durchgeführt.
  - a) Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MW<sub>e</sub> und Stilllegung von EDU1-4, bei minimaler durchschnittlicher Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno von  $Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Diese Leistungsalternative führt zu einer höheren Strahlenexposition (IED) als der Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1200 MWe und der Betrieb von EDU1-4.
  - b) Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW<sub>e</sub>, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1, bei einer minimalen durchschnittlichen Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno von  $Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Bei der Modellierung der Durchflussmenge im Fluss Jihlava in einzelnen Profilen unterhalb der Talsperre Mohelno und in den anschließenden Wasserläufen geht man von der Annahme aus, dass sich die adäquat geänderte (d. h. gesenkte) Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno auch in weiteren Profilen des Flusses Jihlava also auch am Zusammenfluss der Flüsse Jihlava und Oslava sowie am weiteren Laufe des Flusses Jihlava bis zur Talsperre Nové Mlýny (Dyje - Thaya) auswirken wird. Weiter unten am Fluss Dyje unterhalb der Talsperre Nové Mlýny und am Fluss Morava wird sich die gesenkte Durchflussmenge praktisch nicht mehr auswirken. Das lässt sich damit begründen, dass der Einfluss des Flusses Jihlava auf die Durchflussmenge in diesen Flüssen bereits sehr gering ist, und die Senkung in der Größenordnung von 1 bis 2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava wird sich unter Berücksichtigung der Speicherfähigkeit der Talsperre Nové Mlýny (ca. 1,16E+08 m<sup>3</sup>) nicht mehr auf sie auswirken. Als Abfluss aus der Talsperre Nové Mlýny (Dyje) wurden konstant 41 m<sup>3</sup>/s für alle Berechnungsalternativen und Fälle angenommen und als durchschnittliche Durchflussmenge am Fluss Morava nach dem Zusammenfluss mit dem Fluss Dyje 100 m<sup>3</sup>/s.

<sup>2</sup> Der Konservatismus besteht in der Tatsache, dass aus der statischen Bearbeitung zur Ermittlung der durchschnittlichen Durchflussmengen 2 Jahre mit den historisch höchsten aufgezeichneten Durchflussmengen für den gesamten Zeitraum der Durchflussmengenmessung ausgeschlossen wurden.

<sup>3</sup> Diese letzte Alternative ist aus Sicht der Jahresniederschläge als eine Ergänzung zu betrachten, da sie natürlich zu niedrigeren Dosen als die vorherige Alternative führt. Sie wurde zur Ermittlung (Integration) der Lebensdosen in die Berechnung einbezogen, weil der Parallelbetrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW<sub>e</sub> und EDU2-4 durch den Zeitplan des Projekts der neuen Kernkraftanlage auf höchstens 10 Jahre begrenzt ist.

### 3.4.4 Annahmen hinsichtlich des Verhaltens und der Lebensgewohnheiten der Bewohner

Bei der Berechnung der effektiven Jahresdosen der repräsentative Einzelperson und weiterer in einzelnen Berechnungssektoren wohnender Personen werden die unten angeführten Annahmen verwendet, die von den Anforderungen der Verordnungen des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit der Tschechischen Republik, der IAEA-Dokumente [8], der ICRP [4] und der Anleitung US NRC RG 109 [5] ausgehen.

Für die Inhalation der sich in der Atmosphäre befindenden Radionuklide gilt: die Person realisiert (atmet) sämtlichen Luftverbrauch am gegebenen Ort (an ihrem Wohnort). Die angenommene Atmungsgeschwindigkeit ( $\text{m}^3$  Luft/Zeiteinheit) für einzelne Alterskategorien steht im Einklang mit den Empfehlung der ICRP [14]. Die Atmungsgeschwindigkeit ist demnach durchschnittlich die für die gegebene Alterskategorie übliche.

Exposition durch die Wolke und das Depot auf dem Gelände: bei den Berechnungen wurde keine Abschirmung (Abschirmfaktor = 1) unterstellt, was bedeutet, dass man angenommen hat, dass sich die betreffende Person die ganze Zeit (Jahr) im Freien aufhält. Bei der Berechnung der Dosen aus der externen Exposition durch das Depot wurde angenommen, dass der Niederschlag auf dem Gelände, der durch die Emission im verfolgten Zeitraum (also ein Jahr) verursacht wird, noch weitere 15 Jahre externe Exposition durch das Gelände verursacht. Ähnlich wird auch der gegebene Nuklid-Niederschlag im gegebenen Jahr durch das Wurzelsystem der Pflanzen noch weitere 15 Jahre aufgenommen.

Gemüse: Die im betreffenden Sektor wohnende Person deckt ihren sämtlichen Blattgemüseverbrauch aus den im betreffenden Berechnungssektor produzierten Nahrungsmitteln, bei sonstigen landwirtschaftlichen Produkten wurde für die Berechnung der effektiven Personendosen und der effektiven Folgedosis angenommen, dass die repräsentative Einzelperson 75 % ihres Verbrauchs aus diesem Sektor konsumiert, der Rest sind saubere, nicht belastete Produkte.

Berieselung: Im Falle der Ingestion von Nahrungsmitteln, die mit Wasser aus dem Fluss Jihlava berieselt werden könnten, in den die flüssigen Emissionen der betriebenen Blöcke EDU1-4 und die Emissionen aus der neuen Kernkraftanlage abgeleitet werden, wurde angenommen, dass 50 % des Nahrungsmittelverbrauchs tatsächlich mit diesem Wasser berieselt werden.

Trinkwasser: Die Person deckt sämtlichen Trinkwasserverbrauch aus der Wasserquelle, in die Emissionen abgeleitet werden (Fluss Jihlava und weitere anschließende Wasserquellen). Diese Annahme wurde nur in dem Falle angewendet, dass es sich um ein Dorf/eine Stadt handelt, dessen/deren Kataster am Ufer des Flusses liegt. Diese Annahme ist konservativ, weil niemand das Wasser aus dem Fluss direkt als Trinkwasser nutzt und wenn der Fluss einen der Trinkwasserbrunnen dotiert (Durchsickern), dann handelt es sich nur um eine Teildotation.

Fischfleisch: Die Person realisiert ihren gesamten Fischfleischverbrauch aus Fischen, die während ihrer gesamten Lebenszeit im Fluss Jihlava (und in weiteren anschließenden Wasserläufen) in der Umgebung des Dorfes/der Stadt leben, wo auch diese Person wohnt. Diese Annahme wurde nur in dem Falle angewendet, dass es sich um ein Dorf/eine Stadt handelt, dessen/deren Kataster am Ufer des Flusses liegt.

Baden im Fluss: Die Person ist älter als 2 Jahre und badet jährlich 100 Stunden Fluss Jihlava (und in den weiteren, sich anschließenden Wasserläufen) in der Umgebung des Dorfes/der Stadt. Diese Annahme wurde nur in dem Falle angewendet, dass es sich um ein Dorf/eine Stadt handelt, dessen/deren Kataster am Ufer des Flusses liegt.

Aufenthalt am Ufer (Angler): Die Person ist älter als 2 Jahre und verbringt jährlich 200 Stunden am Ufer des Flusses Jihlava (und der weiteren, sich anschließenden Wasserläufe) in der Umgebung des Dorfes/der Stadt. Diese Annahme wurde nur in dem Falle angewendet, dass es sich um ein Dorf/eine Stadt handelt, dessen/deren Kataster am Ufer des Flusses liegt.

Rudern: Die Person ist älter als 2 Jahre und verbringt jährlich 100 Stunden beim Rudern auf dem Fluss Jihlava (und auf weiteren, sich anschließenden Wasserläufen) in der Umgebung des Dorfes/der Stadt. Diese Annahme wurde nur in dem Falle angewendet, dass es sich um ein Dorf/eine Stadt handelt, dessen/deren Kataster am Ufer des Flusses liegt.

Für die Berechnung der Dosen der Ingestion wurden statistische Angaben verwendet, die von den statistischen Ämtern der analysierten Länder (Tschechien, Slowakei, Österreich, Deutschland, Polen) bezogen und auf deren Grundlage die Warenkörbe definiert wurden. In der folgenden Tabelle sind die Warenkörbe für Tschechien, die Slowakei und Österreich angeführt.

**Tab. 2 Der Warenkorb (Jahr 2014) nach den statistischen Daten für die Tschechische Republik (ČR), die Slowakische Republik (SR) und die Republik Österreich (AT)**

Nahrungsmittel		2-7 Jahre			12-17 Jahre			über 17 Jahre		
		Tschechien	Slowakei	Österreich	Tschechien	Slowakei	Österreich	Tschechien	Slowakei	Österreich
Milch und Milchprodukte	[l/Jahr]	343,40	240,02	164,51	318,32	222,49	152,50	236,50	165,30	113,30
Rindfleisch	[kg/Jahr]	5,47	2,84	8,32	8,52	4,42	12,95	7,90	4,10	12,00
Schweinefleisch	[kg/Jahr]	7,83	5,43	7,52	20,30	14,06	19,50	40,70	28,20	39,10
Geflügel	[kg/Jahr]	15,15	8,82	7,42	29,67	17,28	14,54	24,90	14,50	12,20
Fischfleisch	[kg/Jahr]	1,61	1,76	2,29	3,68	4,02	5,24	5,40	5,90	7,70
Blattgemüse	[kg/Jahr]	6,98	6,57	12,37	11,01	10,36	19,53	11,90	11,20	21,10
Sonstiges Gemüse	[kg/Jahr]	50,69	61,42	66,65	79,95	98,88	105,12	86,40	104,70	113,60
Kartoffeln	[kg/Jahr]	32,07	21,69	21,32	67,56	45,68	44,91	70,10	47,40	46,60
Getreide	[kg/Jahr]	54,80	39,89	35,34	126,36	91,99	81,49	140,80	102,50	90,80

**Tab. 3 Annahme hinsichtlich des Trinkwasserverbrauchs für einzelne Alterskategorien nach [2]**

Trinkwasserverbrauch für einzelne Alterskategorien	
Kinder unter 2 Jahre	250 l/Jahr
2-17 Jahre	450 l/Jahr
über 17 Jahre	700 l/Jahr

Außerdem wurden ausführliche statistische Angaben der Tschechischen Republik, Österreichs und der Slowakei über die Anzahl und Altersstruktur der Einwohner der beurteilten Sektoren, über die Anbauflächen der landwirtschaftlichen Produktion sowie Angaben über die Ernte und die Ergebnisse der Vieh- und Geflügelzucht bezogen und im Berechnungsmodell des Programms ESTE AI implementiert. Bezogen und berücksichtigt wurden auch die Basisinformationen über die Bevölkerungszahl und die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland und Polen.

### 3.5 Weitere verwendete Annahmen zur Ermittlung der Personendosen

Vor der eigentlichen Auswertung der Strahlenexposition durch die Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage wurden eine Reihe von Empfindlichkeitsberechnungen zwecks Bestätigung und/oder Präzisierung der Parameter der konservativen Vorgehensweise nach der Hüllkurven-Methode erstellt (siehe Kapitel 6 dieser Studie).

Die Empfindlichkeitsstudien wurden für die Höhe und die Lage der Entlüftungskamine durchgeführt (durch die Entlüftungskamine werden die gasförmigen Emissionen in die Atmosphäre abgeleitet und es kann durch sie auch ein Teil der flüssigen Emissionen nach der Verdampfung abgeleitet werden). Die Empfindlichkeitsberechnungen wurden außerdem für die Höhe, die Anzahl und die Lage der Kühltürme durchgeführt (durch die Kühltürme wird die Ableitung eines Teils der Radionuklide aus flüssigen Emissionen in die Atmosphäre realisiert).

Aus den Empfindlichkeitsberechnungen hat sich ergeben, dass aus dem möglichen Bereich der Kühlturmhöhen ein Turm mit einer niedrigeren Höhe zu höheren Strahlendosen aus Emissionen in die Atmosphäre führt. Diese Annahme hat sich auch für den Entlüftungskamin bestätigt. Es wurde deshalb in der präsentierten Berechnung konservativ der niedrigste mögliche Entlüftungskamin der neuen Kernkraftanlage mit einer Höhe von 56 m und sehr konservativ auch der niedrigste mögliche Kühlturm mit einer Höhe von 120 m angenommen. Es wurde weiter durch die Empfindlichkeitsanalysen bestätigt, dass die Anzahl und die Lage der Kühltürme auf den für den Standort der neuen Kernkraftanlage ausgedingelten

Flächen keinen feststellbaren Einfluss auf die Höhe der Strahlendosis haben. Das gilt analog auch für die Lage des Entlüftungskamins. Der Standort der Türme und des Kamins wird somit gemäß den komplexen Projekten der neuen Kernkraftanlage für die Anordnung der Leistungsalternativen 2 x 1200 MW<sub>e</sub> und 1 x 1750 MW<sub>e</sub> angenommen, und es wird gleichzeitig ein Kühlturm für einen Reaktorblock für alle Leistungsalternativen angenommen.

Eine weitere Reihe von vorbereitenden Empfindlichkeitsberechnungen beschäftigte sich mit der Rückübertragung der Radionuklide aus den flüssigen Emissionen in gasförmige Emissionen. Es wurde die Bilanz der Radionuklide in Rohwasser-Zuleitungen und im Kühlwasser von EDU1-4 (verwendetes Wasser für die Wärmeableitung aus den Kondensatoren der Turbinen erstellt, das anschließend in Kühltürmen abgekühlt wird, wobei es zu seiner Teilverdampfung kommt) und die Bilanz der Tritium-Emissionen (H-3) und der Emission weiterer Radionuklide als Bestandteile der abgeleiteten Abwässer in die Talsperre Mohelno am Fluss Jihlava. Anhand der Auswertung dieser Bilanz wurde nachgewiesen, dass ungefähr 20 % des in flüssigen Emissionen abgeleiteten H-3 anschließend mittels der Kühlwasserrücknahme aus demselben Becken für den Bedarf der Kühlung von EDU1-4 über die Kühltürme von EDU 1-4 in die Atmosphäre abgeleitet werden und zwar in Form der Verdampfung dieses Anteils des H-3. Das ist dadurch gegeben, dass das emittierte Abwasser verhältnismäßig intensiv mit dem Wasser in der Talsperre Mohelno gemischt wird (ein Teil des Wassers aus der Talsperre Mohelno wird periodisch mittels des Reversierbetriebs der Franzisturbinen im Damm Dalešice in die Talsperre Dalešice zurückgepumpt) und darüber hinaus insbesondere durch die Tatsache, dass das Einlaufbauwerk für die Rohwasser-Zuleitung zu EDU1-4 in der Nähe des Abwasser-Auslaufbauwerks aus den Blöcken EDU1-4 platziert ist. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass das gleiche Regime für die Abwasserabnahme und Emission auch für die neue Kernkraftanlage gilt und auch die Raumanordnung der Wasserzuleitung und -ableitung für die neue Kernkraftanlage erhalten bleibt, wurde diese Annahme auch für die neue Kernkraftanlage übernommen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der Mechanismus der Konversion der Radionuklide aus emittierten Abwässern in die Atmosphäre durch die Kühltürme auch für das Radionuklid C-14 allgemein gültig ist, wurde diese Annahme auch für die flüssigen Emissionen von C-14 unterstellt.

Um alle Fälle einer möglichen Konversion der Radionuklide aus flüssigen Emissionen in Emissionen in die Atmosphäre konservativ abzudecken, einschließlich der Situation, dass die tatsächliche Konversion der Radionuklide aus der Talsperre Mohelno in die Atmosphäre größer wäre, wurde weiter in allen Fällen der Berechnungen der Strahlenexposition (d. h. in allen Berechnungsalternativen) angenommen, dass theoretisch alle Radionuklide der neuen Kernkraftanlage konvertiert und an die Atmosphäre abgeleitet werden, die der Umwelt in Form flüssiger Emissionen zugeführt werden können. Dadurch wurde das Quellglied der Emissionen der neuen Kernkraftanlage, das für die Berechnung der Dosen verwendet wurde, weiter erheblich überbewertet. Die tatsächlichen Dosen aus Emissionen der neuen Kernkraftanlage in die Atmosphäre werden auf jeden Fall niedriger sein als diejenigen, die in der UVP-Dokumentation und in dieser Studie ermittelt, verwendet und ausgewertet wurden<sup>4</sup>. Die Senkung der Aktivität der flüssigen Emissionen durch die Konversion wurde entweder völlig vernachlässigt (außer bei der Konversion von 20 % H-3 und C-14 nach dem gleichen natürlichen Mechanismus wie für EDU1-4) oder es wurde in ausgewählten Fällen bei einer minimalen Durchflussmenge im Fluss Jihlava eine Senkung von H-3 und C-14 um 50 % angenommen.

### 3.6 Annahmen für die Berechnung der effektiven Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen

Als ergänzende Angabe zu den Personendosen wurden auch die Äquivalentdosen von Bevölkerungsgruppen (für Bewohner der Nachbarstaaten beziehungsweise der städtischen Ballungsgebiete) durch Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage ermittelt. Die effektiven Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen werden vom Programm ESTE AI unter der Annahme der Parameter berechnet, die für die Lebensgewohnheiten und Gebräuche der durchschnittlichen Einzelperson dieser Bevölkerungsgruppen gelten. Die Expositionswege und Expositionsformen des „durchschnittlichen“ Einwohners (in verschiedenen Alterskategorien) sind mit den Expositionswegen der repräsentativen Einzelperson identisch. Der Nahrungsmittelverbrauch und andere Faktoren, die für die Berechnung der durchschnittlichen Dosen angesetzt werden, berücksichtigen jedoch die Annahme, dass in der durchschnittlichen Population ein Teil des Nahrungsmittelverbrauchs aus sauberen, durch die Kernkraftanlage nicht beeinflussten Quellen stammt.

<sup>4</sup> Für den Parallelbetrieb von EDU1-4 werden jedoch hinsichtlich der Emissionen von H-3 in die Atmosphäre infolge der Wasser-Rücknahme aus der Talsperre Mohelno nur ca. 20 % der Aktivität der flüssigen Emissionen aus EDU1-4 angenommen.

Die Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen werden anhand der Summe der „durchschnittlichen Dosen des durchschnittlichen Mitglieds der Population“ und der Anzahl der Einwohner einzelner Alterskategorien auf dem gegebenen Gebiet ermittelt. Ein Teil der berechneten Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen wird durch die Exposition der Population durch sich global ausbreitenden Radionuklide (besonders C-14, H-3, Kr-85) verursacht, die zum Bestandteil der Radioaktivität der gegebenen Radionuklide in der Weltatmosphäre oder zum Bestandteil des Kreislaufs des Wassers in der Natur werden.

Bei der Berechnung der Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen wurden folgende Annahmen und Parameter verwendet:

**Wolke:** Bei den Berechnungen der Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen wurde der Abschirmfaktor = 0,5 angewendet. Das bedeutet, dass der durchschnittliche Einwohner einen Teil des Tages im Freien verweilt und einen Teil des Tages im Gebäude. Der „effektive“ Abschirmfaktor hat den Wert 0,5.

**Depot auf dem Gelände:** Bei den Berechnungen der Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen wurde der Abschirmfaktor = 0,5 angewendet.

**Ingestion der Nahrungsmittel:** Bei der Berechnung der Äquivalentdosen von Bevölkerungsgruppen durch Ingestion wurden im gegebenen Berechnungssektor nur die Nahrungsmittel angenommen, die in diesem Sektor produziert (angebaut, gezüchtet) werden. Zugleich wurde angenommen, dass im Fall des Gemüses der durchschnittliche Einwohner im gegebenen Sektor 50 % des in diesem Sektor produzierten Verbrauchs konsumiert, der Rest ist globales, aus nicht beeinflussten Gebieten eingeführtes Gemüse. Bei sonstigen Nahrungsmittelprodukten wurde bei der Berechnung der Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen angenommen, dass der durchschnittliche Bewohner 10 % seines Verbrauchs aus den im betreffenden Sektor produzierten Nahrungsmitteln konsumiert und die übrigen Nahrungsmittel globale, aus nicht beeinflussten Gebieten eingeführten Produkte sind.

**Inhalation:** Alle Bewohner realisieren sämtlichen Luftverbrauch im betreffenden Berechnungssektor. Es wurde also nicht angenommen, dass der Einwohner einen Teil der beurteilten Zeit im Jahr an einem anderen Ort verbringt (und atmet).

**Trinkwasser:** Es wurde unterstellt, dass 10 % der Stadtbewohner und 100 % der Dorfbewohner (als Dorf gelten Siedlungen mit bis zu 2000 Einwohnern) ihren jährlichen Wasserverbrauch aus Brunnen oder Wasserquellen decken, in die das Wasser des Flusses gelangt, in den Emissionen aus der neuen Kernkraftanlage abgeleitet werden. Diese Annahme wurde nur in dem Falle angewendet, dass es sich um ein Dorf/eine Stadt handelt, dessen/deren Kataster am Ufer des Flusses liegt.

**Fischfleisch:** Bei der Berechnung der Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen wurde angenommen, dass der durchschnittliche Dorfbewohner 10 % seines Fischfleischverbrauchs aus Fischen deckt, die ihr gesamtes Leben im Fluss in der Dorfumgebung leben. Diese Annahme wurde nur in dem Falle angewendet, dass es sich um ein Dorf/eine Stadt handelt, dessen/deren Kataster am Ufer des Flusses liegt. Im Fall der Städte wurde ein Verbrauch von 1 % Fleisch aus Fischen im Fluss in der Stadtumgebung angenommen.

**Export von Nahrungsmitteln:** Bei der Ermittlung der Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen wurden auch die Beiträge zur Äquivalentdosis im jeweiligen Staat modelliert, die durch den Verzehr exportierter Nahrungsmittel verursacht werden, die aus den Sektoren innerhalb der Berechnungszone mit einem Radius von 100 km stammen. Es wurde dabei nur der Export aus der Berechnungszone des betreffenden Staates, nicht der Export in einen anderen Staat angenommen. Es werden die Nahrungsmittel aus der Zone (Überproduktion) exportiert, die in jedem gegebenen Sektor produziert und in diesem nicht verbraucht werden.

**Globale Auswirkungen der sich global ausbreitenden Radionuklide:** Dabei handelt es sich um den Beitrag zu Äquivalentdosen von Bevölkerungsgruppen außerhalb der Berechnungszone des Umkreises von 100 km in der Tschechischen Republik/Österreich/der Slowakei/Deutschland/Polen, die durch die Emission von H-3, Kr-85 und C-14 aus beurteilten Quellen (neue Kernkraftanlage bzw. neue Kernkraftanlage und EDU1-4) verursacht werden. Diese Radionuklide haben eine lange Halbwertszeit und es wird ein globaler Einfluss vorausgesetzt. Das bedeutet, dass sie zum Bestandteil der Radioaktivität der gegebenen Radionuklide in der Weltatmosphäre oder zum Bestandteil des Kreislaufs des Wassers in der Natur werden.

## 4 Ermittlung der Emissionen nach der Hüllkurven-Methode zur Bewertung der Exposition durch die Betriebszustände

### 4.1 Analyse der Problematik und Beschreibung des methodischen Vorgehens

Für die Ermittlung der Emissionen nach der Hüllkurven-Methode zur Bewertung Strahlenexposition durch Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage wurden zunächst nach der Hüllkurven-Methode die Emissionen aus der neuen Kernkraftanlage in die Atmosphäre und in Wasserläufe nach den Angaben über die Referenzblöcke der neuen Kernkraftanlage ermittelt. Anschließend wurde eine *natürliche* (spontane) Konversion von ca. 20 % der flüssigen Emissionen in die Atmosphäre mittels der Rohwasserentnahme aus der Talsperre Mohelno angenommen. Weiter wurden auf die unten beschriebene Weise die Emissionen nach der Hüllkurven-Methode zur Berechnung der Strahlenexposition bei einer extrem niedrigen Durchflussmenge im Fluss Jihlava und bei *gezielter* Konversion eines Teils der Emissionen von H-3 und C-14 in die Atmosphäre sowie für die durchschnittliche Durchflussmenge ohne diese gezielte Konversion ermittelt. Die Emissionen in die Atmosphäre wurden in allen Berechnungsfällen konservativ um die gesamte flüssige Emission erhöht.

### 4.2 Maximale Betriebsemissionen in die Atmosphäre und Wasserläufe für die Referenzblöcke der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4

Die grundlegenden Ausgangsdaten für die Bewertung der Wirkung der ionisierenden Strahlung liefert die konservative Ermittlung des sog. Quellglieds, d. h. des Höchstwerts der Emissionen der neuen Kernkraftanlage sowie der Blöcke EDU1-4.

Im Falle des Quellglieds der neuen Kernkraftanlage wurden die Werte der Emissionen der einzelnen Radionuklide verwendet, die dem aktuellen Kenntnisstand über die Emissionen aus den Referenzblöcken entsprechen. Aus praktischen Gründen (Berücksichtigung des Parallelbetriebs der Leistungen) wurden die Emissionen nach der Hüllkurven-Methode aus der neuen Kernkraftanlage in die Atmosphäre und in Wasserläufe für die Leistungsalternative bis 2 x 1200 MW<sub>e</sub> und bis 1 x 1750 MW<sub>e</sub> separat ermittelt. Die angenommenen maximalen Emissionen berücksichtigen sowohl die Bedingungen des Normalbetriebs als auch des abnormalen Betriebes, falls die Emissionen des Betriebs zum Beispiel infolge einer Undichtheit der Brennstoff-Deckung höher sein können. Aus diesem Grund sind die prognostizierten jährlichen Emissionen der neuen Kernkraftanlage nach der Hüllkurven-Methode in den meisten Fällen höher als die maximalen Betriebsemissionen von EDU1-4 mit einer vergleichbaren Leistung. Es handelt sich jedoch um kein Spezifikum der neuen Kernkraftanlage. Auch im Fall von EDU1-4 waren die durch die konservative Berechnung ermittelten Projektemissionen vor der Inbetriebnahme von EDU1-4 [15] bei allen Gruppen von Radionukliden bedeutend höher als die anschließend gemessenen Höchstwerte der Emissionen aus dem tatsächlichen Betrieb (siehe Tab. 15 und Tab. 16 weiter).

Das Quellglied der Emissionen in die Atmosphäre und in Wasserläufe aus dem Betrieb von EDU1-4 wurde als gemessener Jahreshöchstwert der Emissionen einzelner Radionuklide aus EDU1-4 im Zeitraum von 11 Jahren Betrieb (2005 – 2015) ermittelt.

Das Quellglied der Emissionen aus der Stilllegung von EDU1-4 (resp. EDU1 beziehungsweise EDU2-4) ist anhand der Unterlagen von ČEZ, a.s. über die Strahlenexposition bei der Stilllegung festgelegt, die ein Bestandteil der vom Staatlichen Amt für Atomsicherheit der Tschechischen Republik vorgelegten Dokumentation sind.

Das Eingangsquellglied der Emissionen in die Atmosphäre und in Wasserläufe für die neue Kernkraftanlage nach den Angaben der Hüllkurven-Methode für die Referenzblöcke EDU1-4 gemäß gemessenen Höchstwerten und für die Stilllegung von EDU 1-4 laut der Prognose der ČEZ, aufgliedert in einzelne Radionuklide, ist in folgenden Tabellen präsentiert.

**Tab. 4 Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Atmosphäre durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternative 2 x 1200 MWe) nach Angaben über die Referenzblöcke**

Radionuklid	Aktivität [Bq/Jahr]						
H-3	1,30E+13	Kr-85m	3,22E+13	Sb-125	6,76E+04	Xe-135	1,89E+14
C-14	1,29E+12	Kr-85	9,14E+12	I-131	2,42E+09	Xe-137	9,62E+10
Ar-41	2,52E+12	Kr-87	4,82E+13	I-132	4,10E+08	Xe-138	6,08E+13
Cr-51	4,48E+07	Kr-88	8,20E+13	I-133	8,84E+08	Cs-134	1,70E+08
Mn-54	3,20E+07	Sr-89	2,20E+08	I-134	1,44E+08	Cs-136	6,32E+06
Fe-59	5,84E+06	Sr-90	8,58E+07	I-135	3,38E+08	Cs-137	2,62E+08
Co-57	9,10E+05	Zr-95	7,46E+07	Xe-131m	2,74E+12	Ba-140	3,14E+07
Co-58	1,71E+09	Nb-95	2,02E+08	Xe-133m	4,22E+12	Ce-141	3,08E+06
Co-60	6,48E+08	Ru-103	5,94E+06	Xe-133	8,44E+13		
Kr-83m	1,20E+12	Ru-106	5,74E+06	Xe-135m	3,78E+11		

**Tab. 5 Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Atmosphäre durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternative 1 x 1750 MWe) nach Angaben über Referenzblöcke**

Radionuklid	Aktivität [Bq/Jahr]						
H-3	5,92E+12	Kr-85	1,81E+14	I-131	1,82E+08	Xe-137	1,11E+11
C-14	7,00E+11	Kr-87	7,40E+10	I-132	1,78E+09	Xe-138	1,11E+11
Ar-41	1,26E+12	Kr-88	1,85E+11	I-133	8,51E+08	Cs-134	2,81E+07
Cr-51	3,59E+06	Sr-89	5,92E+06	I-134	2,92E+09	Cs-136	1,22E+06
Mn-54	2,11E+06	Sr-90	2,33E+06	I-135	1,70E+09	Cs-137	2,52E+07
Fe-59	1,04E+06	Zr-95	3,70E+05	Xe-131m	8,14E+13	Ba-140	1,55E+05
Co-57	3,03E+05	Nb-95	1,55E+06	Xe-133m	4,81E+12	Ce-141	4,81E+05
Co-58	3,06E+07	Ru-103	6,29E+05	Xe-133	2,59E+12		
Co-60	3,61E+07	Ru-106	2,89E+04	Xe-135m	2,96E+11		
Kr-85m	2,59E+11	Sb-125	2,26E+04	Xe-135	1,89E+12		

**Tab. 6 Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Atmosphäre durch den Betrieb von EDU1-4 laut Messungen**

Radionuklid	Aktivität [Bq/Jahr]						
H-3	9,55E+11	Kr-88	5,40E+10	Nb-95	2,65E+06	As-76	5,34E+06
C-14	7,99E+11	Cr-51	6,52E+06	Ru-103	2,87E+05	Hf-181	1,08E+06
Xe-133	2,97E+11	Mn-54	4,70E+06	Ag-110m	5,15E+06	Ba-140	5,51E+05
Xe-135	2,11E+11	Co-57	1,71E+05	Sb-124	3,43E+06	La-140	1,18E+06
Xe-135m	6,00E+09	Co-58	9,68E+06	I-131ae	9,49E+05	Sr-89	7,90E+04
Xe-138	4,50E+10	Fe-59	1,34E+06	I-131Gas	3,30E+07	Sr-90	4,50E+03
Ar-41	6,61E+12	Co-60	9,15E+06	Cs-134	7,14E+05	Pu-238	7,30E+03
Kr-85m	2,60E+10	Zn-65	5,62E+05	Cs-137	4,17E+05	Pu-239	1,89E+04
Kr-85	3,90E+10	Se-75	2,97E+05	Ce-141	2,97E+05	Am-241	2,00E+03
Kr-87	3,80E+10	Zr-95	1,47E+06	Ce-144	1,35E+06	Cm-242	4,30E+02

**Tab. 7 Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Atmosphäre durch die Stilllegung von EDU1-4 nach der ČEZ-Prognose**

Radionuklid	Aktivität [Bq/Jahr]
H-3	1,00E+11
C-14	3,00E+11
Aerosol (Cs-137)	2,00E+07
RVP (Xe-133, Kr-85)	3,00E+10
I-129	5,00E+06

**Tab. 8 Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Wasserläufe durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternative 2 x 1200 MWe) nach Angaben über Referenzblöcke**

Radionuklid	Aktivität [Bq/Jahr]						
H-3	9,18E+13	Sr-89	5,86E+07	Ag-110m	5,56E+07	Cs-136	6,18E+08
C-14	5,64E+10	Sr-90	8,42E+06	Ag-110	7,40E+06	Cs-137	1,19E+09
Na-24	1,02E+08	Sr-91	2,46E+06	Sb-124	3,44E+08	Ba-137m	1,07E+09
Cr-51	8,00E+08	Y-91m	7,40E+05	Te-129m	6,66E+06	Ba-140	2,93E+08
Mn-54	6,81E+07	Y-91	4,80E+07	Te-129	8,14E+06	La-140	3,98E+08
Fe-55	5,18E+07	Y-93	6,66E+06	Te-131m	5,18E+06	Ce-141	5,18E+06
Fe-59	2,02E+07	Zr-95	1,48E+07	Te-131	1,48E+06	Ce-143	1,11E+07

Co-58	1,20E+09	Nb-95	1,33E+07	Te-132	2,40E+07	Ce-144	1,66E+08
Co-60	1,77E+09	Mo-99	1,11E+08	I-131	1,08E+10	Pr-143	6,66E+06
Zn-65	2,15E+07	Tc-99m	4,22E+07	I-132	4,20E+09	Pr-144	1,66E+08
W-187	7,40E+06	Ru-103	2,60E+08	I-133	1,11E+10	Sonstiges	1,48E+06
Np-239	1,33E+07	Ru-106	3,85E+09	I-134	2,46E+08		
Br-84	1,48E+06	Rh-103m	2,59E+08	I-135	4,02E+09		
Rb-88	2,29E+07	Rh-106	3,85E+09	Cs-134	1,02E+09		

**Tab. 9 Vorausgesetzte Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Wasserläufe durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage (Leistungsalternative 1 x 1750 MWe) nach Angaben über Referenzblöcke**

Radionuklid	Aktivität [Bq/Jahr]						
H-3	7,50E+13	Sr-89	5,92E+06	Ag-110m	5,70E+08	I-135	8,51E+07
C-14	9,50E+10	Sr-90	8,14E+05	Ag-110	4,07E+06	Cs-134	5,60E+08
Na-24	7,03E+07	Sr-91	9,62E+05	Sb-124	4,90E+08	Cs-136	1,44E+08
P-32	6,66E+06	Y-91m	6,29E+05	Sb-125	8,15E+08	Cs-137	9,45E+08
Cr-51	2,22E+08	Y-91	3,33E+06	Te-123m	2,60E+08	Ba-137m	1,55E+07
Mn-54	2,70E+08	Y-93	1,07E+06	Te-129m	3,26E+06	Ba-140	1,67E+08
Fe-55	3,00E+08	Zr-95	4,81E+07	Te-129	2,29E+06	La-140	1,81E+08
Fe-59	8,88E+07	Nb-95	7,77E+07	Te-131m	3,66E+06	Ce-141	1,11E+07
Co-58	2,07E+09	Mo-99	2,81E+07	Te-131	6,66E+05	Ce-143	7,03E+06
Co-60	3,00E+09	Tc-99m	2,07E+07	Te-132	7,40E+06	Ce-144	2,44E+08
Ni-63	9,60E+08	Ru-103	1,44E+08	I-131	9,99E+07	Pr-143	2,41E+06
Zn-65	1,30E+07	Ru-106	2,63E+09	I-132	2,66E+07	Pr-144	9,99E+07
W-187	5,18E+06	Rh-103m	1,37E+08	I-133	1,26E+08	Sonstiges	4,44E+05
Np-239	8,14E+06	Rh-106	2,29E+09	I-134	9,25E+05		

**Tab. 10 Höchstwerte der Jahresemissionen von Radionukliden in die Wasserläufe durch den Betrieb von EDU1-4 nach Messungen**

Radionuklid	Aktivität [Bq/Jahr]						
H3	2,04E+13	Zn-65	8,16E+05	Ag-110m	1,39E+06	Pu-238	1,81E+05
Cr-51	2,88E+06	Se-75	4,32E+05	Sb-124	1,24E+06	Pu-239	2,30E+04
Mn-54	5,29E+06	Sr-89	3,11E+06	I-131	3,36E+05	Pu-240	1,60E+04
Co-57	2,40E+05	Sr-90	1,57E+05	Cs-134	7,08E+06	Am-241	3,77E+05
Co-58	5,49E+06	Zr-95	5,76E+05	Cs-137	1,06E+07	Cm-242	1,60E+04
Fe-59	5,76E+05	Nb-95	2,88E+05	Ce-141	4,32E+05		
Co-60	7,38E+06	Ru-103	2,88E+05	Ce-144	1,92E+06		

**Tab. 11 Vorausgesetzte Jahresemissionen der Radionuklide in die Wasserläufe durch die Stilllegung von EDU1-4 nach der ČEZ-Prognose**

Radionuklid	Aktivität [Bq/Jahr]
H-3	2,00E+12
Cs-137	2,10E+05

### 4.3 Angewendete Annahmen hinsichtlich der Verteilung der Emissionen der neuen Kernkraftanlage EDU und von EDU1-4

Für den Betrieb der neuen Kernkraftanlage wird angenommen, dass es genauso wie beim betriebenen Kraftwerk EDU1-4 zur *natürlichen* (spontanen) Konversion von ca. 20 % (genau 22 %) der flüssigen Emissionen von H-3 und C-14 in die Atmosphäre mittels Verdampfung des rückgeführten Kühlwassers aus der Talsperre Mohelno kommen wird. Die flüssigen Emissionen aus der neuen Kernkraftanlage wurden deshalb für die Berechnung der durchschnittlichen Jahres- und Lebensdosen aus Emissionen in die Wasserläufe um diesen Anteil von H-3 und C-14 gesenkt.

Es wird weiter für die neue Kernkraftanlage angenommen, dass es in extrem trockenen Jahren nötig ist, die flüssigen Emissionen von H-3 (und bzw. auch C-14) zwecks der zuverlässigen Einhaltung des optimierten Dosisgrenzwertes und gleichzeitig auch zwecks der Einhaltung der Richtwerte der Jahreskonzentration von H-3 im Oberflächen- und Trinkwasser durch deren gezielte Konversion in Emissionen in die Atmosphäre um 50 % zu senken. Für die Berechnungen der höchsten jährlichen Personendosen wurde ein extrem trockenes Jahr mit einer minimal zulässigen durchschnittlichen Durchflussmenge von 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno angenommen. Für das betriebene Kraftwerk EDU1-4 wird diese gezielte Konversion nicht angenommen, aber es wird die Fortsetzung der natürlichen Konversion von H-3 über das

abgenommene Rohwasser aus der Talsperre Mohelno in Höhe von 22 % angenommen. Diese natürliche Konversion bezieht sich auf die künftigen Emissionen von H-3 in der Phase der Stilllegung von EDU1-4.

Mit diesen Annahmen wurde das Quellglied der Emissionen in Wasserläufe aus der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 angepasst.

Für die Emissionen in die Atmosphäre wurde konservativ angenommen, dass theoretisch das gesamte Volumen der flüssigen Emissionen in die Atmosphäre konvertiert werden kann. Das Quellglied der Emissionen in die Atmosphäre aus dem Betrieb der neuen Kernkraftanlage wurde bei der Berechnung der Dosen somit für alle Berechnungsalternativen erhöht, sodass zu den nach der Hüllkurven-Methode ermittelten Werten der Emissionen in die Atmosphäre aus Referenzblöcken der neuen Kernkraftanlage die gesamte Emission in Wasserläufe in der kompletten Radionuklid-Zusammensetzung hinzugerechnet wurde. Diese Maßnahme stellt sicher, dass auch wenn in der Zukunft Bedarf an einer höheren als der angenommenen Konversion der flüssigen Emissionen in die Atmosphäre entstehen sollte, die Emissionen in die Atmosphäre nie höher sein werden als die Emissionen, die bei der Berechnung der Dosen in der UVP-Dokumentation angenommen wurden.

Weiter wurden bei der Konstruktion des Quellglieds folgende Annahmen angewendet:

Zum Zweck der Analysen wurde angenommen, dass 80 % der C-14 Emissionen in die Atmosphäre organischer Form und 20 % anorganischer Form sind. In dieser Hinsicht wurde also die allgemeine Annahme für Reaktoren vom Typ PWR nach dem IRSN übernommen [9]. Wenn der Kohlenstoff C-14 in der Emission in die Wasserläufe deklariert wird, dann wurde bei der Analyse angenommen, dass es sich um C-14 in anorganischer Form handelt.

Zum Zweck der Analyse wurde angenommen, dass 50 % des Jods in den Emissionen in die Atmosphäre eine elementare Form haben und 50 % Aerosole sind. Diese Annahme hinsichtlich der Verteilung der Jodformen ist durch die Ergebnisse der Emissionsbilanzen belegt, die für das Kernkraftwerk Bohunice durchgeführt wurden [2]. Bei der Ableitung in die Wasserläufe wurde zu Analyse Zwecken angenommen, dass 100 % des Jods in Form von Aerosolen vorkommt.

## 4.4 Emissionen in die Atmosphäre und Wasserläufe aus der neuen Kernkraftanlage und EDU1-4 nach der Hüllkurven-Methode für die UVP-Dokumentation

Die folgende Tabelle enthält die Emissionswerte der neuen Kernkraftanlage, von EDU1-4 (bzw. EDU2-4) und der Stilllegung von EDU1-4, die bei der Ermittlung der höchsten jährlichen Personendosen der UVP-Dokumentation für die Berechnung der durchschnittlichen Jahres- und Lebensdosen nach der oben angeführten Methode verwendet wurden.

**Tab. 12 Jährliche Emission von Radionukliden zur Ermittlung der durchschnittlichen Jahresdosen und Lebensdosen der Einzelpersonen nach der Hüllkurven-Methode**

Nuklid	Atmosphäre 2 x 1200 MWe	Atmosphäre 1 x 1750 MWe	Atmosphäre Betrieb von EDU2-4	Atmosphäre Stilllegung von EDU1- 4	Resultieren de Wasserläuf e 2 x 1200 MWe	Resultieren de Wasserläuf e 1 x 1750 MWe	Wasserläuf e Betrieb von EDU2-4	Wasserläuf e Stilllegung von EDU1- 4
Einheit	Bq/Jahr							
H-3	1,05E+14	8,09E+13	7,16E+11	1,00E+11	7,16E+13	5,85E+13	1,19E+13	1,56E+12
C-14 org.	1,03E+12	5,60E+11	4,79E+11	2,40E+11	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 anorg.	3,15E+11	2,35E+11	1,20E+11	6,00E+10	4,40E+10	7,41E+10	0,00E+00	0,00E+00
Na-24	1,02E+08	7,03E+07	0,00E+00	0,00E+00	1,02E+08	7,03E+07	0,00E+00	0,00E+00
P-32	0,00E+00	6,66E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,66E+06	0,00E+00	0,00E+00
Ar-41	2,52E+12	1,26E+12	4,96E+12	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cr-51	8,45E+08	2,26E+08	4,89E+06	0,00E+00	8,00E+08	2,22E+08	2,16E+06	0,00E+00
Mn-54	1,00E+08	2,72E+08	3,52E+06	0,00E+00	6,81E+07	2,70E+08	3,96E+06	0,00E+00
Fe-55	5,18E+07	3,00E+08	0,00E+00	0,00E+00	5,18E+07	3,00E+08	0,00E+00	0,00E+00
Fe-59	2,60E+07	8,98E+07	1,00E+06	0,00E+00	2,02E+07	8,88E+07	4,32E+05	0,00E+00
Co-57	9,10E+05	3,03E+05	1,28E+05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,80E+05	0,00E+00
Co-58	2,91E+09	2,10E+09	7,26E+06	0,00E+00	1,20E+09	2,07E+09	4,12E+06	0,00E+00
Co-60	2,41E+09	3,04E+09	6,86E+06	0,00E+00	1,77E+09	3,00E+09	5,54E+06	0,00E+00
Ni-63	0,00E+00	9,60E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,60E+08	0,00E+00	0,00E+00
Zn-65	2,15E+07	1,30E+07	4,22E+05	0,00E+00	2,15E+07	1,30E+07	6,12E+05	0,00E+00
W-187	7,40E+06	5,18E+06	0,00E+00	0,00E+00	7,40E+06	5,18E+06	0,00E+00	0,00E+00
Np-239	1,33E+07	8,14E+06	0,00E+00	0,00E+00	1,33E+07	8,14E+06	0,00E+00	0,00E+00
Se-75	0,00E+00	0,00E+00	2,23E+05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,24E+05	0,00E+00
As-76	0,00E+00	0,00E+00	4,00E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-83m	1,20E+12	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-85m	3,22E+13	2,59E+11	1,95E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-85	9,14E+12	1,81E+14	2,93E+10	3,00E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-87	4,82E+13	7,40E+10	2,85E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-88	8,20E+13	1,85E+11	4,05E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Br-84	1,48E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,48E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rb-88	2,29E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,29E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sr-89	2,79E+08	1,18E+07	5,93E+04	0,00E+00	5,86E+07	5,92E+06	2,33E+06	0,00E+00

Nuklid	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Resultieren de	Resultieren de	Wasserläufe	Wasserläufe
	2 x 1200 MWe	1 x 1750 MWe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4	Wasserläufe	Wasserläufe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4
Einheit	Bq/Jahr							
Sr-90	9,42E+07	3,14E+06	3,38E+03	0,00E+00	8,42E+06	8,14E+05	1,18E+05	0,00E+00
Sr-91	2,46E+06	9,62E+05	0,00E+00	0,00E+00	2,46E+06	9,62E+05	0,00E+00	0,00E+00
Y-91m	7,40E+05	6,29E+05	0,00E+00	0,00E+00	7,40E+05	6,29E+05	0,00E+00	0,00E+00
Y-91	4,80E+07	3,33E+06	0,00E+00	0,00E+00	4,80E+07	3,33E+06	0,00E+00	0,00E+00
Y-93	6,66E+06	1,07E+06	0,00E+00	0,00E+00	6,66E+06	1,07E+06	0,00E+00	0,00E+00
Zr-95	8,94E+07	4,85E+07	1,10E+06	0,00E+00	1,48E+07	4,81E+07	4,32E+05	0,00E+00
Nb-95	2,15E+08	7,93E+07	1,98E+06	0,00E+00	1,33E+07	7,77E+07	2,16E+05	0,00E+00
Mo-99	1,11E+08	2,81E+07	0,00E+00	0,00E+00	1,11E+08	2,81E+07	0,00E+00	0,00E+00
Tc-99m	4,22E+07	2,07E+07	0,00E+00	0,00E+00	4,22E+07	2,07E+07	0,00E+00	0,00E+00
Ru-103	2,66E+08	1,45E+08	2,15E+05	0,00E+00	2,60E+08	1,44E+08	2,16E+05	0,00E+00
Ru-106	3,85E+09	2,63E+09	0,00E+00	0,00E+00	3,85E+09	2,63E+09	0,00E+00	0,00E+00
Ag-110m	5,56E+07	5,70E+08	3,86E+06	0,00E+00	5,56E+07	5,70E+08	1,04E+06	0,00E+00
Sb-124	3,44E+08	4,90E+08	2,57E+06	0,00E+00	3,44E+08	4,90E+08	9,31E+05	0,00E+00
Sb-125	6,76E+04	8,15E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,15E+08	0,00E+00	0,00E+00
Te-123m	0,00E+00	2,60E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,60E+08	0,00E+00	0,00E+00
Te-129m	6,66E+06	3,26E+06	0,00E+00	0,00E+00	6,66E+06	3,26E+06	0,00E+00	0,00E+00
Te-129	8,14E+06	2,29E+06	0,00E+00	0,00E+00	8,14E+06	2,29E+06	0,00E+00	0,00E+00
Te-131m	5,18E+06	3,66E+06	0,00E+00	0,00E+00	5,18E+06	3,66E+06	0,00E+00	0,00E+00
Te-132	2,40E+07	7,40E+06	0,00E+00	0,00E+00	2,40E+07	7,40E+06	0,00E+00	0,00E+00
I-129ply	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,50E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-129aer	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,50E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-131ply	1,21E+09	9,12E+07	2,48E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-131aer	1,20E+10	1,91E+08	7,12E+05	0,00E+00	1,08E+10	9,99E+07	2,52E+05	0,00E+00
I-132ply	2,05E+08	8,90E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-132aer	4,41E+09	9,17E+08	0,00E+00	0,00E+00	4,20E+09	2,66E+07	0,00E+00	0,00E+00
I-133ply	4,42E+08	4,26E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-133aer	1,15E+10	5,52E+08	0,00E+00	0,00E+00	1,11E+10	1,26E+08	0,00E+00	0,00E+00
I-134ply	7,20E+07	1,46E+09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-134aer	1,95E+08	1,46E+09	0,00E+00	0,00E+00	2,46E+08	9,25E+05	0,00E+00	0,00E+00
I-135ply	1,69E+08	8,50E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-135aer	4,19E+09	9,35E+08	0,00E+00	0,00E+00	4,02E+09	8,51E+07	0,00E+00	0,00E+00
Xe-131m	2,74E+12	8,14E+13	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-133m	4,22E+12	4,81E+12	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-133	8,44E+13	2,59E+12	2,23E+11	3,00E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-135m	3,78E+11	2,96E+11	4,50E+09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-135	1,89E+14	1,89E+12	1,58E+11	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-137	9,62E+10	1,11E+11	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Nuklid	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Resultieren de	Resultieren de	Wasserläufe	Wasserläufe
	2 x 1200 MWe	1 x 1750 MWe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4	2 x 1200 MWe	1 x 1750 MWe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4
Einheit	Bq/Jahr							
Xe-138	6,08E+13	1,11E+11	3,38E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-134	1,19E+09	5,88E+08	5,36E+05	0,00E+00	1,02E+09	5,60E+08	5,31E+06	0,00E+00
Cs-136	6,24E+08	1,45E+08	0,00E+00	0,00E+00	6,18E+08	1,44E+08	0,00E+00	0,00E+00
Cs-137	1,45E+09	9,70E+08	3,13E+05	2,00E+07	1,19E+09	9,45E+08	7,93E+06	2,10E+05
Ba-140	3,24E+08	1,67E+08	4,13E+05	0,00E+00	2,93E+08	1,67E+08	0,00E+00	0,00E+00
La-140	3,98E+08	1,81E+08	8,81E+05	0,00E+00	3,98E+08	1,81E+08	0,00E+00	0,00E+00
Ce-141	8,26E+06	1,16E+07	2,23E+05	0,00E+00	5,18E+06	1,11E+07	3,24E+05	0,00E+00
Ce-143	1,11E+07	7,03E+06	0,00E+00	0,00E+00	1,11E+07	7,03E+06	0,00E+00	0,00E+00
Ce-144	1,66E+08	2,44E+08	1,01E+06	0,00E+00	1,66E+08	2,44E+08	1,44E+06	0,00E+00
Hf-181	0,00E+00	0,00E+00	8,08E+05	0,00E+00	6,66E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pr-143	6,66E+06	2,41E+06	0,00E+00	0,00E+00	1,66E+08	2,41E+06	0,00E+00	0,00E+00
Pr-144	1,66E+08	9,99E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,99E+07	0,00E+00	0,00E+00
Pu-238	0,00E+00	0,00E+00	5,48E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,36E+05	0,00E+00
Pu-239	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,73E+04	0,00E+00
Pu-240	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,20E+04	0,00E+00
Am-241	0,00E+00	0,00E+00	1,42E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,83E+05	0,00E+00
Cm-242	0,00E+00	0,00E+00	1,50E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,20E+04	0,00E+00

**Tab.13 Jährliche Emission von Radionukliden zur Ermittlung der höchsten Jahresdosen von Einzelpersonen nach der Hüllkurven-Methode**

Nuklid	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Wasserläufe	Wasserläufe	Wasserläufe	Wasserläufe
	2 x 1200 MWe	1 x 1750 MWe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4	2 x 1200 MWe	1 x 1750 MWe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4
Einheit	Bq/Jahr							
H-3	1,05E+14	8,09E+13	7,16E+11	1,00E+11	3,58E+13	2,93E+13	1,19E+13	1,56E+12
C-14 org.	1,03E+12	5,60E+11	4,79E+11	2,40E+11	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 anorg.	3,15E+11	2,35E+11	1,20E+11	6,00E+10	2,19E+10	3,71E+10	0,00E+00	0,00E+00
Na-24	1,02E+08	7,03E+07	0,00E+00	0,00E+00	1,02E+08	7,03E+07	0,00E+00	0,00E+00
P-32	0,00E+00	6,66E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,66E+06	0,00E+00	0,00E+00
Ar-41	2,52E+12	1,26E+12	4,96E+12	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cr-51	8,45E+08	2,26E+08	4,89E+06	0,00E+00	8,00E+08	2,22E+08	2,16E+06	0,00E+00
Mn-54	1,00E+08	2,72E+08	3,52E+06	0,00E+00	6,81E+07	2,70E+08	3,96E+06	0,00E+00
Fe-55	5,18E+07	3,00E+08	0,00E+00	0,00E+00	5,18E+07	3,00E+08	0,00E+00	0,00E+00
Fe-59	2,60E+07	8,98E+07	1,00E+06	0,00E+00	2,02E+07	8,88E+07	4,32E+05	0,00E+00
Co-57	9,10E+05	3,03E+05	1,28E+05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,80E+05	0,00E+00
Co-58	2,91E+09	2,10E+09	7,26E+06	0,00E+00	1,20E+09	2,07E+09	4,12E+06	0,00E+00

Nuklid	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Wasserläufe	Wasserläufe	Wasserläufe	Wasserläufe
	2 x 1200 MWe	1 x 1750 MWe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4	2 x 1200 MWe	1 x 1750 MWe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4
Einheit	Bq/Jahr							
Co-60	2,41E+09	3,04E+09	6,86E+06	0,00E+00	1,77E+09	3,00E+09	5,54E+06	0,00E+00
Ni-63	0,00E+00	9,60E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,60E+08	0,00E+00	0,00E+00
Zn-65	2,15E+07	1,30E+07	4,22E+05	0,00E+00	2,15E+07	1,30E+07	6,12E+05	0,00E+00
W-187	7,40E+06	5,18E+06	0,00E+00	0,00E+00	7,40E+06	5,18E+06	0,00E+00	0,00E+00
Np-239	1,33E+07	8,14E+06	0,00E+00	0,00E+00	1,33E+07	8,14E+06	0,00E+00	0,00E+00
Se-75	0,00E+00	0,00E+00	2,23E+05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,24E+05	0,00E+00
As-76	0,00E+00	0,00E+00	4,00E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-83m	1,20E+12	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-85m	3,22E+13	2,59E+11	1,95E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-85	9,14E+12	1,81E+14	2,93E+10	3,00E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-87	4,82E+13	7,40E+10	2,85E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kr-88	8,20E+13	1,85E+11	4,05E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Br-84	1,48E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,48E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rb-88	2,29E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,29E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sr-89	2,79E+08	1,18E+07	5,93E+04	0,00E+00	5,86E+07	5,92E+06	2,33E+06	0,00E+00
Sr-90	9,42E+07	3,14E+06	3,38E+03	0,00E+00	8,42E+06	8,14E+05	1,18E+05	0,00E+00
Sr-91	2,46E+06	9,62E+05	0,00E+00	0,00E+00	2,46E+06	9,62E+05	0,00E+00	0,00E+00
Y-91m	7,40E+05	6,29E+05	0,00E+00	0,00E+00	7,40E+05	6,29E+05	0,00E+00	0,00E+00
Y-91	4,80E+07	3,33E+06	0,00E+00	0,00E+00	4,80E+07	3,33E+06	0,00E+00	0,00E+00
Y-93	6,66E+06	1,07E+06	0,00E+00	0,00E+00	6,66E+06	1,07E+06	0,00E+00	0,00E+00
Zr-95	8,94E+07	4,85E+07	1,10E+06	0,00E+00	1,48E+07	4,81E+07	4,32E+05	0,00E+00
Nb-95	2,15E+08	7,93E+07	1,98E+06	0,00E+00	1,33E+07	7,77E+07	2,16E+05	0,00E+00
Mo-99	1,11E+08	2,81E+07	0,00E+00	0,00E+00	1,11E+08	2,81E+07	0,00E+00	0,00E+00
Tc-99m	4,22E+07	2,07E+07	0,00E+00	0,00E+00	4,22E+07	2,07E+07	0,00E+00	0,00E+00
Ru-103	2,66E+08	1,45E+08	2,15E+05	0,00E+00	2,60E+08	1,44E+08	2,16E+05	0,00E+00
Ru-106	3,85E+09	2,63E+09	0,00E+00	0,00E+00	3,85E+09	2,63E+09	0,00E+00	0,00E+00
Ag-110m	5,56E+07	5,70E+08	3,86E+06	0,00E+00	5,56E+07	5,70E+08	1,04E+06	0,00E+00
Sb-124	3,44E+08	4,90E+08	2,57E+06	0,00E+00	3,44E+08	4,90E+08	9,31E+05	0,00E+00
Sb-125	6,76E+04	8,15E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,15E+08	0,00E+00	0,00E+00
Te-123m	0,00E+00	2,60E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,60E+08	0,00E+00	0,00E+00
Te-129m	6,66E+06	3,26E+06	0,00E+00	0,00E+00	6,66E+06	3,26E+06	0,00E+00	0,00E+00
Te-129	8,14E+06	2,29E+06	0,00E+00	0,00E+00	8,14E+06	2,29E+06	0,00E+00	0,00E+00
Te-131m	5,18E+06	3,66E+06	0,00E+00	0,00E+00	5,18E+06	3,66E+06	0,00E+00	0,00E+00
Te-132	2,40E+07	7,40E+06	0,00E+00	0,00E+00	2,40E+07	7,40E+06	0,00E+00	0,00E+00
I-129ply	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,50E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-129aer	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,50E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-131ply	1,21E+09	9,12E+07	2,48E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-131aer	1,20E+10	1,91E+08	7,12E+05	0,00E+00	1,08E+10	9,99E+07	2,52E+05	0,00E+00
I-132ply	2,05E+08	8,90E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Nuklid	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Atmosphäre	Wasserläufe	Wasserläufe	Wasserläufe	Wasserläufe
	2 x 1200 MWe	1 x 1750 MWe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4	2 x 1200 MWe	1 x 1750 MWe	Betrieb von EDU2-4	Stilllegung von EDU1-4
Einheit	Bq/Jahr							
I-132aer	4,41E+09	9,17E+08	0,00E+00	0,00E+00	4,20E+09	2,66E+07	0,00E+00	0,00E+00
I-133ply	4,42E+08	4,26E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-133aer	1,15E+10	5,52E+08	0,00E+00	0,00E+00	1,11E+10	1,26E+08	0,00E+00	0,00E+00
I-134ply	7,20E+07	1,46E+09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-134aer	1,95E+08	1,46E+09	0,00E+00	0,00E+00	2,46E+08	9,25E+05	0,00E+00	0,00E+00
I-135ply	1,69E+08	8,50E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I-135aer	4,19E+09	9,35E+08	0,00E+00	0,00E+00	4,02E+09	8,51E+07	0,00E+00	0,00E+00
Xe-131m	2,74E+12	8,14E+13	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-133m	4,22E+12	4,81E+12	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-133	8,44E+13	2,59E+12	2,23E+11	3,00E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-135m	3,78E+11	2,96E+11	4,50E+09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-135	1,89E+14	1,89E+12	1,58E+11	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-137	9,62E+10	1,11E+11	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Xe-138	6,08E+13	1,11E+11	3,38E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-134	1,19E+09	5,88E+08	5,36E+05	0,00E+00	1,02E+09	5,60E+08	5,31E+06	0,00E+00
Cs-136	6,24E+08	1,45E+08	0,00E+00	0,00E+00	6,18E+08	1,44E+08	0,00E+00	0,00E+00
Cs-137	1,45E+09	9,70E+08	3,13E+05	2,00E+07	1,19E+09	9,45E+08	7,93E+06	2,10E+05
Ba-140	3,24E+08	1,67E+08	4,13E+05	0,00E+00	2,93E+08	1,67E+08	0,00E+00	0,00E+00
La-140	3,98E+08	1,81E+08	8,81E+05	0,00E+00	3,98E+08	1,81E+08	0,00E+00	0,00E+00
Ce-141	8,26E+06	1,16E+07	2,23E+05	0,00E+00	5,18E+06	1,11E+07	3,24E+05	0,00E+00
Ce-143	1,11E+07	7,03E+06	0,00E+00	0,00E+00	1,11E+07	7,03E+06	0,00E+00	0,00E+00
Ce-144	1,66E+08	2,44E+08	1,01E+06	0,00E+00	1,66E+08	2,44E+08	1,44E+06	0,00E+00
Hf-181	0,00E+00	0,00E+00	8,08E+05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pr-143	6,66E+06	2,41E+06	0,00E+00	0,00E+00	6,66E+06	2,41E+06	0,00E+00	0,00E+00
Pr-144	1,66E+08	9,99E+07	0,00E+00	0,00E+00	1,66E+08	9,99E+07	0,00E+00	0,00E+00
Pu-238	0,00E+00	0,00E+00	5,48E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,36E+05	0,00E+00
Pu-239	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,73E+04	0,00E+00
Pu-240	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,20E+04	0,00E+00
Am-241	0,00E+00	0,00E+00	1,42E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,83E+05	0,00E+00
Cm-242	0,00E+00	0,00E+00	1,50E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,20E+04	0,00E+00

In der Tabelle der Emissionen sind die Werte für folgende Nuklide nicht aufgeführt, auch wenn sie in den Angaben über Emissionen aus einigen Referenzblöcken für die neue Kernkraftanlage separat aufgeführt waren. Der Grund dafür ist, dass es sich um Nuklide mit einer kurzen Halbwertszeit handelt. Ihre radiologische Exposition ist über ihr Mutternuklid eingerechnet, verschiedene Übertragungsfaktoren in der Nahrungsmittelkette oder Faktoren der Exposition durch die Wolke und das Depot u.a. werden für das Mutternuklid - physikalisch natürlich - tabelliert oder berechnet:

Ag-110 ist die Tochter von Ag-110m, sie hat die RA Halbwertszeit 24 s;

Rh-106 ist die Tochter von Ru-106, sie hat die RA Halbwertszeit 30 s;

Ba-137 ist die Tochter von Cs-137, sie hat die RA Halbwertszeit 2,5 min.;

Rh-103 ist die Tochter von Ru-103, sie hat die RA Halbwertszeit 56 min.;

Te-131 ist die Tochter von Te-131m, sie hat die RA Halbwertszeit 25 min.

## 4.5 Summe der Emissionen nach der Hüllkurven-Methode für die UVP-Dokumentation - Teil Ein- und Ausgänge

Die tatsächliche Zusammensetzung der Radionuklide aus Emissionen der neuen Kernkraftanlage im Rahmen der einzelnen Gruppen kann sich je nach verwendeter Technik (Berechnungsprogramme) bei der Ermittlung der Radionuklid-Zusammensetzung und auch unter Berücksichtigung der Zeitänderungen beim radioaktiven Zerfall der einzelnen Radionuklide unterscheiden. Deshalb wurde die summarische Hüllkurven-Methode der Emissionen gewählt, die für beide Leistungsalternativen für typische Gruppen von Emissionen gültig ist. Die tatsächlichen Emissionen der Gruppen von Radionukliden aus der betriebenen neuen Kernkraftanlage sollte unter Bedingungen des normalen und des abnormalen Betriebs und in keinem Betriebsjahr höher sein als die in folgenden Tabellen präsentierten Angaben. Die Emissionen der gruppierten Radionuklide wurden durch Addition der partiellen Emissionen der einzelnen in die entsprechende Gruppe gehörenden Radionuklide für beide Leistungsalternativen ermittelt, die in den Tabellen im Kapitel 4.2. präsentiert werden. Im Einklang mit den im Kapitel 4.3 verwendeten Annahmen wird bei den Emissionen in die Atmosphäre nach der Hüllkurven-Methode konservativ angenommen, dass theoretisch das gesamte Volumen der flüssigen Emissionen in die Atmosphäre konvertiert werden kann.

**Tab. 14 Die Jahresemission von Radionukliden nach der Hüllkurven-Methode durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage nach Radionuklidgruppen**

Emissionen in die Atmosphäre <sup>5</sup>		Emission in Wasserläufe	
Radionuklidgruppe	Aktivität [Bq/Jahr]	Radionuklidgruppe	Aktivität [Bq/Jahr]
Edelgase (ohne Ar-41):	7,7E+14	Tritium	9,2E+13
Tritium	1,1E+14	Korrosions-, Aktovations- und Spaltprodukte	4,9E+10
C-14	1,4E+12	C-14	9,5E+10
Jod	3,8E+10		
Aerosole	2,1E+10		
Ar-41	2,6E+12		

**Tab. 15 Die Jahresemission von Radionukliden nach der Hüllkurven-Methode durch den Betrieb von EDU1-4 nach Radionuklidgruppen laut Messungen**

Emissionen in die Atmosphäre		Emission in Wasserläufe	
Radionuklidgruppe	Aktivität [Bq/Jahr]	Radionuklidgruppe	Aktivität [Bq/Jahr]
Edelgase (einschließlich Ar-41):	7,3E+12	Tritium	2,1E+13
Tritium	9,6E+11	Korrosions-, Aktovations- und Spaltprodukte	3,6E+07
C-14	8,0E+11		
Jod	3,4E+07		
Aerosole	5,7E+07		

<sup>5</sup> Erhöht um 100 % der Emissionen in die Wasserläufe

**Tab. 16 Die projctierten Jahresemissionen von Radionukliden durch den Betrieb von EDU1-4 nach Radionuklidgruppen [15]**

Emissionen in die Atmosphäre		Emission in Wasserläufe	
Radionuklidgruppe	Aktivität [Bq/Jahr]	Radionuklidgruppe	Aktivität [Bq/Jahr]
Edelgase	1,0E+16	Tritium	2,4E+13
Tritium	1,2E+14	Korrosions-, Aktivations- und Spaltprodukte	2,2E+09
Jod	1,0E+12		
Aerosole	1,6E+12		

## 5 Ermittlung und Auswertung der Strahlenexposition durch Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage für die UVP-Dokumentation

### 5.1 Ermittlung der Jahresdosis durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage und der Zusammenwirkung EDU1-4, unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Durchflussmenge im Fluss Jihlava während des Betriebs der neuen Kernkraftanlage

#### 5.1.1 Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MW<sub>e</sub> und Stilllegung von EDU1-4 (durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava)

##### 5.1.1.1 Randbedingungen

Durchschnittliche jährliche Durchflussmenge des Flusses Jihlava von 3,3 m<sup>3</sup>/s (durchschnittliche langfristige Bilanz-Durchflussmenge für diese Berechnungsalternative nach Berechnungen von VÚV TGM), Emissionen in die Atmosphäre und Wasserläufe nach Kap. 4.5 für den Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und die Stilllegung von EDU1-4.

##### 5.1.1.2 Exposition der repräsentativen Einzelperson

Der dominante Expositionsweg der repräsentativen Einzelperson (bzw. der dominante Expositionsweg der Einwohner der Umgebung) durch Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MW<sub>e</sub> und Stilllegung von EDU1-4 sind Emissionen in Wasserläufe. Die repräsentative Einzelperson für die Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage ist die Person, die den Emissionen in Wasserläufe am stärksten ausgesetzt ist. Diese Person lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, also in den Sektoren 56, 55 (Ivančice, Hrubšice oder Řeznovice) und 54 (Biskoupky). Die Ergebnisse in diesen Sektoren sind identisch.

Die repräsentative Einzelperson ist jünger als 7 Jahre oder älter als 17 Jahre und hat folgende weitere Eigenschaften:

- sie deckt ihren gesamten Trinkwasserverbrauch direkt aus dem Fluss Jihlava beziehungsweise aus der Quelle (Brunnen), in die das Wasser aus dem Fluss Jihlava intensiv versickert, wobei diese Wasserquelle nicht durch anderes, von den Emissionen nicht belastetes Wasser dotiert (d. h. verdünnt) wird;
- sie deckt einen Teil ihres Gemüseverbrauchs (50 % Gemüseverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit Gemüse, das mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselt wird;
- sie deckt einen Teil ihres Milchverbrauchs (50 % des Milchverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit der Milch der Kühe, die mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava getränkt werden und die auf den mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselten Kuhwiesen weiden;
- sie deckt ihren gesamten Fischfleischverbrauch (100 % des Fischfleischverbrauchs der gegebenen Alterskategorie) aus Fischen, die ihr gesamtes Leben im anliegenden Fluss Jihlava leben.

**Tab. 17 Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis - neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava**

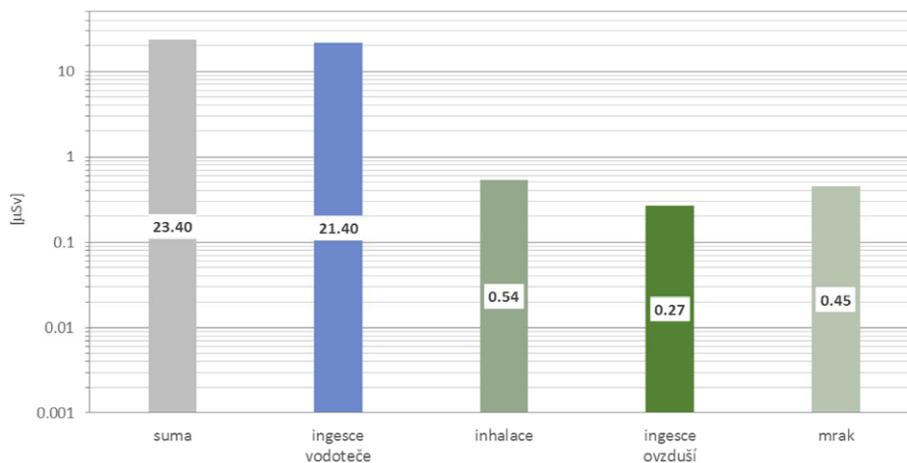
Wasserläufe		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	2,19E-05	2,16E-05
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, sie ist jünger als 7 Jahre und älter als 17 Jahre.	
Atmosphäre		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	1,28E-05	1,27E-05

Repräsentative Einzelperson	Sie lebt im Sektor Nr. 99 (Kataster Kordula) und ist jünger als 7 Jahre.	
<b>Wasserläufe + Atmosphäre</b>		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	2,34E-05 (davon 2,19E-05 Wasserläufe + 1,44E-06 Sv Luft)	2,31E-05 (davon 2,16E-05 Wasserläufe + 1,41E-06 Sv Luft)
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, sie ist jünger als 7 Jahre und älter als 17 Jahre.	

Für die repräsentative Einzelperson sind der allgemeine Grenzwert (1,0E-03 Sv/Jahr) sowie der optimierte Dosisgrenzwert (2,5E-04 Sv/Jahr bzw. 2,0E-04 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in die Atmosphäre und 5,0E-05 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in Wasserläufe) erfüllt.

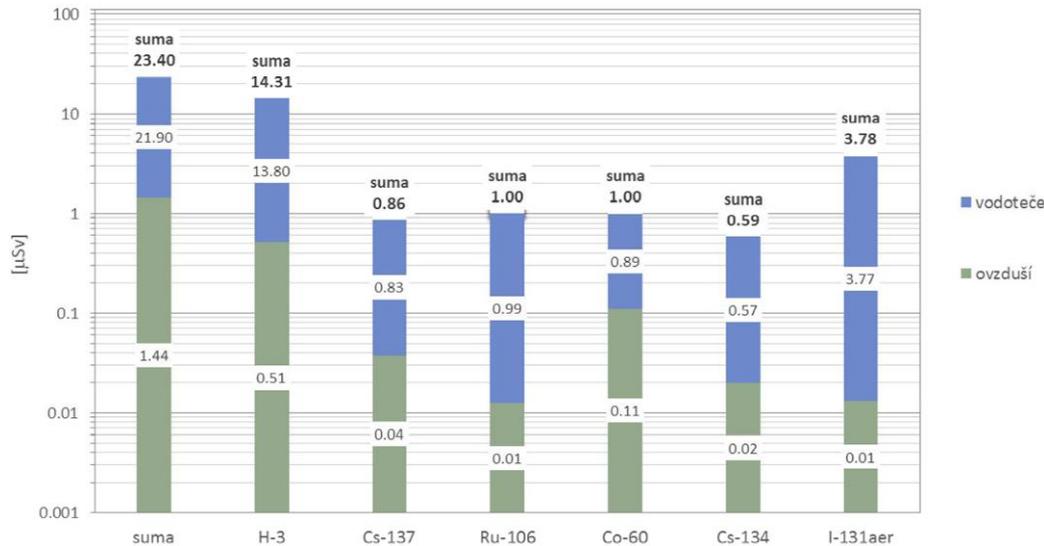
### 5.1.1.3 Expositionswege der repräsentativen Einzelperson/Summe Atmosphäre + Wasserläufe

Der Hauptexpositionsweg der repräsentativen Einzelperson ist die Ingestion der ursprünglich in Wasserläufe emittierten Radionuklide (durch Trinkwasserverzehr, Verzehr von berrieseltem Gemüse und der Milch der mit dem Wasser getränkten Kühe). Dieser Weg ist zu 92% für die Dosis der repräsentativen Einzelperson verantwortlich. Mit großem Abstand folgt die Inhalation der Radionuklide in der Luft, die Ingestion der in die Atmosphäre emittierten Radionuklide und die externe Bestrahlung durch Radionuklide in der Luft. Von den einzelnen Radionukliden ist an der Belastung in erster Linie H-3 beteiligt, gefolgt von der Aerosolform I-131, Co-60, Ru-106, Cs-137 und Cs-134. Der Anteil der sonstigen Radionuklide an der gesamten Jahresdosis ist bereits geringer.



**Abb. 9 Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [µSv] - neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava**

suma	Summe
ingesce vodoteče	Ingestion Wasserläufe
inhalace	Inhalation
ingesce obvduší	Ingestion Atmosphäre
mrak	Wolke



**Abb. 10** Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [µSv] - neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava

suma	Summe
vodoteče	Wasserläufe
ovzduší	Atmosphäre

## 5.1.2 Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW<sub>e</sub>, Betrieb EDU2-4 und Stilllegung von EDU1 (durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava)

### 5.1.2.1 Randbedingungen

Die durchschnittliche jährliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava 3,0 m<sup>3</sup>/s (die durchschnittliche langfristige Bilanz-Durchflussmenge für diese Berechnungsalternative), Emissionen in die Atmosphäre und Wasserläufe nach Kap. 4.5 für den Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1-4.

### 5.1.2.2 Exposition der repräsentativen Einzelperson

Der dominante Expositionsweg der repräsentativen Einzelperson (bzw. der dominante Expositionsweg der Einwohner der Umgebung) durch Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW<sub>e</sub>, des Parallelbetriebs von EDU2-4 und der Stilllegung von EDU1 sind Emissionen in Wasserläufe. Die repräsentative Einzelperson für die Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage ist die Person, die den Emissionen in Wasserläufe am stärksten ausgesetzt ist. Diese Person lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, also in den Sektoren 56, 55 (Ivančice, Hrubšice oder Řeznovice) und 54 (Biskoupky). Die Ergebnisse in diesen Sektoren sind identisch.

Die repräsentative Einzelperson ist jünger als 7 Jahre oder älter als 17 Jahre und hat folgende weitere Eigenschaften:

- sie deckt ihren gesamten Trinkwasserverbrauch direkt aus dem Fluss Jihlava beziehungsweise aus der Quelle (Brunnen), in die das Wasser aus dem Fluss Jihlava intensiv versickert, wobei diese Wasserquelle nicht durch anderes, von den Emissionen nicht belastetes Wasser dotiert (d. h. verdünnt) wird;
- sie deckt einen Teil ihres Gemüseverbrauchs (50 % Gemüseverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit Gemüse, das mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselt wird;
- sie deckt einen Teil ihres Milchverbrauchs (50 % des Milchverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit der Milch der Kühe, die mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava getränkt werden und die auf den mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselten Kuhwiesen weiden;
- sie deckt ihren gesamten Fischfleischverbrauch (100 % des Fischfleischverbrauchs der gegebenen Alterskategorie) aus Fischen, die ihr gesamtes Leben im anliegenden Fluss Jihlava leben.

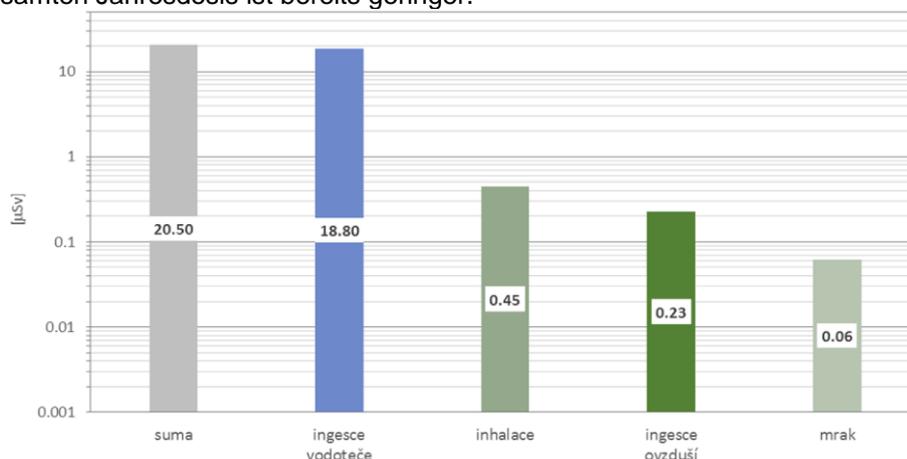
**Tab. 18 Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1 (durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava)**

Wasserläufe		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	1,96E-05	1,79E-05
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, sie ist jünger als 7 Jahre und älter als 17 Jahre.	
Atmosphäre		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	7,29E-06	7,04E-06
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt im Sektor Nr. 99 (Kataster Kordula) und ist jünger als 7 Jahre.	
Wasserläufe + Atmosphäre		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	2,05E-05 (davon 1,96E-05 Wasserläufe + 9,20E-07 Sv Luft)	1,86E-05 (davon 1,79E-05 Wasserläufe + 7,76E-07 Sv Luft)
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, sie ist jünger als 7 Jahre und älter als 17 Jahre.	

Für die repräsentative Einzelperson sind der allgemeine Grenzwert (1,0E-03 Sv/Jahr) sowie der optimierte Dosisgrenzwert (2,5E-04 Sv/Jahr bzw. 2,0E-04 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in die Atmosphäre und 5,0E-05 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in Wasserläufe) erfüllt.

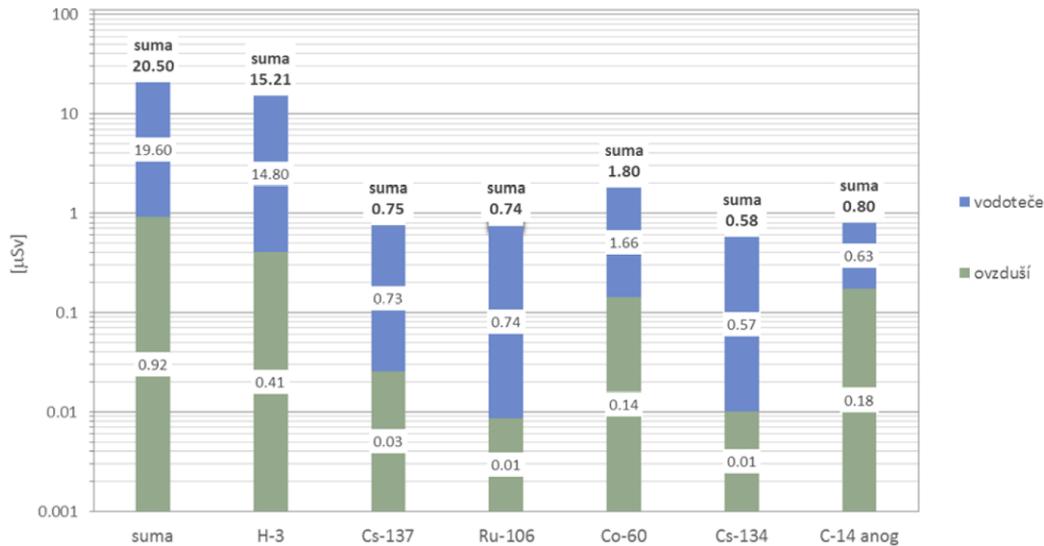
### 5.1.2.3 Expositionswege der repräsentativen Einzelperson/Summe Atmosphäre + Wasserläufe

Der Hauptexpositionsweg der repräsentativen Einzelperson ist die Ingestion der ursprünglich in Wasserläufe emittierten Radionuklide (durch Trinkwasserverzehr, Verzehr von berrieseltem Gemüse und der Milch der mit dem Wasser getränkten Kühe). Dieser Weg ist zu 91 % für die Dosis der repräsentativen Einzelperson verantwortlich. Mit großem Abstand folgt die Inhalation der Radionuklide in der Luft, die Ingestion der in die Atmosphäre emittierten Radionuklide und die externe Bestrahlung durch Radionuklide in der Luft. Von einzelnen Radionukliden ist an der Exposition in erster Linie H-3 beteiligt, gefolgt von Co-60, der anorganischen Form C-14, Cs-137, Ru-106 und Cs-134. Der Anteil der sonstigen Radionuklide an der gesamten Jahresdosis ist bereits geringer.



**Abb. 11 Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Person [µSv] - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava**

suma	Summe
ingesce vodoteče	Ingestion Wasserläufe
inhalace	Inhalation
ingesce ovzduší	Ingestion Atmosphäre
mrak	Wolke



**Abb. 12** Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [µSv] - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava

suma	Summe
vodoteče	Wasserläufe
ovzduší	Atmosphäre

### 5.1.3 Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4 (durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava)

#### 5.1.3.1 Randbedingungen

Die durchschnittliche jährliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava 3,7 m<sup>3</sup>/s (die durchschnittliche langfristige Bilanz-Durchflussmenge für diese Berechnungsalternative), Emissionen in die Atmosphäre und Wasserläufe nach Kap. 4.5 für den Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und die Stilllegung von EDU1-4.

#### 5.1.3.2 Exposition der repräsentativen Einzelperson

Der dominante Expositionsweg der repräsentativen Einzelperson (bzw. der dominante Expositionsweg der Einwohner der Umgebung) durch Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4 sind Emissionen in Wasserläufe. Die repräsentative Einzelperson für die Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage ist die Person, die den Emissionen in Wasserläufe am stärksten ausgesetzt ist. Diese Person lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, also in den Sektoren 56, 55 (Ivančice, Hrubšice oder Řeznovice) und 54 (Biskoupky). Die Ergebnisse in diesen Sektoren sind identisch.

Die repräsentative Einzelperson ist älter als 17 Jahre und hat folgende weitere Eigenschaften:

- sie deckt ihren gesamten Trinkwasserverbrauch direkt aus dem Fluss Jihlava beziehungsweise aus der Quelle (Brunnen), in die das Wasser aus dem Fluss Jihlava intensiv versickert, wobei diese Wasserquelle nicht durch anderes, von den Emissionen nicht belastetes Wasser dotiert (d. h. verdünnt) wird;
- sie deckt einen Teil ihres Gemüseverbrauchs (50 % Gemüseverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit Gemüse, das mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselt wird;
- sie deckt einen Teil ihres Milchverbrauchs (50 % des Milchverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit der Milch der Kühe, die mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava getränkt werden und die auf den mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselten Kuhwiesen weiden;
- sie deckt ihren gesamten Fischfleischverbrauch (100 % des Fischfleischverbrauchs der gegebenen Alterskategorie) aus Fischen, die ihr gesamtes Leben im anliegenden Fluss Jihlava leben.

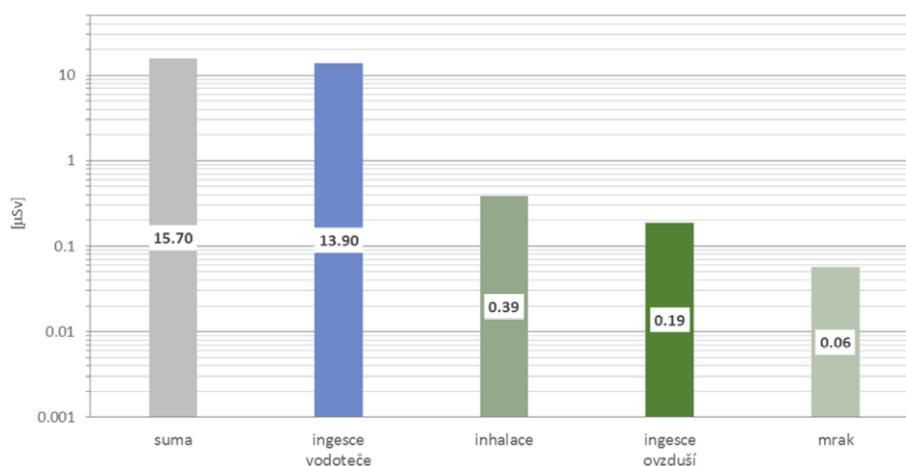
**Tab. 19 Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava**

Wasserläufe		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	1,49E-05	1,35E-05
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava und ist älter als 17 Jahre.	
Atmosphäre		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	7,14E-06	7,04E-06
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt im Sektor Nr. 99 (Kataster Kordula) und ist jünger als 7 Jahre.	
Wasserläufe + Atmosphäre		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	1,57E-05 (davon 1,49E-05 Wasserläufe + 8,13E-07 Sv Atmosphäre)	1,55E-05 (davon 1,35E-05 Wasserläufe + 7,76E-07 Atmosphäre)
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava und ist älter als 17 Jahre.	

Für die repräsentative Einzelperson sind der allgemeine Grenzwert (1,0E-03 Sv/Jahr) sowie der optimierte Dosisgrenzwert (2,5E-04 Sv/Jahr bzw. 2,0E-04 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in die Atmosphäre und 5,0E-05 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in Wasserläufe) erfüllt.

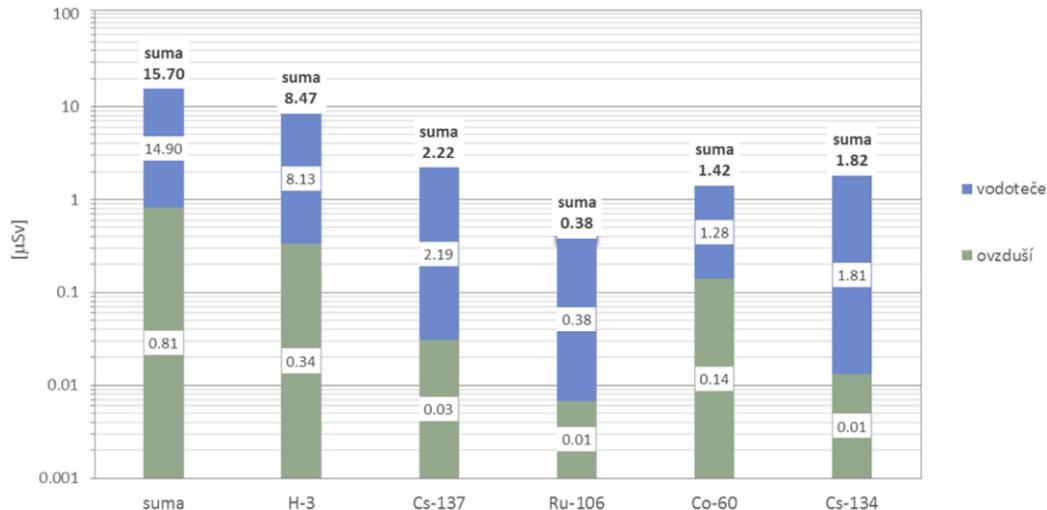
### 5.1.3.3 Expositionswege der repräsentativen Einzelperson/Summe Atmosphäre + Wasserläufe

Der Hauptexpositionsweg der repräsentativen Einzelperson ist die Ingestion der ursprünglich in Wasserläufe emittierten Radionuklide (durch Trinkwasserverzehr, Verzehr von berrieseltem Gemüse und der Milch der mit dem Wasser getränkten Kühe). Dieser Weg ist zu 88 % für die Dosis der repräsentativen Einzelperson verantwortlich. Mit großem Abstand folgt die Inhalation der Radionuklide in der Luft, die Ingestion der in die Atmosphäre emittierten Radionuklide und die externe Bestrahlung durch Radionuklide in der Luft. Von einzelnen Radionukliden ist an der Exposition in erster Linie H-3 beteiligt, gefolgt von Cs-137, Cs-134, Co-60 und Ru-106. Der Anteil der sonstigen Radionuklide an der gesamten Jahresdosis ist bereits geringer.



**Abb. 13 Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [µSv] - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava**

suma	Summe
ingesce vodoteče	Ingestion Wasserläufe
inhalace	Inhalation
ingesce ovzduši	Ingestion Atmosphäre
mrak	Wolke



**Abb. 14** Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson [µSv] - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe und Stilllegung von EDU1-4, durchschnittliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava

suma	Summe
vodoteče	Wasserläufe
ovzduší	Atmosphäre

## 5.2 Ermittlung und Auswertung der maximalen theoretischen Jahresdosis durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage und im Zusammenwirken mit EDU1-4

### 5.2.1 Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und Stilllegung von EDU1-4 (minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava)

#### 5.2.1.1 Randbedingungen

Minimale jährliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava von 1,2 m<sup>3</sup>/s (minimal zulässige Rest-Durchflussmenge), Emissionen in die Atmosphäre und Wasserläufe nach Kap. 4.5.1 für den Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und die Stilllegung von EDU1-4.

#### 5.2.1.2 Exposition der repräsentativen Einzelperson

Der dominante Expositionsweg der repräsentativen Einzelperson (bzw. der dominante Expositionsweg der Einwohner der Umgebung) durch Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe und Stilllegung von EDU1-4 sind Emissionen in Wasserläufe. Die repräsentative Einzelperson für die Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage ist die Person, die den Emissionen in Wasserläufe am stärksten ausgesetzt ist. Diese Person lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, also in den Sektoren 56, 55 (Ivančice, Hrubšice oder Řeznovice) und 54 (Biskoupky), siehe. Abb. 2. Die Ergebnisse in diesen Sektoren sind identisch.

Die repräsentative Einzelperson ist jünger als 7 Jahre oder älter als 17 Jahre und hat folgende weitere Eigenschaften:

- sie deckt ihren gesamten Trinkwasserverbrauch direkt aus dem Fluss Jihlava beziehungsweise aus der Quelle (Brunnen), in die das Wasser aus dem Fluss Jihlava intensiv versickert, wobei diese Wasserquelle nicht durch anderes, von den Emissionen nicht belastetes Wasser dotiert (d. h. verdünnt) wird;
- sie deckt einen Teil ihres Gemüseverbrauchs (50 % Gemüseverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit Gemüse, das mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselt wird;

- sie deckt einen Teil ihres Milchverbrauchs (50 % des Milchverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit der Milch der Kühe, die mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava getränkt werden und die auf den mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselten Kuhwiesen weiden;
- sie deckt ihren gesamten Fischfleischverbrauch (100 % des Fischfleischverbrauchs der gegebenen Alterskategorie) aus Fischen, die ihr gesamtes Leben im anliegenden Fluss Jihlava leben.

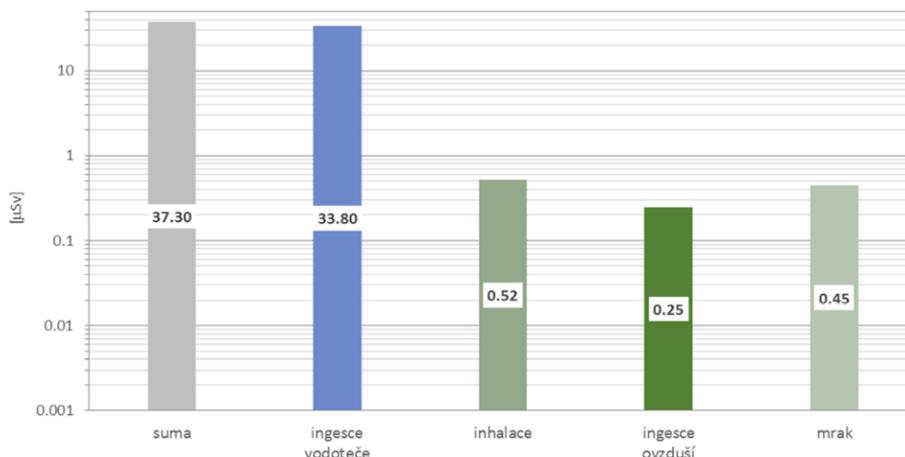
**Tab. 20 Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis – 2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava**

Wasserläufe		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	3,59E-05	3,53E-05
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava und ist älter als 17 Jahre.	
Atmosphäre		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	1,28E-05	1,27E-05
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt im Sektor Nr. 99 (Kataster Kordula) und ist jünger als 7 Jahre.	
Wasserläufe + Atmosphäre		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	3,73E-05 (davon 3,59E-05 Wasserläufe + 1,38E-06 Sv Atmosphäre)	3,66E-05 (davon 3,53E-05 Wasserläufe + 1,34E-06 Sv Atmosphäre)
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, sie ist jünger als 7 Jahre und älter als 17 Jahre.	

Für die repräsentative Einzelperson sind der allgemeine Grenzwert (1,0E-03 Sv/Jahr) sowie der optimierte Dosisgrenzwert (2,5E-04 Sv/Jahr bzw. 2,0E-04 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in die Atmosphäre und 5,0E-05 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in Wasserläufe) erfüllt.

### 5.2.1.3 Expositionswege der repräsentativen Einzelperson/Summe Atmosphäre + Wasserläufe

Der Hauptexpositionsweg der repräsentativen Einzelperson ist die Ingestion der ursprünglich in Wasserläufe emittierten Radionuklide (durch Trinkwasserverzehr, Verzehr von berieseltem Gemüse und der Milch der mit dem Wasser getränkten Kühe). Dieser Weg ist zu 90 % für die Dosis der repräsentativen Einzelperson verantwortlich. Mit großem Abstand folgt die Inhalation der Radionuklide in der Luft, die Ingestion der in die Atmosphäre emittierten Radionuklide und die externe Bestrahlung durch Radionuklide in der Luft. Von einzelnen Radionukliden ist an der Belastung in erster Linie H-3 beteiligt, gefolgt von Cs-137, Cs-134 und Co-60. Der Anteil der sonstigen Radionuklide an der gesamten Jahresdosis ist bereits geringer. Als detaillierte Informationen werden bei Emissionen in Wasserläufe auch die entsprechenden Dosen in Abhängigkeit vom Alter und dem jeweiligen Anteil der Expositionswege aufgeführt. Die relative Bedeutung der Cäsiumisotope ist vor allem auf den höheren Fischfleischverzehr zurückzuführen. Diese Verteilung gilt auch für weitere beurteilte Fälle, die in den Abbildungen jedoch nicht dargestellt sind.



**Abb. 15 Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der Einzelperson [µSv] (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava)**

suma	Summe
ingesce vodoteče	Ingestion Wasserläufe
inhalace	Inhalation
ingesce ovzduší	Ingestion Atmosphäre
mrak	Wolke

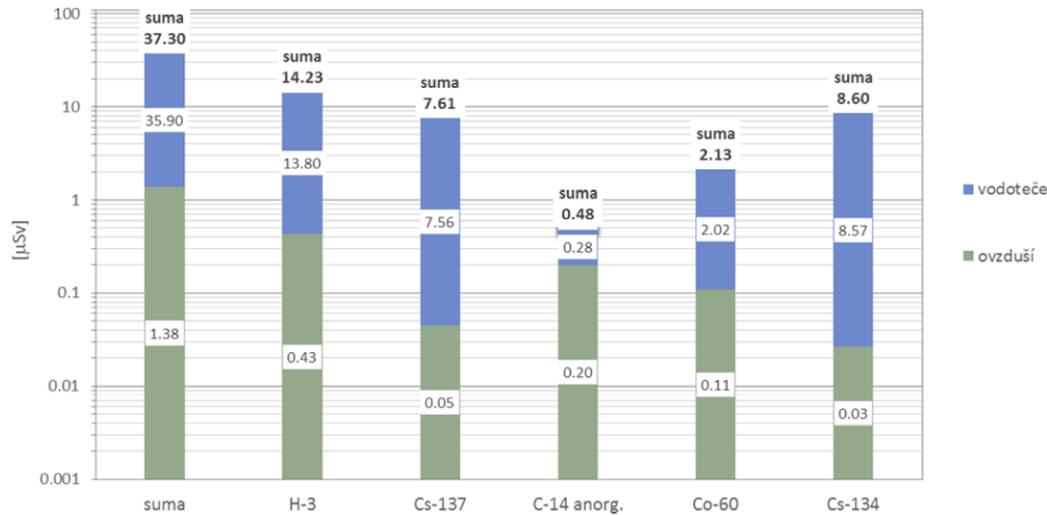


Abb. 16 Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der Einzelperson [µSv] (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava)

suma	Summe
vodoteče	Wasserläufe
ovzduší	Atmosphäre

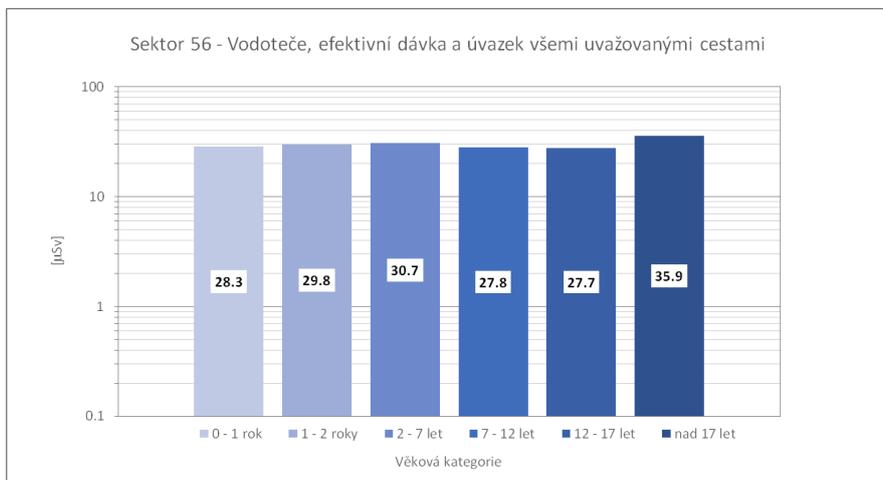
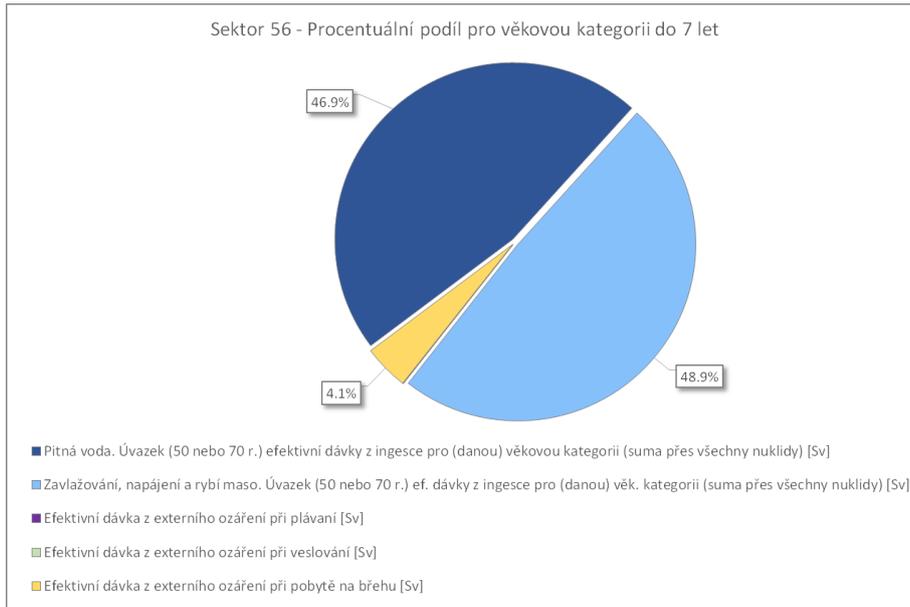


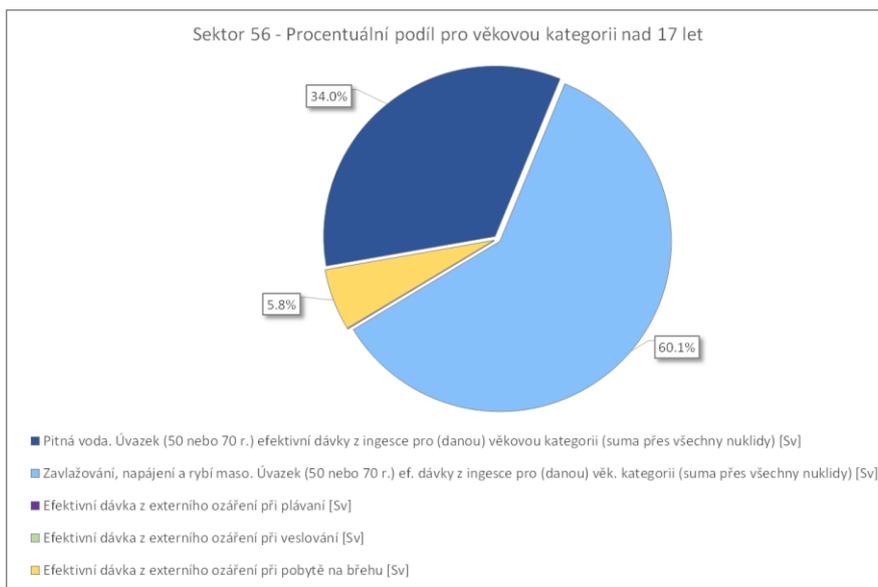
Abb. 17 Effektive Gesamtdosis und Folgedosis aus Wasserläufen nach Alterskategorien [µSv] (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava)

Sektor 56 – Vodoteče, efektivní dávka a úvazek všemi uvažovanými cestami	Sektor 56 – Wasserläufe, effektive Dosis und Folgedosis über alle angenommenen Wege
Věková kategorie	Alterskategorie
0 - 1 rok	0 - 1 Jahr
1 – 2 roky	1 – 2 Jahre
2 – 7 let	2 – 7 Jahre
7 – 12 let	7 – 12 Jahre
nad 17 let	über 17 Jahre



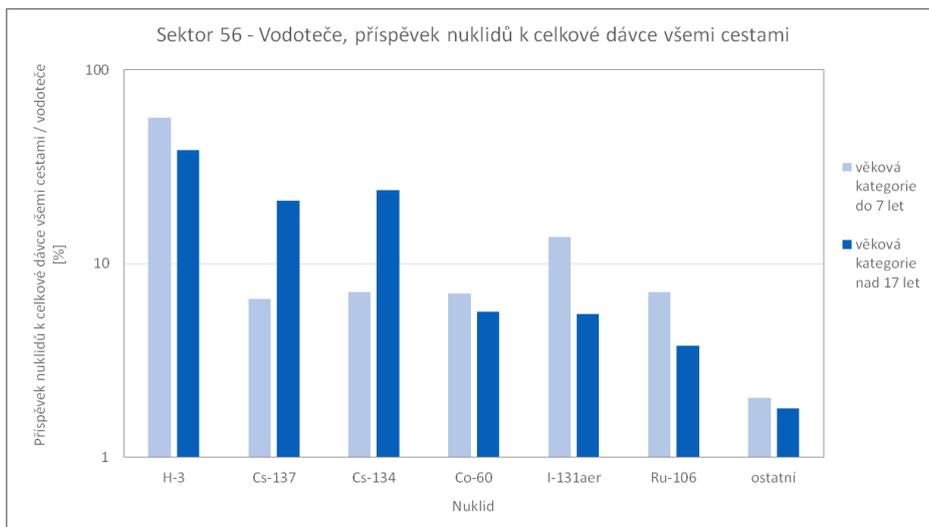
**Abb. 18 Wasserläufe, Alterskategorien unter 7 Jahre im Sektor 56, Anteil der einzelnen Expositionswege an der effektiven Gesamtdosis (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava)**

Sektor 56 – procentní podíl pro věkovou kategorii do 7 let	Sektor 56 – procentuale Beteiligung für die Alterskategorie unter 7 Jahren
Pitná voda. Úvazek (50 nebo 70 r.) efektivní dávky z ingesce pro (danou) věkovou Kategorii (suma přes všechny nuklidy) [Sv]	Trinkwasser. Folgedosis (50 oder 70 r.) effektive Dosen aus der Ingestion für die (gegebene) Alterskategorie (Summe aller Nuklide) [Sv]
Zavlažování, napájení a rybí maso. Úvazek (50 nebo 70 r.) ef. Dávky z ingesce pro (danou) věkovou Kategorii (suma přes všechny nuklidy) [Sv]	Berieselung, Tränken und Fischfleisch. Folgedosis (50 oder 70 r.) eff. Dosen durch Ingestion für die (gegebene) Alterskategorie (Summe aller Nuklide) [Sv]
Efektivní dávka z externího ozáření při plavání [Sv]	Effektive Dosis durch externe Exposition beim Schwimmen [Sv]
Efektivní dávka z externího ozáření při veslování [Sv]	Effektive Dosis durch externe Exposition beim Rudern [Sv]
Efektivní dávka z externího ozáření při pobytě v břehu [Sv]	Effektive Dosis durch externe Exposition beim Aufenthalt am Ufer [Sv]



**Abb. 19 Wasserläufe, Alterskategorie über 17 Jahre (Erwachsene) im Sektor 56, der Beitrag der einzelnen Expositionswege zur effektiven Gesamtdosis (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava)**

Sektor 56 – procentní podíl pro věkovou kategorii nad 17 let	Sektor 56 – prozentuale Beteiligung für die Alterskategorie über 17 Jahren
Pitná voda. Úvazek (50 nebo 70 r.) efektivní dávky z ignesce pro (danou) věkovou Kategorii (suma přes všechny nuklidy) [Sv]	Trinkwasser. Folgedosis (50 oder 70 r.) effektive Dosen aus der Ingestion für die (gegebene) Alterskategorie (Summe aller Nuklide) [Sv]
Zavlažování, napájení a rybí maso. Úvazek (50 nebo 70 r.) ef. Dávky z ignesce pro (danou) věkovou Kategorii (suma přes všechny nuklidy) [Sv]	Berieselung, Tränken und Fischfleisch. Folgedosis (50 oder 70 r.) eff. Dosen durch Ingestion für die (gegebene) Alterskategorie (Summe aller Nuklide) [Sv]
Efektivní dávka z externího ozáření při plavání [Sv]	Effektive Dosis durch externe Exposition beim Schwimmen [Sv]
Efektivní dávka z externího ozáření při veslování [Sv]	Effektive Dosis durch externe Exposition beim Rudern [Sv]
Efektivní dávka z externího ozáření při pobytě v břehu [Sv]	Effektive Dosis durch externe Exposition beim Aufenthalt am Ufer [Sv]



**Abb. 20 Wasserläufe, Sektor 56, prozentualer Anteil der Nuklide an der Gesamtdosis über alle Wege für Kinder und Erwachsene (2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava)**

Sektor 56 – Vodoteče, příspěvek nuklidů k celkové dávce všemi cestami	Sektor 56 – Wasserläufe, Beitrag der Nuklide zur Gesamtdosis über alle Wege
Příspěvek nuklidů k celkové dávce všemi cestami/vodoteče [%]	Beitrag der Nuklide zur Gesamtdosis über alle Wege/Wasserläufe [%]
Věková kategorie do 7 let	Alterskategorie unter 7 Jahre
Věková kategorie nad 17 let	Alterskategorie über 17 Jahre
ostatní	Sonstiges
Nuklid	Nuklid

## 5.2.2 Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, Betrieb EDU2-4 und Stilllegung von EDU1 (minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava)

### 5.2.2.1 Randbedingungen

Minimale jährliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava von 1,2 m<sup>3</sup>/s (minimal zulässige Rest-Durchflussmenge), Emissionen in die Atmosphäre und Wasserläufe nach Kap. 4.5.1 für den Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1.

### 5.2.2.2 Exposition der repräsentativen Einzelperson

Der dominante Expositionsweg der repräsentativen Einzelperson (bzw. der dominante Expositionsweg der Einwohner der Umgebung) durch Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe, des Parallelbetriebs von EDU2-4 und der Stilllegung von EDU1 sind Emissionen in Wasserläufe. Die repräsentative Einzelperson für die Betriebsemissionen der neuen Kernkraftanlage ist die Person, die den Emissionen in Wasserläufe am stärksten ausgesetzt ist. Diese Person lebt in Sektoren längs des Flusses

Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava, also in den Sektoren 56 und 55 (Ivančice, Hrubšice oder Řeznovice) und 54 (Biskoupy). Die Ergebnisse in diesen Sektoren sind identisch.

Die repräsentative Einzelperson ist älter als 17 Jahre und hat folgende weitere Eigenschaften:

- sie deckt ihren gesamten Trinkwasserverbrauch direkt aus dem Fluss Jihlava beziehungsweise aus der Quelle (Brunnen), in die das Wasser aus dem Fluss Jihlava intensiv versickert, wobei diese Wasserquelle nicht durch anderes, von den Emissionen nicht belastetes Wasser dotiert (d. h. verdünnt) wird;
- sie deckt einen Teil ihres Gemüseverbrauchs (50 % Gemüseverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit Gemüse, das mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselt wird;
- sie deckt einen Teil ihres Milchverbrauchs (50 % des Milchverbrauchs in der gegebenen Alterskategorie) mit der Milch der Kühe, die mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava getränkt werden und die auf den mit dem Wasser aus dem anliegenden Fluss Jihlava berieselten Kuhwiesen weiden;
- sie deckt ihren gesamten Fischfleischverbrauch (100 % des Fischfleischverbrauchs der gegebenen Alterskategorie) aus Fischen, die ihr gesamtes Leben im anliegenden Fluss Jihlava leben.

**Tab. 21 Effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis – 1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava**

Wasserläufe		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	3,16E-05	2,69E-05
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava und ist älter als 17 Jahre.	
Atmosphäre		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	7,29E-06	7,04E-06
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt im Sektor Nr. 99 (Kataster Kordula) und ist jünger als 7 Jahre.	
Wasserläufe + Atmosphäre		
Effektive Dosis [Sv/Jahr]	Summe	Nur neue Kernkraftanlage
	3,25E-05 (davon 3,16E-05 Wasserläufe + 8,72E-07 Sv Atmosphäre)	2,77E-05 (davon 2,69E-05 Wasserläufe + 7,76E-07 Atmosphäre)
Repräsentative Einzelperson	Sie lebt in Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss der Flüsse Oslava und Jihlava und ist älter als 17 Jahre.	

Für die repräsentative Einzelperson sind der allgemeine Grenzwert (1,0E-03 Sv/Jahr) sowie der optimierte Dosisgrenzwert (2,5E-04 Sv/Jahr bzw. 2,0E-04 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in die Atmosphäre und 5,0E-05 Sv/Jahr für die Exposition durch Emissionen in Wasserläufe) erfüllt.

### 5.2.2.3 Expositionswege der repräsentativen Einzelperson/Summe Atmosphäre + Wasserläufe

Der Hauptexpositionsweg der repräsentativen Einzelperson ist die Ingestion der ursprünglich in Wasserläufe emittierten Radionuklide (durch Trinkwasserverzehr, Verzehr von berieseltem Gemüse und der Milch der mit dem Wasser getränkten Kühe). Dieser Weg ist zu 88 % für die Dosis der repräsentativen Einzelperson verantwortlich. Mit großem Abstand folgt die Inhalation der Radionuklide in der Luft, die Ingestion der in die Atmosphäre emittierten Radionuklide und die externe Bestrahlung durch Radionuklide in der Luft. Von einzelnen Radionukliden ist an der Exposition in erster Linie H-3 beteiligt, gefolgt von Cs-137, Cs-134, Co-60 und Ru-106. Der Anteil der sonstigen Radionuklide an der gesamten Jahresdosis ist bereits geringer.

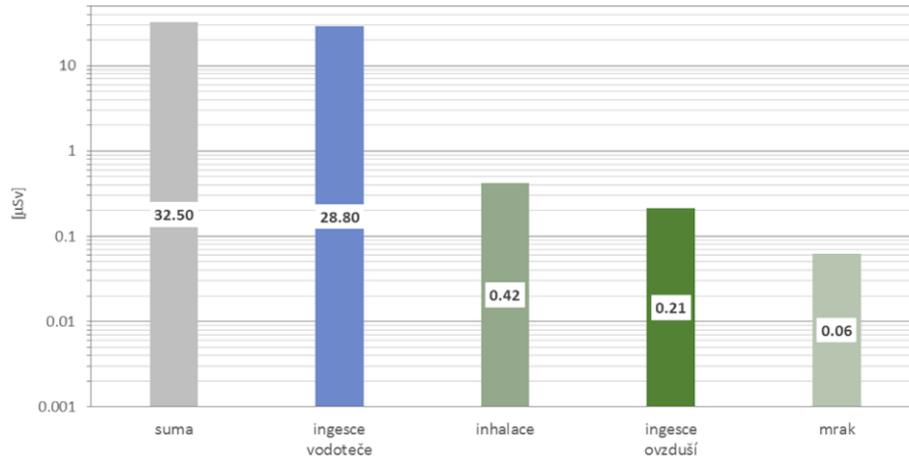


Abb. 21 Beiträge der einzelnen Wege zur effektiven Jahresdosis der Einzelperson [µSv] (1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4, Stilllegung von EDU1, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava)

suma	Summe
ingesce vodoteče	Ingestion Wasserläufe
inhalace	Inhalation
ingesce ovzduší	Ingestion Atmosphäre
mrak	Wolke

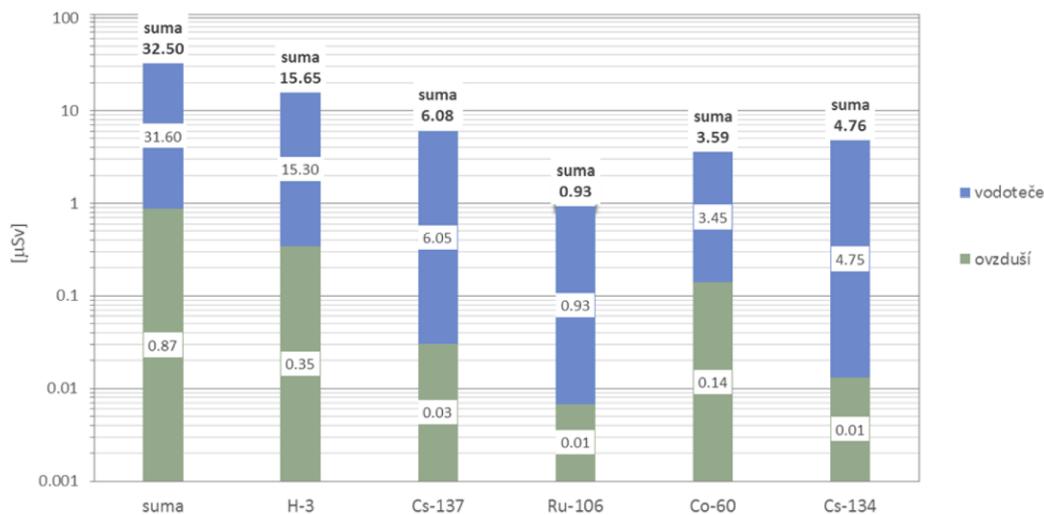


Abb. 22 Beiträge der einzelnen Nuklide zur effektiven Jahresdosis der Einzelperson [µSv] (1 x 1750 MWe, Betrieb von EDU2-4, Stilllegung von EDU1, minimale Durchflussmenge 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava)

suma	Summe
vodoteče	Wasserläufe
ovzduší	Atmosphäre

### 5.3 Grenzüberschreitende Einflüsse

Zur Ermittlung der grenzüberschreitenden Exposition wurden dieselben Berechnungsfälle (Leistungsalternativen) wie für die Tschechische Republik ausgewertet. Für das Verhalten und die Lebensgewohnheiten der Personen wurden dieselben Annahmen verwendet wie für die repräsentativen Einzelpersonen in der Tschechischen Republik, jedoch unter Berücksichtigung der Unterschiede der Warenkörbe der Lebensmittel. Die repräsentative Einzelperson auf dem Gebiet Österreichs und der Slowakei verwendet das Wasser aus dem Wasserlauf, in den Emissionen der neuen Kernkraftanlage abgeleitet werden als Trinkwasserquelle, zur Berieselung der landwirtschaftlichen Produktionsflächen, zur Erholung und für die Zucht von Fischen, die sie verzehrt. Für die präsentierten Berechnungen der Strahlenexposition in Österreich und der Slowakei durch flüssige Emissionen wurde keine Annahme hinsichtlich der möglichen Umsteuerung eines Teils der flüssigen Emissionen in die Atmosphäre unterstellt und die gesamte flüssige Emission wird in den Wasserlauf abgeleitet. Gleichzeitig wurde jedoch für die

Berechnung der Emissionsdosen ähnlich wie in der Tschechischen Republik angenommen, dass die gesamte flüssige Emission in die Atmosphäre konvertiert werden kann.

Für die Beurteilung der grenzüberschreitenden Exposition wurden die effektiven Jahresdosen der Einzelperson in allen Sektoren im Umkreis von 100 km von der neuen Kernkraftanlage (d. h. auf dem Gebiet Österreichs und der Slowakei) ausgewertet. Es wurden die am meisten belasteten Sektoren und die ihnen entsprechenden effektiven Jahresdosen der Einzelperson ermittelt, einschließlich der Folgedosis. Weiter wurden die Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen außerhalb der Zone des Umkreises von 100 km bestimmt und zwar auf dem Gebiet aller Nachbarstaaten (Österreich, Slowakei, Polen und Deutschland).

Analog zur nächstgelegenen Umgebung der neuen Kernkraftanlage haben bei der Auswertung der grenzüberschreitenden Exposition die flüssigen Emissionen den größten Einfluss. Sie wirken sich in Sektoren rund um die Flüsse Dyje und Morava auf dem Gebiet Österreichs und der Slowakei aus. Unter Berücksichtigung der bedeutend höheren Durchflussmengen in diesen Wasserläufen (im Vergleich zum Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno) sind jedoch die empfangenen effektiven Jahresdosen der Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis, um mehr als eine Größenordnung niedriger als die der repräsentativen Einzelperson auf dem Gebiet der Tschechischen Republik. Sie liegen um das Niveau von ca.  $1 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$  ( $1\text{E}-06 \text{ Sv}/\text{Jahr}$ ), was vernachlässigbare Dosen sind (laut der Staatlichen Strahlenschutzbehörde wird auf dem Gebiet der Tschechischen Republik durch den natürlichen Hintergrund eine durchschnittliche Jahresdosis der Einzelperson von ca.  $3200 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$  verursacht). In den sonstigen Sektoren haben die durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage verursachten Dosen eine Größenordnung von  $0,01$  bis  $0,1 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$  ( $1\text{E}-08$  bis  $1\text{E}-07 \text{ Sv}/\text{Jahr}$ ). Sie sind völlig unbedeutend und nicht detektierbar. Die Änderungen der lokalen Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno (bis zur zulässigen minimalen Durchflussmenge  $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ) haben auf die grenzüberschreitende Exposition lediglich einen vernachlässigbaren Einfluss. Das wird dadurch verursacht, dass der Fluss Morava, der den Grenzfluss zwischen Österreich und der Slowakei bildet, unterhalb des Zusammenflusses mit dem Fluss Dyje eine wesentlich höhere durchschnittliche Durchflussmenge ( $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) hat und die Stabilität der Durchflussmenge durch das System der Talsperren Nové Mlýny mit einem Gesamtwasservolumen von  $1,16\text{E}+08 \text{ m}^3$  am Fluss Dyje verstärkt wird. In dieses Talsperrensystem münden auch der Fluss Jihlava und weitere Wasserläufe.

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht über die Ergebnisse der grenzüberschreitenden Expositionen.

**Tab. 22 Österreich - effektive Jahresdosis der repräsentativen Einzelperson, Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen und effektive Folgedosen**

	Neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MW <sub>e</sub> Stilllegung von EDU1-4	Neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MW <sub>e</sub> Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1	Neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MW <sub>e</sub> Stilllegung von EDU1-4
<b>Dosen der Einzelperson, insgesamt Atmosphäre + Wasserläufe</b>			
Sektor mit der höchsten Gesamtdosis	83 (Sektor mit den Gemeinden Wilhelmsdorf und Poysdorf)		
Repräsentative Einzelperson	über 17 Jahre		
Effektive Jahresdosis und effektive Folgedosis der repräsentativen Einzelperson [Sv/Jahr]	1,70E-06	1,47E-06	1,34E-06
- davon Atmosphäre [Sv/Jahr]	4,45E-08	3,20E-08	2,90E-08
- davon Wasserläufe [Sv/Jahr]	1,65E-06	1,43E-06	1,32E-06
<b>Dosen der Einzelperson, nur Atmosphäre</b>			
Sektor mit der höchsten Dosis, nur Atmosphäre	106 (Sektor mit den Gemeinden Obritz und Guntersdorf)		
Repräsentative Einzelperson	2-7 Jahre		
Effektive Jahresdosis und effektive Folgedosis der repräsentativen Einzelperson [Sv/Jahr]	4,36E-07	2,95E-07	2,71E-07
<b>Dosen der Einzelperson, nur Wasserläufe</b>			
Sektor mit der höchsten Dosis, nur Wasserläufe	83 (Sektor mit den Gemeinden Wilhelmsdorf und Poysdorf)		
Repräsentative Einzelperson	über 17 Jahre		
Effektive Jahresdosis und effektive Folgedosis der repräsentativen Einzelperson [Sv/Jahr]	1,65E-06	1,43E-06	1,32E-06
<b>Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen innerhalb der 100 km-Zone</b>			
Effektive jährliche Gruppen-Äquivalentdosis und effektive Folgedosis [Sv/Jahr]	1,43E-01	9,53E-02	8,69E-02
- davon Ingestion [Sv/Jahr]	1,66E-02	1,51E-02	1,33E-02
<b>Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen außerhalb der 100 km-Zone</b>			

Effektive jährliche Gruppen-Äquivalentdosis und effektive Folgedosis [Sv/Jahr]	1,67E-01	1,55E-01	1,28E-01
- davon Ingestion durch den Export außerhalb der Zone [Sv/Jahr]	1,57E-01	1,46E-01	1,21E-01
- davon C-14 [Sv/Jahr]	1,02E-02	9,05E-03	6,74E-03
- davon H-3 [Sv/Jahr]	3,25E-06	2,84E-06	2,58E-06

**Tab. 23 Slowakei - effektive Jahresdosis der Einzelperson, Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen und effektive Folgedosen**

	Neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MW <sub>e</sub> Stilllegung von EDU1-4	Neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MW <sub>e</sub> Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1	Neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MW <sub>e</sub> Stilllegung von EDU1-4
<b>Dosen der Einzelperson, insgesamt Atmosphäre + Wasserläufe</b>			
Sektor mit der höchsten Gesamtdosis	84 (Sektor mit den Gemeinden Gajary und Malacky)		
Repräsentative Einzelperson	über 17 Jahre		
Effektive Jahresdosis und effektive Folgedosis der repräsentativen Einzelperson [Sv/Jahr]	1,62E-06	1,41E-06	1,29E-06
- davon Atmosphäre [Sv/Jahr]	2,51E-08	1,85E-08	1,67E-08
- davon Wasserläufe [Sv/Jahr]	1,60E-06	1,39E-06	1,27E-06
<b>Dosen der Einzelperson, nur Atmosphäre</b>			
Sektor mit der höchsten Dosis, nur Atmosphäre	72 (Sektor mit den Gemeinden Skalica und Holíč)		
Repräsentative Einzelperson	über 17 Jahre	2-7 Jahre	
Effektive Jahresdosis und effektive Folgedosis der repräsentativen Einzelperson [Sv/Jahr]	2,65E-08	2,04E-08	1,86E-08
<b>Dosen der Einzelperson, nur Wasserläufe</b>			
Sektor mit der höchsten Dosis, nur Wasserläufe	84 (Sektor mit den Gemeinden Gajary und Malacky)		
Repräsentative Einzelperson	über 17 Jahre		
Effektive Jahresdosis und effektive Folgedosis der repräsentativen Einzelperson [Sv/Jahr]	1,60E-06	1,39E-06	1,27E-06
<b>Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen innerhalb der 100 km-Zone</b>			
Effektive jährliche Gruppen-Äquivalentdosis und effektive Folgedosis [Sv/Jahr]	4,59E-03	3,58E-03	3,19E-03
- davon Ingestion [Sv/Jahr]	2,07E-03	1,94E-03	1,70E-03
<b>Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen außerhalb der 100 km-Zone</b>			
Effektive jährliche Gruppen-Äquivalentdosis und effektive Folgedosis [Sv/Jahr]	7,88E-03	7,03E-03	5,24E-03
- davon Ingestion durch den Export außerhalb der Zone [Sv/Jahr]	3,48E-09	2,56E-09	2,39E-09
- davon C-14 [Sv/Jahr]	7,88E-03	7,02E-03	5,23E-03
- davon H-3 [Sv/Jahr]	2,54E-06	2,22E-06	2,01E-06

**Tab. 24 Polen - effektive jährliche Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen und effektive Folgedosen**

	Neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MW <sub>e</sub> Stilllegung von EDU1-4	Neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MW <sub>e</sub> Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1	Neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MW <sub>e</sub> Stilllegung von EDU1-4
<b>Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppe insgesamt</b>			
Effektive jährliche Gruppen-Äquivalentdosis und effektive Folgedosis [Sv/Jahr]	5,74E-02	5,12E-02	3,81E-02
- davon C-14 [Sv/Jahr]	5,74E-02	5,12E-02	3,81E-02
- davon H-3 [Sv/Jahr]	1,88E-05	1,64E-05	1,49E-05

**Tab. 25 Deutschland - effektive jährliche Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppen und effektive Folgedosen**

	<b>Neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MW<sub>e</sub> Stilllegung von EDU1-4</b>	<b>Neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MW<sub>e</sub> Betrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1</b>	<b>Neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MW<sub>e</sub> Stilllegung von EDU1-4</b>
<b>Äquivalentdosen der Bevölkerungsgruppe insgesamt</b>			
Effektive jährliche Gruppen-Äquivalentdosis und effektive Folgedosis [Sv/Jahr]	1,22E-01	1,09E-01	8,10E-02
- davon C-14 [Sv/Jahr]	1,22E-01	1,09E-01	8,10E-02
- davon H-3 [Sv/Jahr]	3,91E-05	3,42E-05	3,10E-05

Der Anteil an der jährlichen Strahlenexposition der repräsentativen Einwohner der Nachbarstaaten infolge des Betriebs und der Emissionen der neuen Kernkraftanlage stellt weder eine Belastung noch eine Bedrohung für die Einwohner dar. Anhand der durchgeführten Auswertung und der ermittelten Ergebnisse kann festgestellt werden, dass es praktisch zu keiner Strahlenexposition der Einwohner der Nachbarstaaten unter den Betriebszuständen der neuen Kernkraftanlage kommt.

## 5.4 Ermittlung der Lebensdosis durch den Betrieb der neuen Kernkraftanlage und im Zusammenwirken mit EDU1-4

Zur Ermittlung der Lebensdosen werden Emissionen nach der Hüllkurven-Methode und langfristige Durchflussmengen des Flusses Jihlava bei einer Klimaänderung von +2 °C angenommen. Es wird angenommen, dass die beurteilte Einzelperson im Jahr der Inbetriebnahme der neuen Kernkraftanlage in einem der am stärksten belasteten Sektoren längs des Flusses Jihlava zwischen der Talsperre Mohelno und der Gemeinde Ivančice (Sektoren 54, 55, 56) geboren wird, dass sie dort ihr Leben lang leben wird und in den jeweils angenommenen Szenarien des Parallelbetriebs der neuen Kernkraftanlage und des Betriebs oder der Stilllegung von EDU1-4 die Eigenschaften (Verhalten) der repräsentativen Einzelperson hat. Die Lebensdosis ist die Summe der effektiven Jahresdosen und der effektiven Folgedosen in 70 Lebensjahren.

Es werden folgende 2 alternative Szenarien des Betriebs der neuen Kernkraftanlage und des Parallelbetriebs mit dem Kernkraftwerk EDU1-4 angenommen:

1. Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe + Stilllegung von EDU1-4 (4 Blöcke) (70jährige Betriebszeit der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MW<sub>e</sub> nach 2035, die sich aus den vorausgesetzten projektierten 60 Jahren Betrieb der neuen Kernkraftanlage und einem um 10 Jahre verlängerten Betrieb der neuen Kernkraftanlage zusammensetzt).
2. Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe + Betrieb von EDU2-4 (3 Blöcke) + Stilllegung von EDU1 (1 Block) im Zeitraum 2035-2045 (10 Jahre) und anschließend Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW<sub>e</sub> + Stilllegung von EDU1-4 (4 Blöcke) (60 Jahre Betrieb der neuen Kernkraftanlage ab 2045, die sich aus den vorausgesetzten projektierten 50 Jahren Betrieb der neuen Kernkraftanlage und dem um 10 Jahre verlängerten Betrieb der neuen Kernkraftanlage zusammensetzt).

Für diese Szenarien sind die Lebensdosen der repräsentativen Einzelperson in folgender Tabelle zusammengefasst.

**Tab. 26 Lebensdosen der repräsentativen Einzelperson**

	<b>Atmosphäre</b>	<b>Wasserläufe</b>	<b>Summe</b>
	[Sv]		
Szenario 1	1,01E-04	1,53E-03	<b>1,63E-03</b>
Szenario 2	5,80E-05	1,09E-03	<b>1,15E-03</b>

Die höchste Lebensdosis bei einem Betrieb der neuen Kernkraftanlage von 70 Jahren im Zusammenwirken mit dem stillzulegenden Kernkraftwerk EDU1-4 beträgt 1,6 mSv. Die Dosis ist somit geringer als die Dosis, der die betreffende Einwohner aus natürlichen Strahlenquellen (Radon in Gebäuden, kosmische Strahlung, terrestrische Strahlung der Gesteine u. ä.) als natürlichem Hintergrund ausgesetzt sind, und die im Schnitt in der Tschechischen Republik Werte von 3,2 mSv/Jahr erreicht.

## 5.5 Strahlenexposition der am Aufbau der neuen Kernkraftanlage beteiligten Mitarbeiter

Außer der Bewertung der Dosen der Einwohner wurde eine Auswertung der jährlichen effektiven Personendosen und effektiven Folgedosen der am Aufbau der neuen Kernkraftanlage beteiligten Mitarbeiter durchgeführt. Für diese Mitarbeiter gelten prinzipiell die gleichen Beschränkungen der Strahlendosis (Expositionsgrenzwerte und optimierter Dosisgrenzwert) wie für die Einwohner, auch wenn sie sich nur einen Teil der Arbeitszeit und einen Teil des Lebens in der Nähe der Kernkraftanlage aufhalten. Die Dosis der am Aufbau der neuen Kernkraftanlage beteiligten Mitarbeiter wurde unter der konservativen Annahme bestimmt, dass diese Mitarbeiter sich im Areal des Aufbaus der neuen Kernkraftanlage das gesamte Jahr aufhalten, d. h. es wird unterstellt, dass sie in den betreffenden Berechnungssektoren im Areal des Aufbaus der neuen Kernkraftanlage nicht nur arbeiten, sondern während der Bauzeit auch vorübergehend dort wohnen werden.

Die am Aufbau beteiligten Mitarbeiter werden nur der Exposition der Emissionen in die Atmosphäre ausgesetzt. An dieser Exposition sind sowohl die Emissionen von EDU1-4 in die Atmosphäre beim Aufbau des 1. Blocks der neuen Kernkraftanlage, als auch die Exposition der zusammenwirkenden Emissionen in die Atmosphäre des EDU1-4 und der neuen Kernkraftanlage 1 x 1200 MW<sub>e</sub> beim Aufbau des 2. Blocks der neuen Kernkraftanlage beteiligt. Für die Berechnungen der Strahlendosis wurden dieselben Quellglieder verwendet wie für die Einwohner. Die Emission in die Atmosphäre der Leistungsalternative 1 x 1200 MW<sub>e</sub> wurde als Summe der Emissionswerte aller Radionuklide in die Atmosphäre aus allen potenziellen Referenzblöcken der neuen Kernkraftanlage nach der Hüllkurven-Methode und der Emissionen aller Radionuklide in Wasserläufe aus allen potenziellen Referenzblöcken der neuen Kernkraftanlage nach der Hüllkurven-Methode ermittelt. Die Emission von EDU 1-4 in die Atmosphäre repräsentiert den gemessenen Höchstwert der Emission in die Atmosphäre der letzten 11 Betriebsjahre (2005 – 2015).

Die am Aufbau beteiligten Mitarbeiter sind jedoch nicht den Quellen der flüssigen Exposition ausgesetzt. Das erklärt sich daraus, dass die Trinkwasserzuleitung der Baustelle aus der Wasserleitung Vranov - Moravské Budějovice - Slavětice - Moravský Krumlov gespeist wird, die weder vom Kernkraftwerk EDU1-4 noch von der neuen Kernkraftanlage durch flüssige Emissionen beeinflusst ist. Es wird außerdem ausgeschlossen, dass die am Aufbau beteiligten Mitarbeiter über andere Wege flüssigen Emissionen ausgesetzt sein werden (Angeln am Fluss Jihlava, Baden im Fluss Jihlava, Berieselung der landwirtschaftlichen Produktionsflächen mit Wasser aus dem Fluss Jihlava). Was die Ingestion betrifft, so wird konservativ angenommen, dass die am Aufbau beteiligten Mitarbeiter in den Aufbausektoren produzierte Nahrungsmittel verzehren. Es kann dazu zwar nicht direkt kommen (in den Aufbausektoren gibt es keine landwirtschaftliche Produktion), aber diese Annahme berücksichtigt konservativ auch die Möglichkeit der intensiven Versorgung mit Nahrungsmitteln aus der landwirtschaftlichen Produktion aus den nächstgelegenen Nachbarsektoren, in denen landwirtschaftliche Produktion angesiedelt ist.

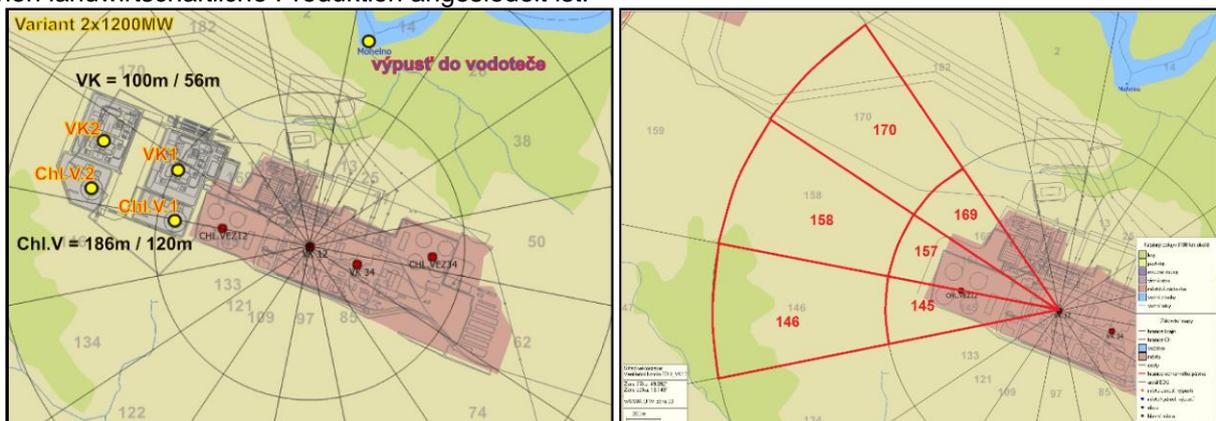


Abb. 23 Lage der Baustelle der zwei Blöcke der neuen Kernkraftanlage und der betreffenden Berechnungssektoren

Variant 2x1200MW	Variante 2 x 1200 MW
výpusť do vodoteče	Emission in den Wasserlauf

Die berechneten Dosen der am Aufbau der neuen Kernkraftanlage beteiligten Mitarbeiter sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

**Tab. 27 Effektive jährliche Personendosis und effektive Folgedosis der am Aufbau beteiligten Mitarbeiter in den einzelnen Sektoren**

Sektor	145	157	169	146	158	170
	[Sv/Jahr]					
Aufbau des 1. Blocks der neuen Kernkraftanlage (Emissionen des EDU1-4)	3,88E-07	2,49E-07	2,17E-07	2,55E-07	9,67E-08	7,99E-08
Aufbau des 2. Blocks der neuen Kernkraftanlage (Emissionen von EDU1-4 + neuer Kernkraftanlage 1)	1,10E-05	7,85E-06	5,66E-06	5,20E-06	1,05E-05	3,87E-06

Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass die höchste effektive Jahresdosis der Einzelperson, einschließlich der effektiven Folgedosis im Sektor 145, in der Bauphase des 2. Blocks der neuen Kernkraftanlage die Werte von 11 µSv/Jahr erreichen wird. Das ist eine wesentlich geringere Dosis als der optimierte Dosisgrenzwert für Emissionen in die Atmosphäre (200 µSv/Jahr). Der dominante Expositionsweg sind die externe Exposition und die Inhalation von Radionukliden. Einen geringeren Anteil haben der Verzehr von Nahrungsmitteln und die Exposition durch das Depot. Die größten Anteile an der Jahresdosis der am Aufbau der Kernkraftanlage beteiligten Mitarbeiter haben H-3, C-14 und Edelgase (Kr, Xe).

Auch im Fall der Annahme des hypothetischen Falls, dass die am Aufbau beteiligten Mitarbeiter auch die sog. repräsentative Einzelperson sind, die in Gebieten mit der generell höchsten Dosis wohnt (Sektoren längs des Flusses Jihlava, zwischen der Talsperre Mohelno und dem Zusammenfluss Oslava und Jihlava), in denen die Emissionen in Wasserläufe in entscheidendem Maße zur Jahresgesamtdosis beitragen, gilt, dass die Jahresgesamtdosis dieser Mitarbeiter geringer sein wird als 50 µSv.

## 5.6 Ermittlung und Auswertung der Strahlenexposition der biologischen Komponente

Die Auswertung der Strahlenexposition der Biota wurde anhand des Konzepts des Referenztiers bzw. der Referenzpflanze (Reference animal and plant, RAP) und mithilfe der Verfahren der IAEA-Dokumentation (IAEA Safety Standards DS427 Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities, Derived Consideration Reference Levels (2014) [8]) sowie der ICRP-Dokumentation (ICRP 114 [3], ICRP 108 [10]) durchgeführt. Für die Referenztiere bzw. Referenzpflanzen, die in allen nahe gelegenen Sektoren des Standorts Dukovany leben, wurde die Dosisleistung der flüssigen sowie gasförmigen Emissionen der neuen Kernkraftanlage berechnet. Die durch die Berechnung ermittelte tägliche Dosisleistung der einzelnen beurteilten biologischen Arten wurde mit den Referenzwerten der oben angeführten IAEA-Anleitung IAEA verglichen. Wenn die Dosisleistung unter der unteren Grenze der Referenzwerte liegt, kann die Strahlenexposition der betreffenden beurteilten Pflanzen und Tiere durch die Emissionen gemäß dieser Anleitung vernachlässigt werden. Das Niveau des Umweltschutzes vor den negativen Wirkungen der Strahlung wird als genügend erachtet.

Zur Ermittlung der Strahlenexposition der biotischen Komponente wurde die minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava von 1,2 m<sup>3</sup>/s angenommen, und es wurden Berechnungsfälle für den Betrieb der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MW<sub>e</sub> im Zusammenwirken mit der Stilllegung von EDU1-4 und im Weiteren der Betrieb der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MW<sub>e</sub> beim Parallelbetrieb von EDU2-4 und Stilllegung von EDU1 ausgewertet. Diese Berechnungsfälle führen, wie zuvor gezeigt wurde, zur höchsten Strahlendosis der Einzelperson der Bevölkerung, wobei dabei gerade die flüssigen Emissionen und die Exposition durch die Nutzung des Wassers im Fluss Jihlava entscheidenden Anteil haben. Bei der Modellierung der meteorologischen Bedingungen wurden analog zur Berechnung der Dosen der Bevölkerung die Daten für das Jahr 2014 verwendet.

Die Ergebnisse der Beurteilung für die Referenztiere und -pflanzen sind in folgenden Tabellen zusammengefasst.

**Tab. 28 Tägliche Dosisrate der biotischen Komponente - neue Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe, Stilllegung von EDU1-4, minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava**

Referenzorganismus	Sektor mit dem Höchstwert	Dosisrate [Gy/Tag]	Abgeleiteter IAEA-Referenzwert [Gy/Tag]
Hirsch	110	7,42E-11	1E-04 bis 1E-03
Ratte	110	8,21E-11	1E-04 bis 1E-03
Ente	52	2,43E-06	1E-04 bis 1E-03
Frosch	52	2,96E-07	1E-03 bis 1E-02

Referenzorganismus	Sektor mit dem Höchstwert	Dosisrate [Gy/Tag]	Abgeleiteter IAEA-Referenzwert [Gy/Tag]
Biene	110	4,19E-11	1E-02 bis 1E-01
Regenwurm	110	1,04E-10	1E-02 bis 1E-01
Kiefer	133	3,18E-08	1E-04 bis 1E-03
Gras	133	3,00E-08	1E-03 bis 1E-02
Forelle	28	1,82E-06	1E-03 bis 1E-02

**Tab. 29 Tägliche Dosisrate der biotischen Komponente - neue Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe + EDU2-4, Stilllegung von EDU1, minimale Durchflussmenge im Fluss Jihlava**

Referenzorganismus	Sektor mit dem Höchstwert	Dosisrate [Gy/Tag]	Abgeleiteter IAEA-Referenzwert [Gy/Tag]
Hirsch	110	6,27E-11	1E-04 bis 1E-03
Ratte	110	8,94E-11	1E-04 bis 1E-03
Ente	52	5,82E-07	1E-04 bis 1E-03
Frosch	52	3,08E-07	1E-03 bis 1E-02
Biene	110	4,89E-11	1E-02 bis 1E-01
Regenwurm	110	1,24E-10	1E-02 bis 1E-01
Kiefer	133	3,40E-08	1E-04 bis 1E-03
Gras	133	3,21E-08	1E-03 bis 1E-02
Forelle	28	2,32E-06	1E-03 bis 1E-02

Alle Sektoren mit dem berechneten Höchstwert der Dosisrate einzelner Referenztiere oder Referenzpflanzen befinden sich in der näheren Umgebung des Standorts, durch die der Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno fließt. Es handelt sich um die unbewohnten Teile der Sektoren 28, 40 und 41. Die am stärksten exponierte biotische Komponente der Umwelt sind Wassertiere, insbesondere Fische (der Referenzvertreter ist im Einklang mit der Anleitung IAEA [8] die Forelle) beziehungsweise auch Enten und Frösche<sup>6</sup>.

Das am stärksten exponierte Tier ist im Fall der Emissionen der Leistungsalternative 1 x 1750 MW<sub>e</sub> die Forelle. Die Dosisleistung infolge der Emissionen in Wasserläufe beträgt für die Forelle 2 µGy/Tag. Somit ist der Wert der Dosisleistung ca. 500 x bis 1000 x kleiner als der abgeleitete Referenzwert der IAEA-Anleitung. Im Falle der Leistungsalternative 2 x 1200 MW<sub>e</sub> ist das am stärksten exponierte Tier die Ente. Die auf die Ente wirkende Dosisleistung beträgt 2,5 µGy/Tag. Somit ist der Wert der Dosisleistung ca. 40 x kleiner als der abgeleitete Referenzwert der IAEA-Anleitung. Die kleinste Reserve (aber immer auf dem Niveau von mehr als einer Größenordnung) hat in Bezug auf den abgeleiteten IAEA-Referenzwert somit die Ente.

Was die Referenzpflanzen betrifft, ist die Kiefer (Bäume) der stärksten Strahlenexposition ausgesetzt. Die Reserve der Dosisleistung ist bei der Kiefer in Bezug auf den abgeleiteten IAEA-Referenzwert jedoch sehr groß (auf dem Niveau von 4 Größenordnungen).

Anhand der durchgeführten Beurteilung kann festgestellt werden, dass die Strahlenexposition der biotischen Komponente der Umwelt bei allen Leistungsalternativen unbedeutend ist.

<sup>6</sup> Die Enten und Frösche werden in den Berechnungen sowohl als terrestrische Tiere als auch als Wassertiere betrachtet (sie leben zugleich im Wasser und auf dem Festland).

## 6 Empfindlichkeitsanalyse der verwendeten Annahmen

Die durchgeführten Empfindlichkeitsanalysen dienten der Identifizierung möglicher Abhängigkeiten der Eingangsparameter und der Dosen der repräsentativen Einzelperson. Sie dienten außerdem der begründeten Wahl konservativer Ausgangsbedingungen nach der Hüllkurven-Methode, die zu höheren radiologischen Expositionen führen und dem Nachweis, dass die Schlüsse dieser Studie auch dann Gültigkeit haben, wenn sich die ausgewählten Parameter gegenüber den als Input für die Berechnung verwendeten Werten (Anzahl und Lage der Kühltürme, Höhe der Kühltürme, Höhe des Entlüftungskamins) ändern. Die Empfindlichkeitsanalysen wurden für die Anzahl der Kühltürme, die Höhe der Kühltürme, die Höhe des Entlüftungskamins, die Lage der Kühltürme und des Entlüftungskamins im Rahmen der komplexen Projekte der neuen Kernkraftanlage und für die Durchflussmenge im Fluss Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno durchgeführt.

### 6.1.1 Anzahl der Kühltürme 1 oder 2 je Block der neuen Kernkraftanlage

Die Anzahl der Kühltürme kann sich (potenziell) nur auf die radiologische Exposition durch die Ableitung in die Atmosphäre auswirken. Im Ergebnis der Empfindlichkeitsberechnungen ergab sich für die Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe unter Ausnutzung des komplexen Projektes für 1 x 1750 MWe mit jeweils einem oder zwei Kühltürmen ein minimaler Einfluss der Anzahl der Kühltürme auf die Exposition der repräsentativen Einzelperson (sie wurde im Sektor 99 berechnet, in diesem Sektor liegt der Kataster Kordula): der Einfluss ist für alle bedeutendsten Nuklide kleiner als +/-1 %, wobei die Lösung mit 2 Kühltürmen zu einer geringere Exposition der repräsentativen Einzelperson führt, konkret um maximal 0,6 %, was jedoch für eine vernachlässigbare Differenz gehalten werden kann.

Im Ergebnis der Empfindlichkeitsberechnungen ergab sich für die Leistungsalternative 2 x 1200 MWe unter Ausnutzung des komplexen Projektes für 2 x 1200 MWe mit jeweils einem oder zwei Kühltürmen ein minimaler Einfluss der Anzahl der Kühltürme auf die Exposition der repräsentativen Einzelperson (sie wurde im Sektor 99 berechnet, in diesem Sektor liegt der Kataster Kordula): der Einfluss ist für alle bedeutendsten Nuklide kleiner als +/-0,8 %, wobei die Lösung mit 2 Kühltürmen zu einer geringere Exposition der repräsentativen Einzelperson führt, konkret um maximal 0,2 %, was jedoch für eine vernachlässigbare Differenz gehalten werden kann.

Schlussfolgerung der Empfindlichkeitsanalysen für die Anzahl der Türme: Die Anzahl der Kühltürme der neuen Kernkraftanlage hat im Rahmen der gegebenen Annahmen, die durch die Lagen nach dem komplexen Projekt für 1 x 1750 MWe oder 2 x 1200 MWe vorgegeben sind, keinen Einfluss auf das Ausmaß der Exposition der repräsentativen Einzelperson bei Betriebszuständen der neuen Kernkraftanlage. Für die Berechnungen der Expositions Dosen durch die Kühltürme in der UVP-Dokumentation wurde die Lösung 1 Turm für einen Block ausgewählt.

### 6.1.2 Höhe der Kühltürme der neuen Kernkraftanlage

Die Empfindlichkeitsberechnungen des Einflusses der Höhe der Kühltürme wurden unter der Annahme der minimalen Durchflussmenge von 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava und der Umsteuerung von 50 % der flüssigen Emissionen in die Kühltürme durchgeführt.

Aus der Empfindlichkeitsberechnungen für den Einfluss der Höhe der Kühltürme (CHV) bei der Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe (analysierte Höhen 120 bis 186 m, Lage nach dem komplexen Projekt für 1 x 1750 MWe) hat sich ergeben, dass für die Höhe der Kühltürme von 120 m die Jahresexposition der repräsentativen Einzelperson um ca. 0,2 µSv höher ist als bei einer Höhe der Kühltürme von 186 m. Es ist zu betonen, dass die Expositionen der repräsentativen Einzelperson durch Emissionen in die Atmosphäre in beiden Fällen sehr gering sind.

Der Einfluss der Kühlturmhöhe bei der Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage 1200 MWe (analysierte Höhen ab 120 bis 186 m, Lage nach dem komplexen Projekt für 1 x 1200 MWe) ist analog zum Fall 1750 MWe. Die Kühlturmhöhe hat im Rahmen der durch die Höhen ab 120 m bis 186 m gegebenen Annahme Einfluss auf das Ausmaß der Exposition der repräsentativen Einzelperson bei Betriebszuständen der neuen Kernkraftanlage.

Schlussfolgerung der Empfindlichkeitsanalysen in Bezug auf die Höhe der Kühltürme: Die Exposition der repräsentativen Einzelperson ist ein wenig höher für die Kühlturmhöhe von 120 m als für die Kühlturmhöhe von 186 m. Zur Ermittlung der Exposition wurde konservativ die Kühlturmhöhe von 120 m angenommen. Es ist zu betonen, dass die Strahleneinflüsse auf die repräsentative Einzelperson in beiden Fällen sehr gering im Vergleich mit dem natürlichen Hintergrund (3500 µSv) und praktisch unbedeutend sind.

### 6.1.3 Höhe des Entlüftungskamins der neuen Kernkraftanlage

Die Empfindlichkeitsberechnungen des Einflusses der Höhe der Kühltürme wurden unter der Annahme der minimalen Durchflussmenge von 1,2 m<sup>3</sup>/s im Fluss Jihlava und der Umsteuerung von 50 % der flüssigen Emissionen in die Kühltürme durchgeführt.

Für den Einfluss der Höhe des Entlüftungskamins (VK) bei der Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe (analysierte Höhen von 56 m bis 100 m, Lage nach dem komplexen Projekt für 1 x 1750 MWe) und bei der Leistungsalternative 2 x 1200 MWe (analysierte Höhen von 56 m bis 100 m, Lage nach dem komplexen Projekt für 2 x 1200 MWe) gelten qualitativ identische Schlüsse wie für die Kühlturmhöhe. Aus den durchgeführten Empfindlichkeitsberechnungen ergibt sich, dass für die Höhe der Entlüftungskamine von 56 m die Jahresexposition der repräsentativen Einzelperson um ca. 4 µSv höher als für die Höhe der Kamine von 100 m ist. Zur Ermittlung der Einflüsse auf die Umwelt wurde konservativ die Höhe des Entlüftungskamins von 56 m gewählt. Es ist jedoch wieder zu betonen, dass die Strahleneinflüsse auf die repräsentative Einzelperson durch die Emissionen in die Atmosphäre in beiden Fällen sehr gering im Vergleich mit dem natürlichen Hintergrund und praktisch unbedeutend sind.

Die Ergebnisse der Empfindlichkeitsbeurteilung der Exposition durch die Kühlturmhöhe und die Entlüftungskaminhöhe sind in folgenden Tabellen angeführt.

**Tab. 30 Einfluss der variablen Parameter der Emissionen in die Atmosphäre auf die Gesamtdosis der Einzelperson in den gewählten Sektoren**

Name des Sektors	Anordnung der Leistungsalternative 1 x 1750 MWe				Anordnung der Leistungsalternative 2 x 1200 MWe			
	1 Kühlturm 186 m, Entlüftungskamin 100 m	2 Kühltürme 186 m, Entlüftungskamin 100 m	1 Kühlturm 120 m, Entlüftungskamin 56 m	2 Kühltürme 120 m, Entlüftungskamin 56 m	1 Kühlturm 186 m, Entlüftungskamin 100 m	2 Kühltürme 186 m, Entlüftungskamin 100 m	1 Kühlturm 120 m, Entlüftungskamin 56 m	2 Kühltürme 120 m, Entlüftungskamin 56 m
Effektive Gesamtdosis der am stärksten exponierten Altersgruppe [Sv]								
Rešice	5,59E-07	5,52E-07	9,62E-07	9,50E-07	2,59E-06	2,58E-06	4,43E-06	4,42E-06
Kordula	9,47E-07	9,46E-07	1,76E-06	1,75E-06	4,96E-06	4,95E-06	9,21E-06	9,20E-06
Rouchovany	2,91E-07	2,93E-07	4,84E-07	4,87E-07	1,42E-06	1,41E-06	2,44E-06	2,43E-06
Slavětice	2,66E-07	2,67E-07	3,67E-07	3,69E-07	1,72E-06	1,72E-06	2,32E-06	2,32E-06
Brünn	1,98E-08	1,97E-08	2,07E-08	2,06E-08	5,27E-08	5,28E-08	5,43E-08	5,44E-08
Wien	4,41E-08	4,42E-08	4,39E-08	4,39E-08	9,84E-08	9,84E-08	9,73E-08	9,73E-08

**Tab. 31 Einfluss des Entlüftungskamins und des Turms auf die Höhe der Dosis der Einzelperson und die Anteile der dominanten Radionuklide an den Emissionen in die Atmosphäre für den am stärksten belasteten Sektor (Kordula)**

Name des Sektors	Anordnung der Leistungsalternative 2 x 1200 MWe mit 1 Kühlturm für jeden Block					
	Beitrag beider Entlüftungskamine Entlüftungskamin 56 m	Beitrag beider Entlüftungskamine Entlüftungskamin 100 m	Verhältnis der Anteile des Entlüftungskamins 56 m und des Entlüftungskamins 100 m	Beitrag beider Kühltürme, Kühlturm 120 m	Beitrag beider Kühltürme, Kühlturm 186 m	Verhältnis der Anteile des Kühlturms 120 m und des Kühlturms 186 m
Effektive Gesamtdosis der am stärksten exponierten Altersgruppe [Sv]						
99 „Kordula“ (Summe Atmosphäre)	8,70E-06	4,67E-06	1,9	5,15E-07	2,90E-07	1,8

H-3	4,84E-07	2,54E-07	1,9	2,84E-07	1,37E-07	2,1
C-14 anorg.	1,31E-06	7,11E-07	1,8	1,53E-08	7,41E-09	2,1
C-14 org.	5,55E-07	2,88E-07	1,9	0,00E-00	0,00E-00	
Ar-41	5,28E-08	2,79E-08	1,9	0,00E-00	0,00E-00	
Co-60	2,43E-07	1,38E-07	1,8	8,18E-08	5,50E-08	1,5
Cs-137	5,58E-08	3,20E-08	1,7	6,31E-08	4,24E-08	1,5

#### 6.1.4 Lage der Kühltürme der neuen Kernkraftanlage und Lage des Entlüftungskamins der neuen Kernkraftanlage

Für den Einfluss der Lage der Kühltürme und der Lage des Entlüftungskamins bei der Leistungsalternative 1 x 1750 MWe (Lage nach dem komplexen Projekt für 1 x 1750 MWe analysiert) und ebenfalls bei der Leistungsalternative 2 x 1200 MWe (Lage nach dem komplexen Projekt für 2 x 1200 MWe analysiert) wurde festgestellt, dass der Einfluss der Lage der Türme und der Kamine im Rahmen des Territoriums der komplexen Projekte der neuen Kernkraftanlage völlig vernachlässigbar ist, und es wird sich nur die Kühlturmhöhe oder die Höhe der Entlüftungskamine auswirken.

Die Lage der Kühltürme oder der Entlüftungskamine im Rahmen der Lagen, die nach den komplexen Projekten für 1 x 1750 MWe oder 2 x 1200 MWe angenommen werden, hat somit keinen Einfluss auf die Größe der Exposition der repräsentativen Einzelperson bei den Betriebszuständen der neuen Kernkraftanlage. Der radiologische Aspekt bietet folglich keine Argumente für die Entscheidung über die Lage der Kühltürme oder der Entlüftungskamine im Rahmen der komplexen Projekte der neuen Kernkraftanlage 1 x 1750 MWe oder 2 x 1200 MWe.

#### 6.1.5 Durchfluss im Fluss Jihlava

Als weiterer variabler Parameter wurde die durchschnittliche jährliche Durchflussmenge im Fluss Jihlava bewertet. Die Durchflussmenge im Fluss Jihlava zeigt sich nur in Form der radiologischen Exposition durch die Emissionen in die Wasserläufe. Bei der Empfindlichkeitsanalyse wurden 4 Niveaus der Durchflussmenge (1,2 m<sup>3</sup>/s, 1,5 m<sup>3</sup>/s, 2 m<sup>3</sup>/s a 3 m<sup>3</sup>/s) ausgewertet. Es hat sich die vorausgesetzte Abhängigkeit bestätigt. Je höher die Durchflussmenge im Fluss Jihlava ist, umso geringer ist die radiologische Exposition der repräsentativen Einzelperson durch Emissionen in die Wasserläufe. Die indirekte Proportionalität gilt jedoch weder für die Gesamtdosis der repräsentativen Einzelperson durch Emissionen in Wasserläufe noch für die Beiträge der einzelnen Nuklide zur Dosis, noch für die Volumenaktivität im Wasser. Das wird durch den Einfluss der Talsperre Mohelno selbst und durch ihre Erscheinungen verursacht, die in der Berechnung der Talsperre modelliert werden. Zum Beispiel kommt es im Fall des Isotops C-14 zur Kohlenstoffverdampfung aus der Talsperre in die Atmosphäre und zum Kohlenstoffaustausch zwischen dem Wasser und der Atmosphäre. Deshalb werden die Volumenaktivitäten C-14 im Flusswasser oder deren Beiträge zur Gesamtdosis der repräsentativen Einzelperson durch die Durchflussmenge im Fluss selbst in relativ geringem Maße beeinflusst.

## 7 Abschließende Zusammenfassung der Ergebnisse und deren Auswertung

Abschließend kann somit festgestellt werden, dass bei der Realisierung des Vorhabens und durch die Betriebszustände der neuen Kernkraftanlage im Zusammenwirken mit EDU1-4 die elementaren Expositionsgrenzwerte und der optimierte Dosisgrenzwert der repräsentativen Einzelperson für alle Leistungsvarianten, den angenommenen Parallelbetrieb und für alle in Frage kommenden Durchflussmengen im Fluss Jihlava sicher und mit einer Reserve erfüllt werden.

Entscheidenden Anteil an der Jahresdosis der Einzelperson hat die Exposition infolge von Emissionen in die Wasserläufe.

Als repräsentative Einzelperson wurde die in den Siedlungen in der Nähe des Flusses Jihlava unterhalb der Talsperre Mohelno (Biskoupy, Hrubšice, Reznovice, Ivančice) lebende Person bestimmt.

Die partielle repräsentative Einzelperson, die ausschließlich Expositionen durch Emissionen in die Atmosphäre ausgesetzt ist, lebt in der Ortschaft Kordula. Die Dosis, der diese Person ausgesetzt ist, beträgt infolge der flüssigen Emissionen nur ca. ein Drittel der Exposition der repräsentativen Einzelperson.

In extrem trockenen Jahren stellt die Konversion eines Teils der Radionuklide H-3 der flüssigen Emissionen in die Atmosphäre die Erfüllung der optimierten Dosisgrenzwerte bei minimalen Durchflussmengen sicher. Die Konversion muss technologisch sichergestellt und vorbereitet werden. Zur rechtzeitigen Sicherstellung der Konversion ist es erforderlich, die Emissionen und die Durchflussmenge kontinuierlich zu bilanzieren.

Im Rahmen der konservativen Berechnungen der Exposition durch Emissionen in die Atmosphäre wurde in allen Berechnungsalternativen die Konversion der gesamten flüssigen Emissionen in die Atmosphäre modelliert.

Die grenzüberschreitende Exposition ist bei allen Leistungsalternativen sehr gering und überschreitet in den nächstgelegenen Staaten (Österreich, Slowakei) nicht einmal den Wert von 2  $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ .

Der optimierte Dosisgrenzwert wird auch für die am Aufbau der neuen Kernkraftanlage beteiligten Mitarbeiter sicher erfüllt.

Die Strahlenexposition der biotischen Komponente der Umwelt ist bei allen Leistungsalternativen unbedeutend und liegt erheblich unter den IAEA-Referenzwerten.

## 8 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Verordnung der SÚJB Nr. 422/2016 GBl. über den Strahlenschutz und die Sicherheit der Radionuklidquelle
- [2] ABmerit: ESTE EDU Annual Impacts. Version des SÚJB 5.00, Benutzerhandbuch, Code des Dokuments ABmerit/2016/SUJB/01, 2016
- [3] ICRP Publication 114, Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants, 2009
- [4] ICRP Publication 103, 2007 Annals of the ICRP, 2007
- [5] US NRC Regulatory Guide 1.109: Calculation of annual doses to man from routine releases of reactor effluents for the purpose of evaluating compliance with 10CFR Part 50
- [6] ČSKAE: Sicherheit der Kernanlagen, Anforderungen und Anleitungen, 5/1984
- [7] Zanetti, P.: Air pollution modeling: Theories, computational methods, and available software, 1990
- [8] IAEA SAFETY STANDARDS, DS427, Prospective Radiological Environmental Impact. Assessment for Facilities and Activities
- [9] IRSN: Carbon-14 and the environment ([www.irsn.fr](http://www.irsn.fr))
- [10] ICRP Publication 108, Environmental Protection - the Concept and Use of Reference Animals and Plants, 2008
- [11] Škulec, Š., et al: Einfluss des komplizierten Terrains bei der mathematischen Modellierung der Ausbreitung von Emissionen aus Industriebetrieben und Kernkraftwerken in der Tschechoslowakei, SHMÚ Bratislava, 1988
- [12] Briggs, G.A. (1973): Diffusion estimation for small emissions, in environmental laboratories. Air Resources Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory 1973 Annual Report. USAEC Report ATDP-106, National Oceanic and Atmospheric Administration, December 1974
- [13] 307/2002 GBl., VERORDNUNG des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit vom 13. Juni 2002 über den Strahlenschutz
- [14] ICRP-119 Compendium of dose coefficients based on ICRP-60, 2012
- [15] Sicherheitsbericht vor der Inbetriebnahme - KKW Dukovany, 1984