

Bewertung der radiologischen Auswirkungen des Betriebs des SMR-Kernkraftwerks ETE

Finalversion 2026.07.20

Erstellt von: Doc. Ing. František Podzimek, CSc.
Tschechische Technische Universität Prag
Fakultät für Biomedizinische Technik
Lehrstuhl für Gesundheitswissenschaften und Bevölkerungsschutz

Inhaltsverzeichnis

1	Risiken der Strahlenbelastung durch den Betrieb eines Kernkraftwerks.....	3
1.1	Ionisierende Strahlung und ihre biologischen Auswirkungen	3
1.2	Kurze Erläuterung der wichtigsten Begriffe, Größen und Einheiten.....	6
1.3	Charakteristika der Dosis-Wirkungs-Beziehung ionisierender Strahlung.....	8
1.4	Grundsätze und Ziele des Strahlenschutzes.....	11
1.5	Grenzwerte im Strahlenschutz	12
1.6	Einzelne Komponenten der Strahlenbelastung der Bevölkerung.....	15
1.6.1	Strahlenbelastung durch natürliche Quellen ionisierender Strahlung	16
1.6.2	Strahlenbelastung durch natürliche Quellen im Untersuchungsgebiet Temelín	19
1.6.3	Strahlenbelastung durch künstliche Quellen ionisierender Strahlung	24
1.6.4	Strahlenbelastung durch künstliche Quellen im Untersuchungsgebiet Temelín	28
1.7	Charakterisierung der Risiken aus dem Betrieb von Kernkraftwerken.....	31
1.7.1	Risiko durch atmosphärische Emissionen des Kernkraftwerks	31
1.7.2	Risiko durch Einleitungen aus Kernkraftwerken in Gewässer	32
1.8	Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb des SMR ETE	33
1.9	Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb der Blöcke ETE 1 und 2 sowie des Kernkraftwerks ETE.....	41
1.10	Risiko einer Strahlenbelastung durch gefüllte Hüllkurven-Komplexe SVJP nach der Erweiterung	44
1.11	Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE	46
1.12	Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in den Grenzgebieten	52
1.13	Fazit	54
1.14	Literatur	56
1.15	Abkürzungsverzeichnis	58
1.16	Tabellenverzeichnis	60
1.17	Abbildungsverzeichnis	62

1 Risiken der Strahlenbelastung durch den Betrieb eines Kernkraftwerks

1.1 Ionisierende Strahlung und ihre biologischen Auswirkungen

Strahlung (Radiation) ist im Allgemeinen die **Ausbreitung von Energie** im Raum. Nach dem Auftreffen auf ein beliebiges Objekt kann ein Teil dieser übertragenen Energie an das Objekt abgegeben werden und eine Reihe physikalischer, chemischer und biologischer Veränderungen bewirken.

Ionisierende Strahlung ist Strahlung, die Atome und Moleküle direkt oder indirekt ionisieren kann. Praktische / regulatorische Grenzwerte variieren je nach Zweck der Bewertung.

Wir unterscheiden mehrere Arten ionisierender Strahlung. Alpha-Strahlung hat ein hohes Ionisationsvermögen, aber eine geringe Durchdringungskraft und wird bereits von einem Blatt Papier oder der Haut abgehalten. Beta-Strahlung ist durchdringender, lässt sich jedoch nach wie vor relativ leicht durch dünne Schichten aus Aluminium oder Kunststoff abschirmen. Gamma- und Neutronenstrahlung gehören zu den durchdringendsten Arten und erfordern daher eine massive Abschirmung (Blei, Beton, Wasser).

Die grundlegenden Arten ionisierender Strahlung sind:

- **Alpha-Strahlung** (Heliumteilchen, positiv geladen): hohes Ionisationsvermögen, geringe Durchdringungskraft, gefährlich bei innerer Kontamination.
- **Beta-Strahlung** (Elektronen/Positronen): mittlere Durchdringungskraft, kann oberflächliche Gewebeschäden verursachen, ebenfalls gefährlich bei innerer Exposition.
- **Gamma-Strahlung** (Photonen): hohe Durchdringungskraft, stellt die Hauptquelle der externen Strahlenexposition dar.
- **Neutronenstrahlung:** Sie ist eine Art **indirekt ionisierender Teilchenstrahlung**, bestehend aus einem Strom freier Neutronen, die keine elektrische Ladung besitzen. Sie entsteht vor allem bei **Kernreaktionen, der Spaltung schwerer Kerne**, in **Kernreaktoren**, Teilchenbeschleunigern oder bei bestimmten Radionuklidprozessen.
- **Die zerstörerische Wirkung** ionisierender Strahlung auf lebende Materie besteht in der **Schädigung von Biomolekülen, vor allem der DNA, Proteinen und Lipiden** in der Zelle. Dies geschieht auf zweierlei Weise: **durch direkte Einwirkung**, bei der Elektronen aus chemischen Bindungen herausgeschlagen werden, und **indirekt**, wobei zunächst die Wassermoleküle, die den größten Teil des Zellinhalts ausmachen, ionisiert werden. Dabei entstehen freie Radikale, Teilchen mit ungepaarten Elektronen, die sehr reaktiv sind und leicht mit Biomolekülen reagieren. Beide Effekte treten meist gleichzeitig auf, und welche davon von größerer Bedeutung ist, hängt von der Art der Strahlung ab. Direkte Effekte sind bei Protonen-, Neutronen- und Alpha-Strahlung bedeutender, indirekte Effekte bei Beta- und Gamma-Strahlung.

Der menschliche Organismus ist ein funktionelles Ganzes aus einzelnen Geweben und Organen, die nicht alle die gleiche Empfindlichkeit gegenüber ionisierender Strahlung aufweisen, die sog. **Strahlungsempfindlichkeit**. Ein grundlegendes radiobiologisches Gesetz, das bereits 1906 von den französischen Radiologen **J. Bergonié** und **L. Tribondeau** formuliert wurde, besagt, *dass die Strahlensensibilität zu der Mitoseaktivität der Zellen direkt proportional ist; daher gehören zu den strahlensensitiven Geweben solche, die wenig differenzierte und sich aktiv teilende Zellen aufweisen, während Gewebe mit differenzierten und sich kaum oder gar nicht teilenden Zellen als strahlenresistent eingestuft werden.*

Nach abnehmender **Strahlensensibilität** lassen sich einige Organe und Gewebe grob einordnen: lymphoide Organe, aktives Knochenmark, Geschlechtsdrüsen, Darm, Haut und Epithelauskleidung (Rachen, Speiseröhre, Magen), Augenlinse, reifer Knorpel und Knochen, Atmungsorgane, Drüsen des Verdauungssystems, endokrine Drüsen, Muskeln, zentrales Nervensystem, wobei Kinder im Allgemeinen empfindlicher sind als Erwachsene.

Die Auswirkungen ionisierender Strahlung lassen sich aus Sicht des gesamten Säugetierorganismus in **deterministische** Effekte unterteilen, bei denen bei Erreichen einer bestimmten Dosis ionisierender Strahlung die Wirkung zwangsläufig eintritt, und in **stochastische** Effekte, bei denen die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung mit steigender Dosis zunimmt. Die aktuelle Terminologie der **ICRP (International Commission on Radiological Protection)** bevorzugt die Bezeichnung **unerwünschte Gewebereaktionen (tissue reactions)**, da diese die biologische Natur dieser Wirkungen besser widerspiegelt. Aus Gründen der terminologischen Kontinuität und Verständlichkeit wird in dieser Arbeit weiterhin der traditionelle Begriff **deterministische Effekte verwendet**.

1. Deterministische Effekte

- treten erst nach Überschreiten einer bestimmten Schwellen-Dosis auf; bei Ganzkörperbestrahlung von Personen liegt die Schwellen-Dosis für deterministische Effekte bei 0,7 Gy, bei lokaler Bestrahlung, z. B. bei Hautschäden, bei 3–4 Gy; eine Abnahme der Fruchtbarkeit tritt bei Männern ab 0,5 Gy und bei Frauen ab 2 Gy auf,
- Beispiele hierfür sind Strahlendermatitis, das akute Strahlenkrankheitssyndrom oder Schädigungen der Augenlinsen,
- Im Normalbetrieb sind angesichts der berechneten Dosen keine deterministischen Effekte bei der Bevölkerung zu erwarten.

2. Stochastische Effekte

- Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens, nicht jedoch die Schwere, hängt von der Dosis ab (je höher die Dosis, desto höher das Risiko),
- die Schwere der Wirkung ist dosisunabhängig – wenn eine Wirkung bereits auftritt (z. B. Krebs), hat sie denselben klinischen Schweregrad, unabhängig davon, ob sie nach einer geringen oder hohen Dosis auftrat,
- das lineare Modell ohne Schwellenwert ist ein konservatives Regulierungsmodell für den Strahlenschutz, kein direkter epidemiologischer Nachweis einer Wirkung bei jeder

Mikrodosis; bei niedrigen Dosen (im Bereich **$\mu\text{Sv/Jahr}$ – mSv/Jahr**) ist dieses Risiko statistisch nicht signifikant und lässt sich nicht von der natürlichen Krankheitsinzidenz unterscheiden.

Tab. 1 Vergleich deterministischer und stochastischer Effekte.

Eigenschaft	Deterministische Effekte	Stochastische Effekte
Ursache	Direkte Schädigung einer großen Anzahl von Zellen	Schädigung einzelner Zellen (DNA)
Schwellendosis	Ja – die Wirkung tritt erst bei Überschreitung einer bestimmten Dosis ein	Nein – das Risiko besteht bereits bei einer sehr geringen Dosis
Beziehung zur Dosis	Die Schwere der Wirkung nimmt mit der Dosis zu	Die Wahrscheinlichkeit der Wirkung steigt mit der Dosis
Schwere der Wirkung	Hängt von der Dosisgröße ab (je höher die Dosis, desto schwerwiegender die Schädigung)	Hängt nicht von der Dosis ab – wenn die Wirkung eintritt, ist sie immer gleich stark
Typische Symptome	Akute Strahlenkrankheit, Hautrötung, Knochenmarkschädigung, Katarakt	Tumorerkrankungen, genetische Mutationen (vererbbar)
Zeitlicher Verlauf	Treten kurz nach der Bestrahlung auf (Stunden, Tage, Wochen)	Treten mit einer Latenzzeit auf – Jahre bis Jahrzehnte
Beschreibung der gesundheitlichen Schädigung	Konkrete klinische Schädigung von Geweben/Organen	Erhöhtes Risiko für die Entstehung von Krebs oder genetischen Erkrankungen

Das Endergebnis der Einwirkung ionisierender Strahlung auf Zellen und Gewebe wird nicht allein durch Schädigungsmechanismen bestimmt, sondern auch durch die Aktivierung von Regenerations- bzw. sog. **Reparaturmechanismen**. Reparaturmechanismen kommen bei fraktionierter oder lang andauernder Bestrahlung stärker zum Tragen.

Bei niedrigen Dosen werden Schäden oft erfolgreich repariert, während sie sich bei hohen Dosen akkumulieren und zum Zelltod oder zu Mutationen führen. Als langfristiges Risiko gelten vor allem Tumore.

1.2 Kurze Erläuterung der wichtigsten Begriffe, Größen und Einheiten

Radioaktivität: Es handelt sich um eine **Eigenschaft von Stoffen, nicht um eine Größe**, die den spontanen Zerfall von Atomkernen in Verbindung mit der Emission ionisierender Strahlung beschreibt (natürliches Phänomen).

Aktivität: Anzahl der radioaktiven Umwandlungen eines Radionuklids pro Zeiteinheit. Es handelt sich um eine **physikalische Größe** im SI-System.

Becquerel: SI-Einheit für die Aktivität. Ein Becquerel [Bq] entspricht einem Zerfall pro Sekunde [1/s]. Die Massenaktivität wird in Bq pro Kilogramm [Bq/kg] gemessen, die Volumenaktivität in Bq/m³ oder Bq/l, die Flächenaktivität in Bq/m² bzw. die Flächenaktivität in Bq/cm².

Dosis: Die Energiemenge, die durch ionisierende Strahlung an einen bestimmten Stoff in einem Volumen mit einer bestimmten Masseneinheit abgegeben wird. Beschreibt das Ausmaß der Auswirkungen ionisierender Strahlung.

Dosisleistung: Die Geschwindigkeit, mit der sich die Dosis ändert. Die Einheit ist Gray pro Sekunde [Gy/s], pro Stunde [Gy/h] usw.

Gray: SI-Einheit für die Dosis ionisierender Strahlung; 1 Gray [Gy] ist die absorbierte Dosis, bei der ein Stoff mit einer Masse von 1 kg die Energie ionisierender Strahlung von 1 Joule [J/kg] absorbiert.

Exposition (Bestrahlung): Aussetzung gegenüber ionisierender Strahlung. Die Bestrahlung kann entweder extern oder intern erfolgen.

Expositionswege: Wege, über die ein radioaktiver Stoff einen Menschen bestrahlen kann.

Äquivalentdosis: Eine Größe, die die unterschiedlichen Auswirkungen verschiedener Arten ionisierender Strahlung auf die Zellen des menschlichen Gewebes berücksichtigt und als Produkt aus der Dosis und dem Strahlungsgewichtungsfaktor für die verschiedenen Strahlungsarten ausgedrückt wird. Bei höherer Ionisationsdichte sind die Auswirkungen der Strahlung größer, was einem höheren Strahlungsgewichtungsfaktor entspricht. Für Beta-, Gamma- und Röntgenstrahlung gilt, dass einer Dosis von 1 mGy eine Äquivalentdosis von 1 mSv entspricht; für Alpha-Teilchen und Neutronen entspricht je nach ihrer Energie einer Dosis von 1 mGy eine höhere Äquivalentdosis, entsprechend den Strahlungsgewichtungsfaktoren für diese Strahlungsarten.

Effektivdosis: Eine Größe, die es ermöglicht, die Strahlenbelastung des menschlichen Organismus als Ganzes zu bewerten, auch wenn der menschliche Körper ungleichmäßig bestrahlt wird. Die effektive Dosis ist die Summe der gewebebewichteten Äquivalentdosen in bestimmten Organen und Geweben. Die jährlichen Strahlenexpositionsgrenzwerte für Menschen werden in dieser Größe festgelegt. Sie wird in Sievert angegeben.

Sievert: SI-Einheit für die Äquivalent- und Effektivdosis; 1 Sievert [Sv] entspricht wiederum 1 Joule pro Kilogramm [J/kg], genau wie 1 Gy.

Gy und Sv sind Einheiten verschiedener Größen. Gray (Gy) drückt die physikalische Wirkung der Strahlung aus, d. h. die absorbierte Dosis, während Sievert (Sv) die biologische Wirkung der Strahlung auf den menschlichen Organismus ausdrückt. Obwohl beide Einheiten die Dimension J·kg⁻¹ haben, sind sie nichtgegenseitig verwechselbar.

Externe Strahlenexposition: Bestrahlung des menschlichen Körpers durch eine außerhalb des Körpers befindliche Quelle ionisierender Strahlung.

Innere Strahlenexposition: Strahlenexposition des menschlichen Körpers infolge einer inneren Kontamination durch Radionuklide, die durch Einatmen oder den Verzehr von Lebensmitteln und

Wasser in den Organismus gelangt sind. Das Maß für die innere Strahlenbelastung ist die effektive Dosis, die eine Person durch ein Radionuklid während dessen Verweildauer im Körper erhält. Sie wird durch die Größe **effektive Folgedosis** ausgedrückt. **Die effektive Folgedosis** hängt von der sog. Aufnahme ab, also der Aktivität des Radionuklids, das auf dem jeweiligen Weg in den Organismus gelangt ist. Der Organismus wird nach der Aufnahme des Radionuklids nicht gleichmäßig bestrahlt. Es gibt Organe und Gewebe, in denen sich das jeweilige Radionuklid bevorzugt anreichert, z. B. die Schilddrüse, die radioaktives Jod bindet. Organe und Gewebe, bei denen das Risiko einer Schädigung höher ist, werden als **kritische Organe** bezeichnet.

Die repräsentative Person: 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.

Lebenslange kumulierte effektive Dosis ionisierender Strahlung – Summe aller effektiven Dosen, die eine Person im Laufe ihres gesamten Lebens aus verschiedenen Strahlungsquellen (natürliche Hintergrundstrahlung, medizinische Untersuchungen, berufliche und außergewöhnliche Expositionen) aus verschiedenen externen und internen Quellen erhält.

Lebenslange Strahlenbelastung – Bei der Abschätzung der lebenslangen Strahlenbelastung wird in manchen Situationen ein konservatives Szenario zugrunde gelegt, das eine konstante jährliche effektive Dosis über einen Zeitraum von 70 Jahren annimmt. Die lebenslange Dosis wird dann als das Siebzigfache der jährlichen Dosis berechnet. Dieses Verfahren wird insbesondere bei der Bewertung der Langzeitexposition einer repräsentativen Person angewendet und basiert auf einer angenommenen Lebenserwartung von 70 Jahren.

1.3 Charakteristika der Dosis-Wirkungs-Beziehung ionisierender Strahlung

Zur Bewertung des Dosis-Wirkungs-Verhältnisses ionisierender Strahlung wird das sog. **lineare No-Threshold-Modell (LNT)** verwendet. Dieses geht von der Annahme aus, dass das Risiko stochastischer Wirkungen direkt proportional zur Dosis ist und dass es keine sichere Grenze gibt. Dieser Ansatz ist konservativ und wird zum Zwecke des präventiven Schutzes der Bevölkerung angewendet.

Die Risikocharakteristik basiert auf der Wahrscheinlichkeit des Auftretens stochastischer Effekte. Die ICRP gibt an, dass das Risiko einer tödlichen Krebserkrankung bei etwa 5 % pro 1 Sv empfangener effektiver Dosis liegt. Für nicht tödliche Tumore und genetische Auswirkungen werden niedrigere Werte angenommen.

Zur Bewertung der stochastischen Effekte ionisierender Strahlung kann das konservative Verfahren zur Risikoschätzung gemäß der ICRP herangezogen werden, das in ihrem Bericht Nr. 103 veröffentlicht wurde. (ICRP 103, 2009). Darin sind Risikokoeffizienten zur Abschätzung der sog. **gesundheitlichen Schädigung durch stochastische Effekte niedriger Strahlendosen** festgelegt.

Auf der Grundlage von Daten zur Krebsinzidenz betragen die nominalen Risikokoeffizienten, bezogen auf den Schaden durch Krebserkrankungen, für die Gesamtbevölkerung $5,5 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ und für erwachsene Angestellte $4,1 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$.

Die Wahrscheinlichkeitskoeffizienten für Erbkrankheiten, bezogen auf die Beeinträchtigung der ersten beiden nachfolgenden Generationen, betragen für die gesamte Bevölkerung $0,2 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ und für erwachsene Angestellte $0,1 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$.

Der gesamte nominale Risikokoeffizient, bezogen auf den Gesamtschaden durch stochastische Effekte bei Strahlenexposition mit geringer Dosisleistung, beträgt $5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$.

Da es in epidemiologischen Studien schwierig ist, geringe Risiken nachzuweisen, basieren die dosispezifischen Risikoschätzungen im ICRP-Bericht 103 überwiegend auf akuten Dosen von 200 mSv und höher.

Viele der problematischeren Fragen im Strahlenschutz betreffen jedoch dauerhafte oder fraktionierte Expositionen mit Einzeldosen von einigen mSv oder weniger. Experimentelle Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass fraktionierte oder lang andauernde Dosen mit einem geringeren Risiko verbunden sind. Dies deutet darauf hin, dass dosisabhängige Risikoschätzungen, die auf hohen Dosen bei akuter Exposition basieren, bei der Anwendung auf niedrige kontinuierliche oder fraktionierte Dosen **durch den Dosis- und Dosisleistungs-Effektivitätsfaktor (Dose and dose-rate effectiveness factor, DDREF) geteilt werden sollten**.

Der Dosis- und Dosisleistungs-Effektivitätsfaktor ist ein geschätzter Faktor, der im Allgemeinen die üblicherweise geringere biologische Wirksamkeit (pro Doseinheit) bei Bestrahlung mit niedrigen Dosen und niedrigen Dosisleistungen im Vergleich zur Bestrahlung mit hohen Dosen und hohen Dosisleistungen beschreibt.

Der Wert **DDREF = 2** steht im Allgemeinen im Einklang mit den Daten aus Tierstudien. Trotz aller Unsicherheiten empfiehlt die ICRP-Kommission, den Wert DDREF = 2 weiterhin für Strahlenschutz Zwecke zu verwenden (ICRP 103, 2009).

Diese Unsicherheit ist der Hauptgrund dafür, dass es im Allgemeinen unmöglich ist, allein auf epidemiologischer Grundlage festzustellen, ob bei Strahlenexpositionen in der Größenordnung von einigen Dutzend mSv und weniger ein erhöhtes Krebsrisiko besteht oder nicht.

Bei der Berechnung des lebenslangen Risikos für Gesundheitsschäden wurde derselbe Berechnungsalgorithmus (DDREF = 1) wie im Bericht (Kotulán, 2010) verwendet, um die Ergebnisse vergleichen zu können.

Tab. 2 Nominale Risikokoeffizienten [μSv^{-1}] bezogen auf die Schädigung durch stochastische Effekte bei Strahlenexpositionen mit geringer Dosisleistung (ICRP 103, 2009), (ICRP, 1991).

Bestrahlte Bevölkerung	Krebs		Erbliche Auswirkungen		Insgesamt	
	ICRP 103	ICRP 60	ICRP 103	ICRP 60	ICRP 103	ICRP 60
Gesamtbevölkerung	5,5	6,0	0,2	1,3	5,7	7,3
Erwachsene	4,1	4,8	0,1	0,8	4,2	5,6

Auch wenn es nach wie vor keinen direkten Beweis dafür gibt, dass die Strahlenexposition der Eltern zu einem Anstieg erblicher Erkrankungen bei ihren Nachkommen führt, ist überzeugend nachgewiesen, dass Strahlung bei Versuchstieren erbliche Auswirkungen verursacht (gemäß ICRP).

Daher wird das Risiko erblicher Auswirkungen weiterhin im Strahlenschutzsystem berücksichtigt.

UNSCEAR stellte in seinem Bericht aus dem Jahr 2012 fest, dass die epidemiologischen Belege für gesundheitliche Auswirkungen bei effektiven Dosen unter 100 mSv begrenzt und unsicher sind, sodass ein möglicher Anstieg des Gesundheitsrisikos bei diesem Expositionsniveau schwer nachweisbar ist (UNSCEAR, 2012).

Unter anderem wird weiter ausgeführt, dass die Unsicherheiten im Zusammenhang mit niedrigen Dosen so groß sind, dass UNSCEAR **„nicht empfiehlt, kleine Dosen mit einer großen Anzahl von Personen zu multiplizieren, um die Zahl strahlenbedingter Gesundheitsschäden in einer Bevölkerung abzuschätzen, die zusätzlichen Expositionen in Höhe oder unterhalb der natürlichen Hintergrundstrahlung ausgesetzt ist.“**

Bei typischen Werten der effektiven Dosen für die Bevölkerung in der Umgebung von Kernkraftwerken, die in der Größenordnung von einigen μSv pro Jahr liegen, ist der Anstieg des Risikos **für stochastische Effekte** statistisch gesehen **völlig vernachlässigbar**. Epidemiologische Studien an der Bevölkerung in der Nähe von Kernkraftwerken haben keine erhöhte Krebsinzidenz bestätigt, sofern das Kraftwerk im Normalbetrieb läuft.

Im Normalbetrieb und bei den betrachteten Expositionswerten sind keine deterministischen Effekte zu erwarten, da die Dosen weit unter den für deren Entstehung erforderlichen Schwellenwerten bleiben. Die Risiken werden anhand konservativer Modelle bewertet, die die mögliche Strahlenbelastung bewusst überbewerten, um ein ausreichendes Schutzniveau für die Bevölkerung zu gewährleisten.

1.4 Grundsätze und Ziele des Strahlenschutzes

Das Hauptziel des Strahlenschutzes ist es, **Menschen und künftige Generationen vor den schädlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung zu schützen**, durch:

1. **Deterministische Wirkungen zu verhindern** – also vor so hohen Dosen zu schützen, die zu einer sicheren Gewebeschädigung führen würden (z. B. Strahlenverbrennungen, Schädigung des blutbildenden Gewebes).
2. **Die stochastischen Wirkungen zu begrenzen** – d. h. die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Tumoren und Erbkrankheiten auf das niedrigstmögliche, vernünftigerweise erreichbare Maß zu senken.
3. **Schutz der Umwelt**, um eine indirekte Gefährdung der menschlichen Gesundheit zu verhindern.

Das gesundheitliche Ziel des Strahlenschutzes besteht also darin, deterministische Wirkungen zu verhindern und die Wahrscheinlichkeit stochastischer Wirkungen zu minimieren; dies wird durch vier Grundsätze erreicht: **Begründung, Optimierung (ALARA), Einhaltung von Grenzwerten und Sicherung der Quellen**.

Grundprinzipien des Strahlenschutzes

Begründung (Justification)

- Keine Anwendung ionisierender Strahlung darf zugelassen bzw. eingeführt werden, wenn **der Nutzen die Risiken nicht überwiegt**.

Beispiel: Der Betrieb eines Kernkraftwerks ist aus Sicht des Strahlenschutzes akzeptabel, da die Strahlendosen für Arbeitnehmer und Bevölkerung dauerhaft deutlich unter den festgelegten Grenzwerten gehalten und gemäß dem ALARA-Prinzip weiter minimiert werden. Die über die gesamte Lebensdauer kumulierte Dosis aus dem Betrieb stellt im Vergleich zur natürlichen Hintergrundstrahlung keine signifikante Erhöhung des Gesundheitsrisikos dar. Die Vorteile des Betriebs eines Kernkraftwerks überwiegen die potenziellen Risiken, womit die Anforderung der Rechtfertigung erfüllt ist.

Optimierung (ALARA – As Low As Reasonably Achievable)

- Die Strahlendosen müssen **so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar** sein, unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten sowie wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Faktoren.
- Ziel ist nicht lediglich die Reduzierung der Dosis, sondern die Erreichung **eines optimalen Gleichgewichts zwischen Qualität, Kosten und Schutz**.

Einhaltung der Grenzwerte (Dose Limitation)

- Niemand darf höheren Dosen ausgesetzt werden als den **festgelegten Grenzwerten**.

- Diese Grenzwerte gelten sowohl für Strahlenarbeiter als auch für die allgemeine Bevölkerung.
- Ausnahme: Patienten, die sich einer Untersuchung oder Behandlung unterziehen – für sie gilt kein Grenzwert, da die Dosis durch den „therapeutischen Nutzen gerechtfertigt“ ist. Für Patienten gelten keine Grenzwerte, jedoch werden bei ihnen **Referenzwerte** als Instrument zur Optimierung überwacht.

Sicherung von Strahlenquellen (Security of source)

Ziel ist es, sicherzustellen, dass Quellen ionisierender Strahlung oder Radionuklide nicht in unbefugte Hände gelangen und nicht missbräuchlich verwendet werden.

Dies betrifft vor allem:

- die Kontrolle und Erfassung radioaktiver Stoffe und Quellen (z. B. in Krankenhäusern, Laboren, der Industrie),
- den physischen Schutz von Arbeitsstätten, in denen Quellen gelagert oder verwendet werden,
- die Verhinderung des Verlusts oder Diebstahls von Quellen („Orphan Sources“ – herrenlose Quellen stellen ein großes Risiko dar, wenn sie außer Kontrolle geraten),
- Sicherung beim Transport radioaktiver Stoffe.

Dieses Prinzip dient damit eher der **Sicherheit (Security)** als dem **Strahlenschutz (Safety)**, ist jedoch ein untrennbarer Bestandteil des gesamten Strahlenschutzsystems.

Die Grundsätze des Strahlenschutzes sind allgemeine Voraussetzungen für die Ausübung von Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Nutzung der Kernenergie sowie für Tätigkeiten im Rahmen von Expositionssituationen und sind in **§ 62 des Atomgesetzes** verankert, wo es heißt: **„Jeder, der eine Tätigkeit im Rahmen einer geplanten Strahlenexposition ausübt, ist verpflichtet, die Strahlenbelastung einer natürlichen Person so zu begrenzen, dass die Gesamtstrahlenbelastung, die sich aus der Kombination der Strahlenbelastungen durch diese Tätigkeiten ergibt, gerechtfertigt und optimiert ist und die Strahlenbelastungsgrenzwerte in ihrer Summe nicht überschreitet.“** (Česko, 2016).

1.5 Grenzwerte im Strahlenschutz

Die Internationale Kommission für Strahlenschutz (ICRP) legt empfohlene Dosisgrenzwerte fest. Diese werden in die Gesetzgebung der einzelnen Staaten umgesetzt. Der Schutz der Bevölkerung in der Tschechischen Republik ist gesetzlich im Atomgesetz (Gesetz Nr. 263/2016 Sb., in der Fassung späterer Vorschriften) und dessen Durchführungsbestimmungen verankert, insbesondere in der Verordnung Nr. 422/2016 Sb. über Strahlenschutz und die Sicherung von Radionuklidquellen (Česko, 2016), (Česko, 2016a).

Der Strahlungsgrenzwert ist ein quantitativer Indikator zur Begrenzung der Gesamtstrahlenbelastung einer Person durch Tätigkeiten im Rahmen geplanter Expositionssituationen.

Strahlungsgrenzwerte:

- **allgemeine Grenzwerte für die Bevölkerung** – gelten für die Strahlenbelastung durch alle Tätigkeiten, die zu einer Strahlenbelastung führen, mit Ausnahme der oben genannten Strahlenbelastungen, der medizinischen Strahlenbelastung, der Strahlenbelastung von Personen, die an Einsätzen im Falle eines Strahlenunfalls beteiligt sind, sowie von Fällen der Strahlenbelastung, für die besondere Grenzwerte gelten. Diese allgemeinen Grenzwerte gelten für die durchschnittliche Strahlenbelastung in der kritischen Bevölkerungsgruppe für alle Expositionspfade und aus allen Tätigkeiten,
- **Grenzwerte für Strahlenarbeiter** mit Strahlenquellen – beziehen sich auf die Strahlenbelastung, der sie in direktem Zusammenhang mit ihrer ausgeübten Tätigkeit ausgesetzt sind, d. h. Arbeitnehmer der Kategorie A oder B,
- **Grenzwerte für Schüler und Studierende** – beziehen sich auf die Strahlenbelastung, der Personen während ihrer fachlichen Ausbildung für die Ausübung eines Berufs mit ionisierenden Strahlungsquellen bewusst, freiwillig und nach Aufklärung über die damit verbundenen Risiken ausgesetzt sind.

Grundlegende allgemeine Grenzwerte:

- für die Summe der effektiven Dosen aus äußerer Strahlenexposition und der effektiven Dosen aus innerer Strahlenexposition gilt ein Wert von **1 mSv pro Kalenderjahr**,
- für die Äquivalentdosis in der Augenlinse der Wert **15 mSv pro Kalenderjahr**,
- für die durchschnittliche Äquivalentdosis pro 1 cm² Haut der Wert **50 mSv pro Kalenderjahr**, unabhängig von der Größe der bestrahlten Fläche.

Grundgrenzwerte für Strahlenarbeiter:

- für die Summe der effektiven Dosen aus äußerer Bestrahlung und der effektiven Dosen aus innerer Bestrahlung – **20 mSv pro Kalenderjahr** oder ein von der Staatlichen Behörde für nukleare Sicherheit gemäß § 63 Abs. 4 des Atomgesetzes genehmigter Wert. Höchstens jedoch **100 mSv** in fünf aufeinanderfolgenden Kalenderjahren und gleichzeitig für ein Kalenderjahr **50 mSv**,
- für die Äquivalentdosis in der Augenlinse – **100 mSv** in fünf aufeinanderfolgenden Kalenderjahren und gleichzeitig für ein Kalenderjahr **50 mSv**,
- für die durchschnittliche Äquivalentdosis pro 1 cm² Haut – **500 mSv** pro Kalenderjahr, unabhängig von der Größe der bestrahlten Fläche.

Die Grenzwerte für Strahlenarbeiter beziehen sich auf die berufliche Strahlenexposition, d. h. auf die Strahlenexposition, der sie in direktem Zusammenhang mit ihrer ausgeübten Tätigkeit ausgesetzt sind.

Die Grenzwerte für strahlenexponierte Arbeitskräfte beziehen sich auf die Summe der Dosen aus allen Bestrahlungswegen und bei allen Arbeitstätigkeiten, die die strahlenexponierte Arbeitskraft

entweder bei einem oder gleichzeitig bei mehreren Inhabern einer Genehmigung zum Umgang mit ionisierenden Strahlungsquellen ausübt oder die sie auch als eigenständiger Inhaber einer Genehmigung zum Umgang mit ionisierenden Strahlungsquellen ausübt.

Die Grenzwerte für Strahlenarbeiter gelten als nicht überschritten, sofern die in messbaren Größen ausgedrückten quantitativen Indikatoren (im Folgenden „abgeleitete Grenzwerte“) nicht überschritten werden.

Abgeleitete Grenzwerte für die äußere Strahlenexposition:

- für **das persönliche Dosisäquivalent in einer Tiefe von 0,07 mm** der Wert **500 mSv** pro Kalenderjahr,
- für **das persönliche Dosisäquivalent in einer Tiefe von 3 mm** ein Wert von **20 mSv** pro Kalenderjahr,
- für **das persönliche Dosisäquivalent in einer Tiefe von 10 mm** ein Wert von **20 mSv** pro Kalenderjahr.

Abgeleitete Grenzwerte für die interne Strahlenexposition pro Kalenderjahr bei Aufnahme von Radionukliden:

- durch Verschlucken:
 - **Wert des Anteils von 20 mSv und des Umrechnungsfaktors h_{ing}** für die Aufnahme des jeweiligen Radionuklids durch Verschlucken durch einen Strahlenarbeiter,
- durch Einatmen:
 - **Anteil von 20 mSv und Umrechnungsfaktor h_{inh}** für die Aufnahme des jeweiligen Radionuklids durch Einatmen durch einen Strahlenarbeiter.

Das Atomgesetz Nr. 263/2016 Sb. führte die Anforderung zur Festlegung sog. **Dosisoptimierungsgrenzwerte**, sogenannter **DOM**, ein.

Ein Dosisoptimierungsgrenzwert ist die Grenze der zu erwartenden Personendosen, die zum Zweck der Optimierung des Strahlenschutzes für die jeweilige Quelle in geplanten Expositionssituationen festgelegt wird.

Bei der Festlegung der Dosisoptimierungsgrenzwerte für eine strahlungsbezogene Tätigkeit oder eine Quelle ionisierender Strahlung müssen berücksichtigt werden:

- die bisherigen Erfahrungen mit ähnlichen Tätigkeiten und Quellen ionisierender Strahlung, damit das Strahlenschutzniveau nicht unter das bereits erreichte Niveau sinkt,
- die Auswirkungen anderer Tätigkeiten und Quellen ionisierender Strahlung, damit keine Überschreitung der Strahlenexpositionsgrenzwerte droht.

Für die jeweilige Quelle handelt es sich um die obere Optimierungsgrenze. Die obere Optimierungsgrenze lässt sich mit dem jährlichen Untersuchungsniveau vergleichen (es handelt sich nicht um einen Grenzwert!). Bei Überschreitung der Optimierungsgrenze wird lediglich untersucht, warum es zu dieser Überschreitung gekommen ist, da unter normalen Umständen keine Überschreitung zu erwarten ist.

Die Dosisoptimierungsgrenzen sind festgelegt:

- für Strahlenarbeiter – durch den Genehmigungsinhaber,
- für die Bevölkerung – durch die Aufsichtsbehörde.

Jeder, der Tätigkeiten im Rahmen einer geplanten Expositionssituation (PES) ausübt, ist zum Zweck der Optimierung der Exposition der Bevölkerung verpflichtet, den Dosisrichtwert für die repräsentative Person von **0,25 mSv/Jahr** einzuhalten.

Gemäß § 82 Abs. 1 des Gesetzes Nr. 263/2016 Sb., Atomgesetz, in der Fassung des Gesetzes Nr. 83/2025 Sb., gilt bei der Optimierung des Strahlenschutzes der Bevölkerung ein Dosisoptimierungsgrenzwert für eine repräsentative Person von 0,25 mSv pro Kalenderjahr. Im Falle einer Kernkraftanlage gilt dieser Dosisoptimierungsgrenzwert kumulativ für alle Kernkraftanlagen in dem jeweiligen Gebiet, in dem die Kernkraftanlage errichtet werden soll. Gleichzeitig wird ein Wert von 0,20 mSv pro Jahr für die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Luft und von 0,05 mSv pro Jahr für die Einleitung in Oberflächengewässer festgelegt (Česko, 2025).

Für Energieanlagen gilt zudem:

- **0,20 mSv/Jahr** für atmosphärische Emissionen,
- **0,05 mSv/Jahr** für Einleitungen in Oberflächengewässer.

Die Genehmigung zur Freisetzung radioaktiver Stoffe im Normalbetrieb erteilt die Staatliche Behörde für nukleare Sicherheit (SÚJB) den Betreibern. Auf der Grundlage von Modellen zur Ausbreitung von Radionukliden in die Umwelt und von Modellen zur Berechnung der Strahlendosen für den Menschen wird das sog. effektive Dosisäquivalent für die Bevölkerung festgelegt, die am nächsten zum Kernkraftwerk wohnt. Die SÚJB hat für diese beiden Kernkraftwerke sog. **genehmigte Grenzwerte** festgelegt. Für das Kernkraftwerk Temelín (ETE1,2) gelten:

- für gasförmige Ableitungen **10 µSv/Jahr**,
- für flüssige Ableitungen **4 µSv/Jahr**.

1.6 Einzelne Komponenten der Strahlenbelastung der Bevölkerung

Seit der Entstehung der Erde ist ihre Umwelt einschließlich aller Lebewesen ionisierender Strahlung ausgesetzt, sowohl aus dem Weltraum als auch aus radioaktivem Material, das in der Erdkruste und im Erdkern enthalten ist. Radioaktivität ist ein fester Bestandteil unserer Erde – sie existiert seit jeher. Natürlich vorkommende radioaktive Stoffe sind in der Erdkruste, in den Fußböden und Wänden unserer Häuser, Schulen oder Büros sowie in den Lebensmitteln, die wir essen und trinken, vorhanden. In der Luft, die wir atmen, befinden sich radioaktive Gase. Unsere eigenen Körper – Muskeln, Knochen und Gewebe – enthalten natürlich vorkommende radioaktive Elemente.

Zur Beurteilung des Ausmaßes der Gesamtauswirkungen werden die **effektive Dosis** aus externer Strahlenexposition sowie die **effektive Folgedosis** aus einer inneren Kontamination einer Person herangezogen.

Die effektive Gesamtdosis durch äußere Bestrahlung und die effektive Folgedosis durch innere Kontamination werden im Folgenden gemeinsam als **Gesamtstrahlenbelastung** (bzw. Strahlenexposition) bezeichnet.

Je nach Lage der ionisierenden Strahlungsquelle werden zwei Gruppen unterschieden:

- Strahlenbelastung durch äußere (externe) Bestrahlung,
- Strahlenbelastung durch innere Kontamination (innere Bestrahlung).

Je nach Herkunft der ionisierenden Strahlungsquelle wird ferner unterschieden zwischen:

- Strahlenbelastung durch natürliche Quellen ionisierender Strahlung,
- Strahlenbelastung durch künstliche Quellen ionisierender Strahlung.

Tab. 3 Die wichtigsten natürlichen Quellen für die Strahlenbelastung der Bevölkerung.

Expositionsquelle	Strahlenexposition		
	Interne Strahlenexposition		Externe Strahlenexposition
	Einatmen/Verschlucken	Einatmen von Rn	
Natürliche Radionuklide (terrestrische Radionuklide)	Interne Strahlenexposition durch terrestrische Radionuklide (außer Rn)	Interne Strahlenexposition durch Radon ^{222}Rn und dessen Zerfallsprodukten	Externe Strahlenexposition durch terrestrische Radionuklide
		Innere Strahlenexposition durch Radon ^{220}Rn und dessen Zerfallsprodukten	
Kosmische Strahlung und kosmogene Radionuklide	Innere Strahlenexposition durch kosmogene Radionuklide	Innere Strahlenexposition durch kosmogene Radionuklide	Kosmische Strahlung

1.6.1 Strahlenbelastung durch natürliche Quellen ionisierender Strahlung

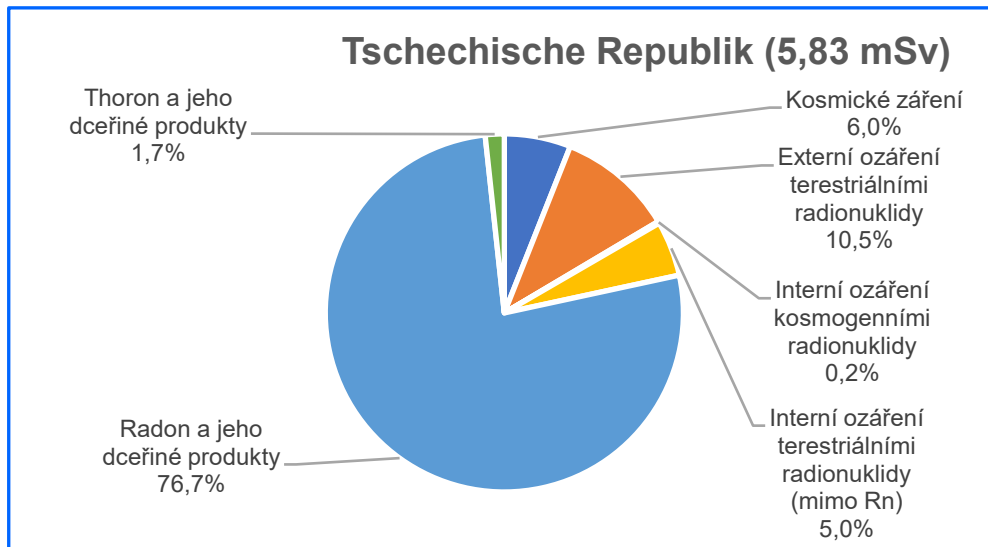
Die durch kosmische Strahlung verursachte Dosis hängt im Wesentlichen von der Höhe über dem Meeresspiegel ab, sodass tief gelegene Länder wie beispielsweise die Niederlande, Dänemark und die baltischen Staaten weniger betroffen sind als die Türkei, die Schweiz oder Österreich. Der für die EU geschätzte Durchschnittswert der effektiven Dosis durch kosmische Strahlung beträgt 0,34 mSv/Jahr, weltweit wird er auf **0,38 mSv/Jahr** geschätzt. Für die europäischen Länder reicht er von 0,31 mSv/Jahr in Dänemark, Estland, Finnland, Irland, Lettland, den Niederlanden und Schweden bis zu 0,41 mSv/Jahr in der Schweiz und 0,42 mSv/Jahr in der Türkei. **Für die Tschechische Republik wird sie auf 0,35 mSv/Jahr geschätzt.** Für die externe Strahlenexposition durch terrestrische Radionuklide wird die effektive Dosis auf **0,61 mSv/Jahr** (Cinelli, 2019) geschätzt. Die durchschnittliche jährliche effektive Dosis pro Einwohner aus der natürlichen Hintergrundstrahlung beträgt somit insgesamt etwa **1 mSv pro Jahr** (0,96 mSv), was einer räumlichen Dosisäquivalentleistung von etwa **115 nSv/h** entspricht.

Bei der Exposition gegenüber natürlichen Radionukliden wird die größte Strahlenbelastung durch innere Kontamination verursacht, und zwar durch **Radon** und dessen Zerfallsprodukte. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird der Begriff „Radon“ für das Isotop ^{222}Rn verwendet, das für die vorliegende Thematik am bedeutendsten ist. Der Begriff „Thoron“ bezeichnet das Isotop ^{220}Rn .

Die Strahlendosen durch Radon und seine Zerfallsprodukte sind in den europäischen Ländern die Hauptursachen für die Strahlenexposition und machen auf europäischer Ebene etwa 60 % der Gesamtstrahlendosis von 3,2 mSv/Jahr aus, verglichen mit etwa 50 % der weltweiten durchschnittlichen Gesamtstrahlendosis von 2,4 mSv/Jahr. Die geschätzte effektive Dosis durch interne Kontamination mit Radon und seinen Zerfallsprodukten beträgt für die Tschechische Republik **4,47 mSv/Jahr**. In Europa reicht die geschätzte gesamte Strahlenbelastung durch natürliche Quellen von 1,48 mSv/Jahr in den Niederlanden bis zu **5,83 mSv/Jahr in der Tschechischen Republik**, bzw. 6,16 mSv/Jahr in Finnland.

Tab. 4 Schätzung der durchschnittlichen jährlichen effektiven Dosis [mSv] aus der natürlichen Hintergrundstrahlung pro Einwohner in ausgewählten Staaten (Cinelli, 2019).

Land	Durchschnittliche jährliche effektive Dosis [mSv] pro Einwohner aus natürlicher Strahlung						
	Externe Strahlenexposition		Inhalation / Ingestion		Einatmen von Rn		Insgesamt
	Kosmische Strahlung	Externe Strahlenexposition durch terrestrische Radionuklide	Innere Strahlenexposition durch kosmogene Radionuklide	Interne Strahlenexposition durch terrestrische Radionuklide (außer Rn)	Radon ^{222}Rn und seine Zerfallsprodukte	Radon ^{220}Rn und seine Zerfallsprodukte	
ČR	0,35	0,61	0,01	0,29	4,47	0,1	5,83
USA	0,33	0,2	0,01	0,29	2,18	0,1	3,11
EU	0,34	0,5	0,01	0,29	1,96	0,1	3,20
Welt	0,38	0,48	0,01	0,29	1,15	0,1	2,41



Thoron a jeho dceřinné produkty	Thoron und seine Zerfallsprodukte
Kosmické záření	Kosmische Strahlung
Externí ozáření terestriálními radionuklidy	Externe Bestrahlung durch terrestrische Radionuklide
Interní ozáření kosmogenními radionuklidy	Interne Bestrahlung durch kosmogene Radionuklide
Interní ozáření terestriálními radionuklidy (mimo Rn)	Interne Bestrahlung durch terrestrische Radionuklide (außer Rn)
Radon a jeho dceřiné produkty	Radon und seine Zerfallsprodukte

Abb. 1 Anteil des gewichteten Jahresdurchschnitts der effektiven Dosis [%] verschiedener natürlicher Strahlungsquellen an der gesamten effektiven Dosis für die Tschechische Republik¹ (Podzimek, 2024).

Aus den angegebenen Tabellen und der Abbildung geht hervor, dass der entscheidende Anteil der Strahlenbelastung durch natürliche Quellen in der Tschechischen Republik auf Radon und dessen Zerfallsprodukte zurückzuführen ist.

¹ Es handelt sich um einen gewichteten Durchschnitt der Werte in den jeweiligen Siedlungseinheiten, bezogen auf die Einwohnerzahl der jeweiligen Siedlungseinheit.

1.6.2 Strahlenbelastung durch natürliche Quellen im Untersuchungsgebiet Temelín

- **externe Strahlenexposition**

Als grundlegende Quelle dienen die Daten aus der Überwachung der Strahlungslage auf dem Gebiet der Tschechischen Republik (**MonRaS**), die vor allem über das landesweite **Strahlungsüberwachungsnetz** – das Frühwarnnetz und das integrierte Messnetz – gewährleistet wird.

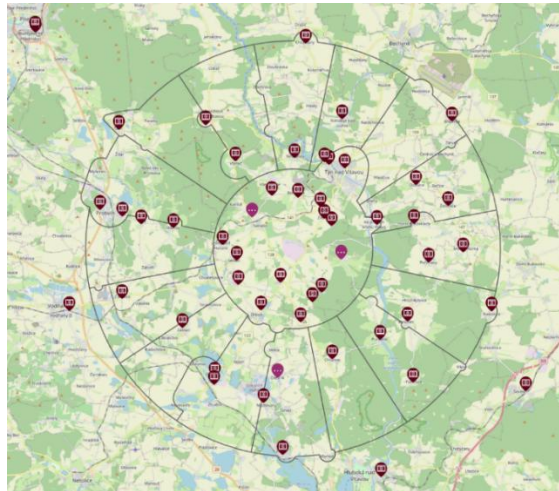


Abb. 2 Verteilung der Messpunkte im MonRaS in der Umgebung des Kernkraftwerks ETE.

Tab. 5 Durchschnittliche vierteljährliche Werte der räumlichen Dosisäquivalentleistung in nSv/h], gemessen durch das lokale Integralmessnetz (TLD) in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín und auf dem Gebiet der Tschechischen Republik im Jahr 2025 (SÚJB, 2026b).

Messstelle	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal
Dívčice	132	127	131	138
Hluboká nad Vltavou	114	121	130	124
Litoradlice	117	119	123	128
Mydlovary	128	120	132	129
Olešník	120	124	131	125
Protivín	150	149	157	157
Radonice	116	120	120	126
Ševětín	156	157	156	167
Temelín	117	119	124	125

Týn nad Vltavou	133	129	132	138
Vodňany	135	140	142	143

Gebiet der Tschechischen Republik				
Brno	115	115	118	124
Brünn b	132	135	140	135
České Budějovice	128	132	125	138
České Budějovice b	159	154	161	156
Hradec Králové	100	93	92	99
Hradec Králové b	101	100	97	102
Jihlava	116	122	127	130
Jihlava b	162	162	168	163
Karlovy Vary	131	136	139	136
Gebiet der Tschechischen Republik				
Messstelle	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal
Karlovy Vary b	82	76	78	81
Liberec	169	171	168	179
Liberec b	155	156	157	167
Olomouc	88	88	90	94
Olomouc b	107	104	110	109
Ostrava – Syllabova	93	100	90	109
Ostrava – Syllabova b	157	158	161	160
Pardubice	99	101	93	106
Plzeň	108	107	106	110
Plzeň b	121	123	123	128

Prag 1 – SÚJB	108	106	100	105
Prag 1 – SÚJB b	117	119*	–	125
Prag 4 – SÚRO	112	114	108	114
Prag 4 – SÚRO b	126	121	120	126
Ústí nad Labem – Habrovice	79	77	80	81
Ústí nad Labem – Habrovice b	137	122	121	136
Zlín	97	102	109	104
Zlín b	85	94	94	97

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Überwachung der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín dargestellt, die von der SÚJB durchgeführt und im Jahresbericht der SÚJB für das Jahr 2025 (SÚJB, 2026b) veröffentlicht wurden.

Die durchschnittlichen vierteljährlichen Werte der räumlichen Dosisäquivalentleistung (PPDE) lagen im Jahr 2025 in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín im Bereich von **114 bis 167 nSv/h**. Der niedrigste Wert wurde im 1. Quartal in **Hluboká nad Vltavou** gemessen (114 nSv/h), der höchste im 4. Quartal in **Ševětín** (167 nSv/h). Zum Vergleich: Im Rahmen des gesamten territorialen Netzes der integralen Messungen auf dem Gebiet der Tschechischen Republik wurden Werte von **76 nSv/h** (Karlovy Vary b) bis **179 nSv/h** (Liberec) (SÚJB, 2026b) erfasst.

Aus den bisherigen Ergebnissen geht hervor, dass die gemessenen Werte gewisse Schwankungen aufweisen, die vor allem durch den jeweiligen Standort, saisonale Einflüsse, Wetteränderungen usw. bedingt sind. Die an dem betreffenden Messpunkt gemessenen Werte entsprechen dem angegebenen Wertebereich für die gesamte Tschechische Republik.

Im Laufe des Jahres 2025 wurden keine Überschreitungen der Überwachungsgrenzwerte verzeichnet. Die im Frühwarnnetz (SVZ) und im territorialen Netz der Thermolumineszenz-Dosimeter (TLD) im Jahr 2025 gewonnenen Messergebnisse waren, wie bereits in den vergangenen Jahren, untereinander vergleichbar.

Die durchschnittliche räumliche Dosisäquivalentleistung am Messpunkt Temelín betrug im Jahr 2025 **121,3 nSv/h**. Unter der Annahme eines ununterbrochenen Aufenthalts an diesem Ort entspricht dieser Wert einer jährlichen räumlichen Dosisäquivalenz von etwa **1,06 mSv**. Da bei Photonenstrahlung unter Bedingungen der externen Strahlenexposition der Wert des räumlichen Dosisäquivalents für eine orientierende Bewertung als annähernd gleich der effektiven Dosis angesehen werden kann, entspricht die gemessene Aufnahmerate einer effektiven Dosis von etwa **1,06 mSv pro Jahr**.

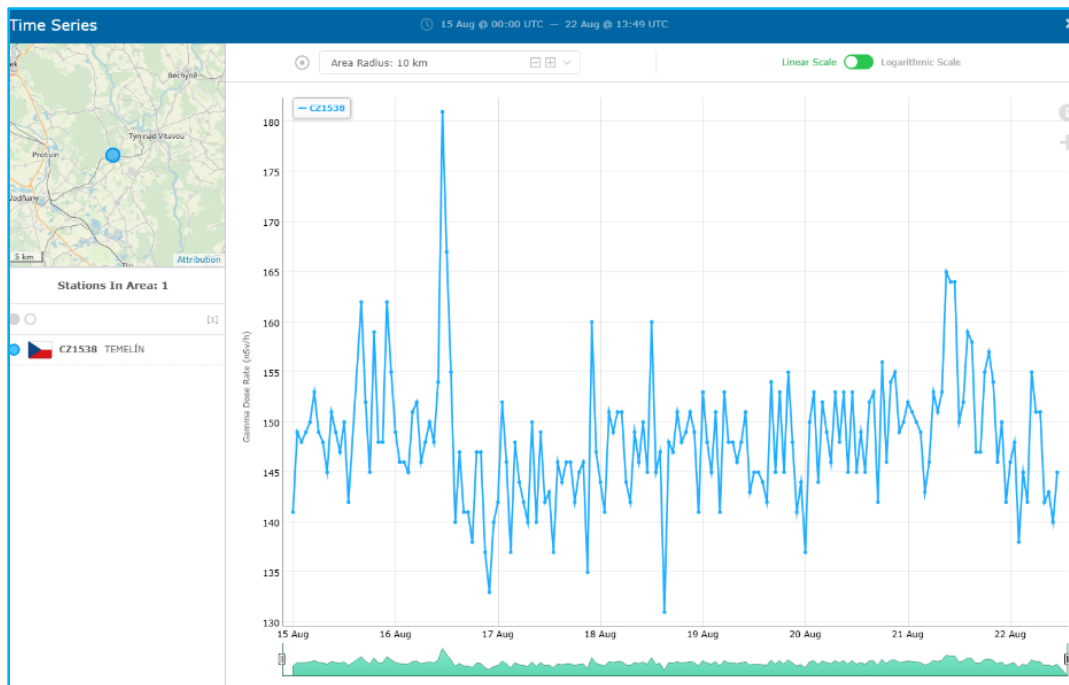


Abb. 3 Aufnahme des Photonendosisäquivalents (PFDE) am Standort Temelín gemäß der europäischen Datenbank EURDEP im Zeitraum vom 15. bis 22.08.2025.

Abb. 3 zeigt den zeitlichen Verlauf der Aufnahme rate des Umgebungs dosisäquivalents $H(10)$, gemessen von einer automatischen Messstation am Standort Temelín. Die Daten wurden aus der europäischen Datenbank EURDEP (European Radiological Data Exchange Platform) übernommen und als Zeitreihe von Werten in der Einheit $nSv \cdot h^{-1}$ für den untersuchten Zeitraum des Jahres 2025 aufbereitet. Der ausgewählte Zeitraum gilt als repräsentativ für die Beurteilung der Strahlungssituation am Standort, der die üblichen Betriebsbedingungen umfasst und die saisonalen Veränderungen der natürlichen Hintergrundstrahlung widerspiegelt. Die beobachteten Schwankungen der Werte der Strahlungsleistung entsprechen vor allem den natürlichen Veränderungen des Strahlungshintergrunds, insbesondere dem Einfluss meteorologischer Bedingungen und des schwankenden Anteils natürlicher Radionuklide in der Umwelt.

- **innere Kontamination**

Der Standort Temelín liegt in einem Gebiet mit mittlerem Radonindex, der das Radonpotenzial des geologischen Untergrunds angibt. Die tatsächliche Radonbelastung der Bevölkerung hängt jedoch in erster Linie von der Radonkonzentration in der Innenraumluft von Gebäuden ab und lässt sich daher nicht direkt aus dem Radonindex bestimmen. Nach nationalen Daten zur Strahlenbelastung der Bevölkerung entspricht die Inhalation von Radon (^{222}Rn), Thoron (^{220}Rn) und deren Zerfallsprodukten einer durchschnittlichen jährlichen effektiven Dosis von etwa **4,57 mSv**. Der Beitrag durch Einatmen und Aufnahme anderer natürlicher terrestrischer Radionuklide beträgt etwa 0,3 mSv pro Jahr und Einwohner.

Die gesamte jährliche **Strahlenbelastung aus natürlichen Quellen** am Standort Temelín lässt sich auf **5,93 mSv pro Jahr** schätzen, was auch dem geschätzten Wert für die gesamte Tschechische Republik (**5,83 mSv**) (Cinelli, 2019) entspricht.

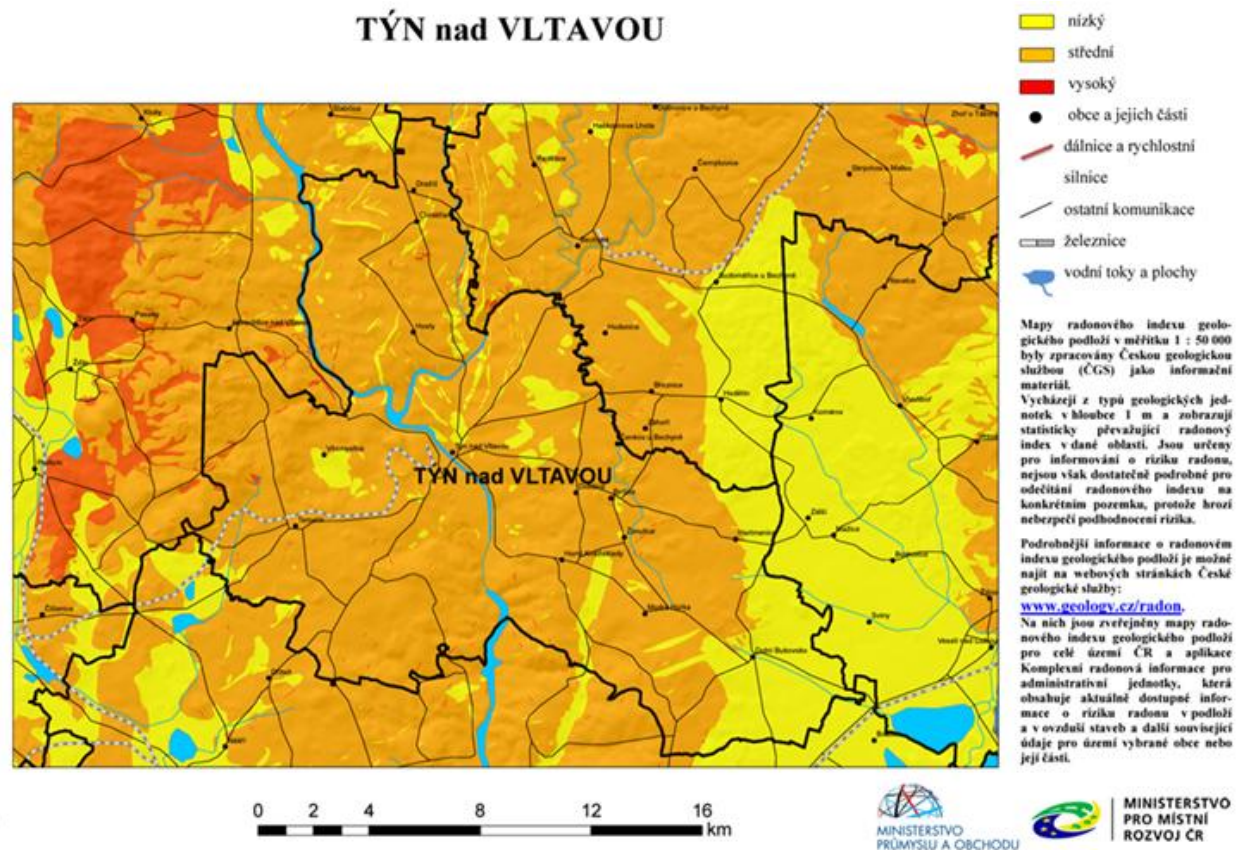


Abb. 4 Radonindex am Standort Týn nad Vltavou (ČGS, mapy.geology.cz/radon/, 2023).

TÝN nad VLTAVOU	TÝN nad VLTAVOU
Nízký	Niedrig
Střední	Mittel
Vysoký	Hoch
Obce a jejich části	Gemeinden und deren Ortsteile
Dálnice a rychlostní silnice	Autobahnen und Schnellstraßen
Ostatní komunikace	Sonstige Verkehrswege
Železnice	Eisenbahn
Vodní toky a plochy	Fließgewässer und Gewässerflächen

Mapy radonového indexu geologického podloží v měřítku 1 : 50 000 byly zpracovány Českou geologickou službou (ČGS) jako informační materiál.	Karten des Radonindexes des geologischen Untergrunds im Maßstab 1 : 50 000 wurden vom Tschechischen Geologischen Dienst (ČGS) als Informationsmaterial erstellt.
Vycházejí z typu geologických jednotek v hloubce 1 m a zobrazují statisticky převažující radonový index v dané oblasti. Jsou určeny pro informování o riziku radonu, nejsou však dostatečně podrobné pro odečítání radonového indexu na konkrétním pozemku, protože hrozí nebezpečí podhodnocení rizika.	Sie basieren auf der Art der geologischen Einheiten in einer Tiefe von 1 m und zeigen den statistisch vorherrschenden Radonindex in dem jeweiligen Gebiet. Sie dienen der Information über das Radonrisiko, sind jedoch nicht detailliert genug, um den Radonindex für ein bestimmtes Grundstück abzuleiten, da die Gefahr einer Unterschätzung des Risikos besteht.
Podrobnější informace o radonovém indexu geologického podloží je možné najít na webových stránkách České geologické služby: www.geology.cz/radon	Ausführlichere Informationen zum Radonindex des geologischen Untergrunds finden Sie auf der Website des Tschechischen Geologischen Dienstes: www.geology.cz/radon
Na nich jsou zveřejněny mapy radonového indexu geologického podloží pro celé území ČR a aplikace Komplexní radonová informace pro administrativní jednotky, která obsahuje aktuálně dostupné informace o riziku radonu v podloží a v ovzduší staveb a další související údaje pro území vybrané obce nebo její části.	Dort sind Karten des Radonindexes des geologischen Untergrunds für das gesamte Gebiet der Tschechischen Republik sowie die Anwendung Umfassende Radoninformationen für Verwaltungseinheiten veröffentlicht, die aktuell verfügbare Informationen zum Radonrisiko im Untergrund und in der Luft von Gebäuden sowie weitere damit zusammenhängende Daten für das Gebiet einer ausgewählten Gemeinde oder eines Teils davon enthält.

1.6.3 Strahlenbelastung durch künstliche Quellen ionisierender Strahlung

- **externe Strahlenexposition**

Die Strahlenbelastung durch künstliche Quellen ionisierender Strahlung umfasst vor allem Belastungen aus folgenden Bereichen:

- **medizinische Untersuchungen** – Diagnostik, z. B. Röntgen, CT oder Nuklearmedizin,
- **Betrieb von Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren** – z. B. Dukovany, Temelín, Forschungsreaktoren in Řež und Prag,
- **Bergbau und Stilllegung von Uranstandorten,**

- **sonstige industrielle Quellen (Bestrahlung von Lebensmitteln, Sterilisation),**
- **Fallout aus Nuklearunfällen und Atomtests in der Atmosphäre.**

Die jährliche effektive Dosis pro Einwohner der Erde durch medizinische Strahlenexposition betrug im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts **0,62 mSv**, hauptsächlich aufgrund diagnostischer Röntgenuntersuchungen. Der Anteil diagnostischer Untersuchungen in der Nuklearmedizin betrug lediglich 5 %. Die Situation in der Tschechischen Republik wird in der Veröffentlichung Bewertung der medizinischen Strahlenbelastung der SÚJB aus dem Jahr 2021 beschrieben (Petrová, 2021).

Die Bevölkerungsdosis aus medizinischer Strahlenexposition für die Tschechische Republik wurde für das Jahr 2019 aktualisiert und beträgt unter Berücksichtigung der aktuellen Häufigkeit der einzelnen Untersuchungen **1,16 mSv** pro Einwohner der Tschechischen Republik. Die durchschnittliche jährliche effektive Dosis pro Einwohner in der Tschechischen Republik aus der Nuklearmedizin lässt sich auf etwa **0,1 mSv** schätzen, und die durchschnittliche jährliche effektive Dosis aus medizinischen Anwendungen wird dann auf etwa **1,3 mSv** geschätzt.

Die Bewertung der **Strahlenbelastung** in der Tschechischen Republik **durch industrielle Anwendungen** wird regelmäßig in den Jahresberichten der SÚJB (SÚJB, 2026b) veröffentlicht. Im **Jahresbericht für das Jahr 2025** heißt es:

Insgesamt wurden im Jahr 2025 von den Dosimetriediensten 19 584 Angestellte überwacht. Der Rückgang der überwachten Strahlenarbeiter im Vergleich zum Jahr 2024 (21 581 Angestellte) ist darauf zurückzuführen, dass die Dosimetriedienste die Übermittlung der Dosen der Strahlenarbeiter der Kategorie B, die mit Personendosimetern mit einem dreimonatigen Auswertungszeitraum überwacht wurden, eingestellt haben. Die Meldung der Dosen dieser Angestellten war auch zuvor nicht verpflichtend, dennoch wurden diese Dosen bis zum Jahr 2024 gemeldet und zusammen mit den Dosen der Strahlenarbeiter der Kategorie A in das von der SÚJB geführte Zentrale Register für berufliche Strahlenexposition (im Folgenden „CRPO“) eingetragen.

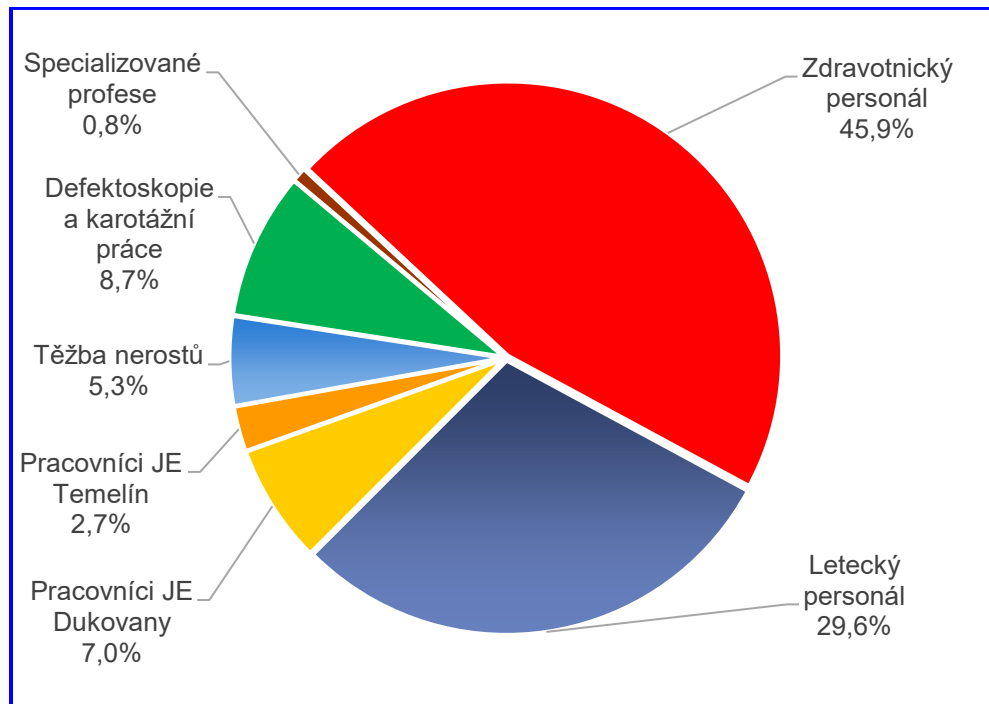
Effektive Dosen:

- Im Kernkraftwerk Dukovany wurden 3 027 Strahlenarbeiter überwacht, davon 1 155 Angestellte von ČEZ, a. s., und 1 872 Angestellte von Zulieferern. Die jährliche kollektive effektive Gesamtdosis betrug **972,31 mSv** (unter Berücksichtigung aller Dosen über 0,001 mSv), davon **154,94 mSv** bei Angestellten von ČEZ, a. s., und **817,37 mSv** bei Angestellten von Zulieferern. Die höchste jährliche persönliche effektive Dosis eines Angestellten von ČEZ, a. s., betrug **5,06 mSv**, sowie die eines Angestellten eines Zulieferers **8,14 mSv**.
- Im Kernkraftwerk Temelín wurden 2.545 Strahlenarbeiter überwacht, davon 969 Angestellte von ČEZ, a. s., und 1 576 Angestellte von Zulieferern. Die jährliche kollektive effektive Gesamtdosis betrug **195,19 mSv** (unter Berücksichtigung aller Dosen über 0,001 mSv), davon **57,26 mSv** bei Angestellten von ČEZ, a. s., und **137,93 mSv** bei Angestellten von Zulieferern. Die höchste jährliche persönliche effektive Dosis eines Angestellten von ČEZ, a. s., betrug **1,49 mSv**, die eines Angestellten eines Zulieferers **2,71 mSv**.
- An den Arbeitsstätten von DIAMO, s. p., an denen Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Gewinnung radioaktiver Mineralien durchgeführt werden, wurden insgesamt 835 Strahlenarbeiter überwacht. Davon waren 574 Angestellte der Kategorie B und 261 Angestellte der

Kategorie A. Die jährliche kollektive effektive Dosis der Angestellten der Kategorie A betrug **0,5 Sv**, die durchschnittliche jährliche persönliche effektive Dosis betrug **1,9 mSv**, die höchste jährliche persönliche effektive Dosis lag bei **11,57 mSv**.

- Bei den übrigen industriellen Anwendungen wurden 864 Arbeitnehmer überwacht, deren durchschnittliche individuelle jährliche effektive Dosis **0,69 mSv** betrug; Zu den Berufen, die von der SÚJB langfristig überwacht werden, gehören die Defektoskopie (**0,52 mSv**) und Bohrlochmessungen (**0,31 mSv**).
- In medizinischen Einrichtungen mit Quellen ionisierender Strahlung wurden die Dosen von 10 326 Angestellten ausgewertet, von denen über 70 % eine individuelle jährliche effektive Dosis unterhalb der Erfassungsgrenze (0,1 mSv) aufwiesen; die durchschnittliche jährliche individuelle effektive Dosis bei den übrigen Angestellten betrug **1,53 mSv**; die durchschnittliche jährliche individuelle effektive Dosis bei Ärzten, die interventionelle Eingriffe durchführten, betrug **2,40 mSv**.
- Angestellte in spezialisierten Berufen, wie z. B. Wartung und Kontrolle von Quellen ionisierender Strahlung, deren Zahl sich auf 4 870 belief, erreichten eine durchschnittliche jährliche individuelle Effektivdosis von **0,23 mSv**.
- Die gesamte jährliche kollektive effektive Dosis wurde im Jahr 2025 auf **8,08 Sv** und die durchschnittliche individuelle effektive Dosis pro überwachten Arbeitnehmer auf **0,36 mSv** beziffert.

Die bislang bedeutendste Berufsgruppe, deren Dosen in diesem Bereich standardmäßig ausgewertet werden, bildet **das Flugpersonal an Bord von Flugzeugen bei Flügen in einer Höhe von über 8 km**. In der Luftfahrt wurden im Jahr 2024 (letzte verfügbare Daten) 2 026 Angestellte überwacht (im Jahr 2021 waren es 1 119, im Jahr 2022 waren es 1.486 und im Jahr 2024 waren es 1 613). Die maximale effektive Dosis für einen Angestellten dieser Berufsgruppe lag im Bereich von **0,55–2,56 mSv/Jahr** (im Jahr 2023 betrug die maximale Dosis **2,53 mSv/Jahr**). Im Register für berufliche Strahlenexposition wurde keine Person mit einer Dosis von mehr als 6 mSv/Jahr gemeldet.



Specializované profese	Spezialisierte Berufe
Zdravotnický personál	Medizinisches Personal
Defektoskopie a karotážní práce	Defektoskopie und Bohrarbeiten
Těžba nerostů	Bergbau
Pracovníci JE Temelín	Mitarbeiter des Kernkraftwerks Temelín
Pracovníci JE Dukovany	Mitarbeiter des Kernkraftwerks Dukovany
Letecký personál	Flugpersonal

Abb. 5 Ungefährer Anteil der einzelnen untersuchten Gruppen an der Kollektivdosis im Jahr 2020 (nach den neuesten verfügbaren Daten) (Podzimek, 2024).

Im Vergleich zur gesamten Kollektivdosis bei Patienten aufgrund medizinischer Bestrahlungen beträgt der Anteil industrieller Anwendungen (einschließlich des Betriebs von Kernkraftwerken und der Luftfahrt) **weniger als 1 ‰ (ein Tausendstel)**.

- **Interne Strahlenexposition**

Während der Ära der atmosphärischen Atomtests gelangte eine große Menge künstlicher Radionuklide in die Umwelt. Auch bei den Reaktorunfällen in Tschernobyl und Fukushima gelangte eine beträchtliche Menge an radioaktivem Material in die Umwelt.

In den überwachten Proben aus der Umwelt und der Nahrungskette sowie im menschlichen Körper ist nach wie vor eine geringe, messbare Aktivität von ^{137}Cs feststellbar, das vor allem nach dem Unfall von Tschernobyl und den atmosphärischen Atomwaffentests in die Umwelt gelangte; die gemessenen Aktivitätswerte von ^{137}Cs haben sich kaum noch verändert. Der Gehalt an ^{137}Cs lag in vielen Proben im Jahr 2025, ebenso wie in einigen der vorangegangenen Jahre, unterhalb der Nachweisgrenze.

Zudem sind zu bestimmten Zeiten sehr geringe Aktivitäten von ^{90}Sr , ^{239}Pu und ^{240}Pu in der Luft sowie von ^{90}Sr in Milch und in der gemischten Ernährung, die hauptsächlich aus Kernwaffentests stammen.

Im Jahr 2025 wurden auf dem Gebiet der Tschechischen Republik keine nennenswerten Aktivitäten künstlicher Radionuklide in der Luft nachgewiesen; die gemessenen Werte (^{137}Cs und ^{131}I) weichen nicht von den langfristigen Durchschnittswerten der üblichen Konzentrationen künstlicher Radionuklide in der Umwelt ab.

Auch auf dem Gebiet anderer europäischer Staaten wurden keine ungewöhnlichen Aktivitätswerte künstlicher Radionuklide festgestellt.

1.6.4 Strahlenbelastung durch künstliche Quellen im Untersuchungsgebiet Temelín

Im Bericht des Kernkraftwerks Temelín „Ergebnisse der Überwachung der Emissionen und der Strahlungslage in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín für das Jahr 2025“ wird die Überwachung der atmosphärischen Emissionen sowie die Ausnutzung des vom Programm RDETE berechneten zulässigen Grenzwerts bewertet, das die Berücksichtigung der tatsächlichen meteorologischen Situation am Standort des Kernkraftwerks Temelín im Jahr 2025 ermöglicht und die entsprechenden Expositionswege für die Aufnahme von Radionukliden berücksichtigt. (SÚJB, 2026b)

Der so berechnete Wert der Summe aus der effektiven Dosis durch äußere Strahlung und der effektiven Dosis durch innere Strahlung war für die Altersgruppe von 0 bis 5 Jahren in der Gemeinde Litoradlice (3–5 km östlich des Kernkraftwerks) am höchsten und betrug **0,025 μSv** , was **0,25 %** der jährlichen zulässigen Grenze von **10 μSv** entspricht

Den größten Anteil (**78,27 %**) an den gesamten atmosphärischen Emissionen machen die ^{14}C -Emissionen aus. Bilanzmessungen des Radionuklidgehalts in den flüssigen Einleitungen aus dem Kernkraftwerk Temelín bestätigen, dass im Jahr 2025 der jährliche zulässige Grenzwert von 4 μSv für flüssige Ableitungen nicht überschritten wurde. Das RDETE-Programm ermöglicht es, bei der Berechnung der Ausschöpfung des jährlichen genehmigten Grenzwerts für Einleitungen in Gewässer die tatsächliche hydrologische Situation und die entsprechenden Expositionswege zu berücksichtigen.

Der berechnete Wert der Summe aus der effektiven Dosis durch äußere Strahlung und der effektiven Dosis durch innere Strahlung war für die Altersgruppe von 0 bis 5 Jahren in der besiedelten Zone **Dvůr Újezd** in einer Entfernung von 5–7 km nördlich der Einleitungsstelle am höchsten und betrug **0,995 μSv** , was einer Ausschöpfung von **24,88 %** der zulässigen Grenze von 4 μSv

entspricht. Die Einleitung von ^3H macht **99,48 %** (SÚJB, 2026b) des Gesamtvolumens der flüssigen Einleitungen aus.

Tab. 6 Übersicht über die überwachten Umwelt- und Nahrungskettenparameter in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín im Jahr 2024 (Datenlieferanten: SÚJB und SÚRO) (SÚJB, 2026b).

^{137}Cs				
Überwachter Parameter	Einheit	Höchstwert	Anzahl der Messungen – insgesamt	>NVA
Aerosole ¹⁾	Bq/m ³	$<3,8 \cdot 10^{-6}$	52	0
Niederschläge	Bq/m ²	$<0,358$	24	0
Boden	Bq/kg	33,7	4	4
Boden – in situ	Bq/m ²	679,9	24	24
Sedimente	Bq/kg	10,2	2	2
Trinkwasser	Bq/l	$<0,170$	4	0
Oberflächenwasser	Bq/l	$<0,012$	22	0
Grundwasser – Bohrungen	Bq/l	$<0,018$	31	0
Kuhmilch – Rohmilch	Bq/l	$<0,153$	26	0
Waldfrüchte	Bq/kg	2,056	1	1
Obst	Bq/kg	$<0,082$	1	0
Bodenfrüchte	Bq/kg	$<0,090$	4	0
Fische	Bq/kg	$<0,079$	2	0
^{90}Sr				
Überwachter Parameter	Einheit	Höchstwert	Anzahl der Messungen – insgesamt	>NVA
Aerosole ²⁾	Bq/m ³	$<1,932 \cdot 10^{-7}$	1	0
Oberflächenwasser – Fließgewässer	Bq/l	$11,6 \cdot 10^{-3}$	4	0
Kuhmilch – Rohmilch ³⁾	Bq/l	$<0,061$	1	0
Boden ⁴⁾	Bq/kg	$<3,151$	1	0

³H				
Überwachter Parameter	Einheit	Höchstwert	Anzahl der Messungen – insgesamt	>NVA
Regenwasser	Bq/l	<2,9	12	0
Oberflächenwasser – Fließgewässer	Bq/l	122,1	40	15
Oberflächenwasser – Stauseen	Bq/l	<2,9	4	0
Trinkwasser	Bq/l	<2	18	0
Grundwasser – Bohrungen	Bq/l	<2	6	0
¹³¹I				
Überwachter Parameter	Einheit	Höchstwert	Anzahl der Messungen – insgesamt	>NVA
gasförmiges Jod	Bq/m ³	< 0,345·10 ⁻³	52	0

Anmerkungen:

- Volumen-, Flächen- und Massenaktivität von Radionukliden in Umweltkomponenten und Nahrungsketten (einschließlich In-situ-Messungen) – Probenahme und Messungen durch die Laboratorien zur Strahlungskontrolle der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín – Ergebnisse entnommen aus dem Bericht des Kernkraftwerks Temelín (SÚJB, 2026b).
- NVA bezeichnet die minimale signifikante Aktivität.

- 1) Es werden kombinierte Messungen an Proben aus 8 Probenahmestellen durchgeführt. Wird der Untersuchungsgrenzwert überschritten, werden die einzelnen Proben separat gemessen.
- 2) Die zusammengefasste Jahresprobe besteht zur Hälfte aus allen Aerosolfiltern aller Standorte.
- 3) Zusammengetragene Jahresprobe aus allen vierzehntägigen Probenahmen.
- 4) Kombinierte Probe aus 4 Probenahmestellen, Schicht 0 bis 5 cm.

Die Überwachung der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín hat gezeigt, dass es keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Radionuklidgehalten in den einzelnen überwachten Umweltkomponenten in der Umgebung von Kernkraftwerken und im übrigen Staatsgebiet gibt, mit

Ausnahme des Gehalts an ^3H in Gewässern, die von Einleitungen aus dem Kernkraftwerk betroffen sind.

1.7 Charakterisierung der Risiken aus dem Betrieb von Kernkraftwerken

1.7.1 Risiko durch atmosphärische Emissionen des Kernkraftwerks

Atmosphärische Emissionen stellen den Hauptweg dar, über den Spuren Mengen von Radionukliden in die Umwelt gelangen können. Dabei handelt es sich vor allem um Inertgase (Krypton, Xenon), Jodisotope und Tritium. Die Radionuklide verbreiten sich in der Atmosphäre, können sich auf der Vegetation ablagern und in geringerem Maße in die Nahrungskette gelangen. Den größten Anteil an den gesamten Emissionen von Kernkraftwerken in die Atmosphäre haben die ^{14}C -Emissionen. Es entsteht hauptsächlich im Reaktorkühlmittel und in den Baumaterialien bei Kernreaktionen:



Es kann über **gasförmige und flüssige Ableitungen** in die Umwelt gelangen. Meistens in Form von Kohlendioxid oder Methan. Nach der Freisetzung in die Atmosphäre wird ^{14}C schnell **in den globalen Kohlenstoffkreislauf** eingebunden (Pflanzen → Nahrungskette → Mensch). Aufgrund seiner Halbwertszeit (5.730 Jahre) reichert es sich langfristig in der Umwelt an, die Konzentrationen sind jedoch sehr gering.

Die effektive Dosis für die Bevölkerung durch die Freisetzung von ^{14}C aus einem Kernkraftwerk beträgt einige $\mu\text{S}/\text{Jahr}$ – also **vernachlässigbar** im Vergleich zur natürlichen Hintergrundstrahlung.

Die Exposition der Bevölkerung erfolgt vor allem durch Einatmen und den Verzehr lokaler Lebensmittel. Überwachungsdaten aus tschechischen Kernkraftwerken belegen, dass die effektiven Dosen für die Bevölkerung über diese Wege die Größenordnung von μSv pro Jahr nicht überschreiten. Das ist weit weniger als 1 % des für die Bevölkerung festgelegten Grenzwerts.

Zur Modellierung der Ausbreitung von Radionukliden in der Atmosphäre werden Ausbreitungsmodelle verwendet, die die meteorologischen Bedingungen, die Höhe der Schornsteine und die Emissionsrate berücksichtigen. Die Berechnungen werden für konservative Szenarien durchgeführt, damit die Sicherheit auch unter ungünstigen Bedingungen gewährleistet werden.

In die Luft können insbesondere freigesetzt werden:

- **radioaktive Edelgase (Argon, Krypton, Xenon), ^{14}C ,**
- **^{131}I (mit kurzer Halbwertszeit, relevant für die Schilddrüse),**
- **Tritium (in Form von Wasserdampf).**

Expositionswege:

- **Inhalation** – Einatmen von radionuklidhaltiger Luft,
- **Ingestion** – Nahrungskette (Anreicherung von Radionukliden in Pflanzen → Milch, Gemüse).

Ausbreitungsmodelle zeigen, dass die Dosis für die Bevölkerung selbst in den nächstgelegenen Ortschaften weit unter dem Grenzwert von 1 mSv/Jahr liegt, in der Regel <0,005 mSv.

Sicherheitsmaßnahmen:

- Filtersysteme, Dichtheit der Brennelemente, Eignung der verwendeten Materialien, Optimierung der chemischen Betriebsbedingungen, Minimierung von Leckagen zwischen den Kreisläufen,
- Echtzeitüberwachung der Ableitungen,
- Meldepflicht gegenüber der SÚJB.

1.7.2 Risiko durch Einleitungen aus Kernkraftwerken in Gewässer

Einleitungen in Gewässer enthalten vor allem Tritium und Spuren von Aktivierungs- und Korrosionsprodukten, beispielsweise ^{60}Co oder ^{54}Mn . Diese Radionuklide können in Oberflächengewässern und anschließend in Trinkwasserquellen oder in die Nahrungskette (Fische, Bewässerung von Nutzpflanzen) gelangen.

Die Exposition der Bevölkerung auf diesem Weg ist jedoch sehr gering – in der Regel im Bereich von μSv pro Jahr. Sie ist jedoch höher als die Exposition durch atmosphärische Emissionen. Tritium verhält sich im Organismus ähnlich wie Wasser, weshalb es biologisch leicht ausgeschieden wird und seine Strahlenwirkung relativ gering ist. Die Überwachung der Radioaktivität in Fließgewässern ist Teil der vorgeschriebenen Überwachungsprogramme, die langfristig stabile Werte weit unter den Grenzwerten bestätigen.

Bei tschechischen Kernkraftwerken ist die Einleitung in Gewässer streng reguliert und unterliegt einem Genehmigungsverfahren. Die Ergebnisse der Überwachung zeigen, dass dieser Weg selbst für die am stärksten exponierten Bevölkerungsgruppen kein Gesundheitsrisiko darstellt.

Die Einleitungen in Gewässer enthalten vor allem:

- **Tritium** (das häufigste Radionuklid, biologisch schwach wirksam),
- **Korrosionsprodukte** (^{60}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe),
- **Spurenmengen an Aktiniden.**

Expositionswege:

- **Trinkwasser,**
- **Fische aus Gewässern,**
- **Freizeitaktivitäten (Schwimmen, Angeln).**

Maßnahmen:

- Überwachung der Radioaktivität in Oberflächengewässern, Dichtheit der Brennelemente, Eignung der verwendeten Materialien, Optimierung der chemischen Betriebsbedingungen,

Minimierung von Leckagen im Zwischenkreislauf und bei Einleitungen ins Wasser kontrollierte Einleitung nach ausreichender Verdünnung,

- Festlegung von Einleitungsgrenzwerten,
- sofortige Meldung bei Überschreitung der Referenzwerte.

Die gemessenen Konzentrationen liegen in der Regel weit unterhalb der Nachweisgrenze. Berechnungen der effektiven Dosen ergeben Werte in der Größenordnung von $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$, selbst bei konservativen Szenarien.

Das Gesundheitsrisiko wird daher als **vernachlässigbar** angesehen, insbesondere im Vergleich zu anderen Faktoren, die die Gesundheit der Bevölkerung beeinflussen (z. B. Luftqualität, Lebensstil).

1.8 Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb des SMR ETE

Derzeit wird am Standort ETE ein Vorhaben zur Errichtung eines kleinen modularen Reaktors (SMR) mit einer installierten elektrischen Leistung von bis zu 500 MW_e unter dem Namen **SMR ETE** vorbereitet.

Im Rahmen der Vorbereitung des Vorhabens SMR ETE wurde gemäß den gesetzlichen Bestimmungen eine Studie zu den radiologischen Auswirkungen des Normalbetriebs des SMR ETE erstellt (Abmerit – nuclear and space, 2026).

Die Berechnung der radiologischen Auswirkungen des Normalbetriebs des SMR ETE erfolgte mit Hilfe des Programms ESTE AI, wodurch repräsentative Personen für verschiedene Strahlenexpositionswege bestimmt werden können. Darüber hinaus werden die individuelle effektive Dosis sowie die über 50 Jahre (bei Erwachsenen) bzw. 70 Jahre (bei Kindern) akkumulierte individuelle effektive Folgedosis ermittelt, die Dosis für den Durchschnittseinwohner bestimmt und daraus die Kollektivdosis berechnet.

Das Programm berechnet die Auswirkungen von Ableitungen in die Luft und in Gewässer. Im Falle von Ableitungen in die Luft ermöglicht es die Eingabe der Ableitung und die Berechnung der Ausbreitung von Radionukliden von verschiedenen Punkten am Standort aus (Lüftungskamine oder Kühltürme). Die methodischen Verfahren und Algorithmen des Programms berücksichtigen alle potentiellen Bestrahlungswege und große Mengen von Radionukliden in potentiellen Ableitungen. Die Methodik und das Berechnungsmodell werden in der Studie zu den radiologischen Auswirkungen des Normalbetriebs des SMR ETE ausführlich beschrieben.

In dem Bericht wurden die Ergebnisse anhand von 3 Szenarien für die Strahlenbelastung durch Emissionen in die Atmosphäre und anhand von 3 Szenarien für die Strahlenbelastung durch Emissionen in Gewässer analysiert.

Der ursprüngliche Bericht aus dem Jahr 2025 wurde im Jahr 2026 überarbeitet, um den Änderungen Rechnung zu tragen, die durch die Novelle der Verordnung Nr. 422/2016 Sb. initiiert wurden, die am 29. Januar 2026 im Gesetzblatt und in der Sammlung internationaler Verträge veröffentlicht wurde, unter der Nr. 13/2026 Sb. veröffentlicht wurde; Datum des Inkrafttretens: 1. Februar 2026 (SUJB, 2026a).

Auf der Grundlage meteorologischer Daten aus den Jahren 2018 bis 2024 wurden eine Analyse der Windrichtung am ausgewählten Standort SMR ETE sowie eine Analyse des Wasserabflusses über die Moldau durchgeführt. Die Wetterlage hat sich während des ausgewählten Zeitraums nicht wesentlich verändert. Auf der Grundlage der meteorologischen Daten wurden die Jahre 2018, 2023 und 2024 als repräsentativ ausgewählt, wo das **Jahr 2018** als **trockenes Jahr** mit geringerem Wasserdurchfluss in der Moldau am Profil Kořensko angesehen wurde und das Jahr **2023** als **durchschnittliches Jahr** mit dem langfristigen Jahresdurchschnitt am Profil Kořensko ausgewählt wurde. Das Jahr **2024** wurde als **nasses Jahr** ausgewählt.

In der Studie (Abmerit – nuclear and space, 2026) wurden bewohnte Orte in der Umgebung des SMR ETE ermittelt, an denen die Werte der höchsten effektiven Dosis pro repräsentativer Person gemessen wurden. Im Hinblick auf atmosphärische Emissionen wurden auf diese Weise 3 Orte identifiziert – **Kočín, Litoradlice und Zvěrkovice**. Im Hinblick auf flüssige Einleitungen war dies der Standort **Neznašov, einschließlich Újezd und Chaty Pašovice**. Die ermittelten effektiven Dosen aus den Hüllkurven-Emissionen des SMR ETE in die Atmosphäre und die Hydrosphäre sind in Tab. 7 und Tab. 8 aufgeführt.

Für die einzelnen untersuchten Standorte wurden folgende Größen ermittelt:

Emissionen in die Atmosphäre

- effektive Folgedosis (50 oder 70 Jahre) für die (jeweilige) Altersgruppe (Summe über alle Nuklide) [Sv],
- effektive Folgedosis (50 oder 70 Jahre) durch die Ingestion für die (jeweilige) Altersgruppe (Summe über alle Nuklide) [Sv],
- effektive Dosis durch externe Bestrahlung aus dem Depot (Summe über alle Nuklide) [Sv],
- effektive Dosis durch externe Bestrahlung aus der Wolke (Summe über alle Nuklide) [Sv].

ATMOSPHERE: Gesamteffektivdosis und effektive Folgedosis über alle berücksichtigten Einwirkungswege [Sv].

Emissionen in die Hydrosphäre

- effektive Folgedosis (50 oder 70 Jahre) durch die Ingestion (Summe über alle Nuklide) [Sv],
- Trinkwasser, effektive Folgedosis (50 oder 70 Jahre) durch die Ingestion für die (jeweilige) Altersgruppe (Summe über alle Nuklide) [Sv],
- Bewässerung, Tränkung und Fischfleisch, effektive Folgedosis (50 oder 70 Jahre) durch die Ingestion für die (jeweilige) Altersgruppe (Summe über alle Nuklide) [Sv],
- effektive Dosis durch externe Exposition beim Schwimmen [Sv],
- effektive Dosis durch externe Exposition beim Bootfahren [Sv],
- effektive Dosis durch externe Exposition beim Aufenthalt am Ufer [Sv].
- HYDROSPHERE: Gesamte effektive Dosis und effektive Folgedosis über alle berücksichtigten Expositionswege für die (jeweilige) Altersgruppe [Sv].

ATMOSPHERE + HYDROSPHERE: Gesamte effektive Dosis und effektive Folgedosis über alle berücksichtigten Expositionswege für die (jeweilige) Altersgruppe [Sv]:

In der Studie (Abmerit – nuclear and space, 2026) wurden 2 Altersgruppen der Bevölkerung ermittelt, auf die die höchsten Werte der jährlichen effektiven Dosen aus atmosphärischen Einleitungen entfallen, nämlich die Gruppen der 6- bis 15-Jährigen und der über 16-Jährigen. Für Emissionen in die Hydrosphäre wurden als relevante Altersgruppen Föten und Kinder im Alter von 0–5 Jahren festgelegt, auf die die höchsten jährlichen Dosen aus Emissionen in die Hydrosphäre entfallen.

Tab. 7 Gesamtergebnisse, effektive Dosis einschließlich der Gewichtung auf eine repräsentative Person als Folge der Hüllkurven-Emissionen aus SMR ETE – Atmosphäre.

Radiologische Auswirkungen von Einleitungen in die Atmosphäre			
Jahr	2018	2023	2024
Höhe des Lüftungskamins [m]	56	56	56
Standort	Kočín	Zvěkovice	Zvěkovice
Altersgruppe	6–15 Jahre (16+ Jahre)	6–15 Jahre (16+ Jahre)	6–15 Jahre (16+ Jahre)
Gesamt-Jahres-Effectivdosis und effektive Folgedosis aller berücksichtigten Einwirkungswege [Sv/Jahr]	1,4E-07 (1,3E-07)	1,78E-07 (1,73E-07)	1,57E-07 (1,52E-07)

Die grau hinterlegten Zellen kennzeichnen die berechneten Höchstwerte der effektiven Dosis.

Tab. 8 Zusammenfassende Ergebnisse: effektive Dosis einschließlich der effektiven Folgedosis einer repräsentativen Person als Folge der Hüllkurven-Emissionen von SMR ETE – Hydrosphäre.

Radiologische Auswirkungen der Einleitungen in die Hydrosphäre			
Jahr	2018 (trocken)	2023 (durchschnittlich)	2024 (nass)
Standort	Standort Újezd und Chaty Pašovice		
Altersgruppe	Fötus (0–5 Jahre)	Fötus (0–5 Jahre)	Fötus (0–5 Jahre)
Gesamt-Jahres-Effektivdosis und effektive Folgedosis aller berücksichtigten Einwirkungswege [Sv/Jahr]	2,80E-07 (2,05E-07)	1,48E-07 (1,09E-07)	1,31E-07 (9,60E-08)

Die grau hinterlegten Zellen kennzeichnen die berechneten Höchstwerte der effektiven Dosis.

Die Ergebnisse werden für eine Referenzhöhe des Abluftkamins von 56 m und meteorologische Bedingungen für die ausgewählten repräsentativen Jahre 2018, 2023 und 2024 dargestellt. Die meteorologischen Bedingungen haben laut der Studie einen (richtungsabhängigen) Einfluss auf die Bestimmung der repräsentativen Person.

Im Rahmen der Ermittlung der primär wirksamen Radionuklide wurden die primär und sekundär wirksamen Radionuklide bestimmt, die zu den jährlichen effektiven Dosen einer repräsentativen Person am stärksten beitragen.

Primäre und sekundäre Radionuklide, die zur jährlichen effektiven Dosis einer repräsentativen Person durch den SMR ETE beitragen (Atmosphäre), sind in Tabelle Nr. 9 aufgeführt. Als primäre Radionuklide gelten alle Radionuklide, die mindestens 2 % zur jährlichen effektiven Dosis beitragen.

Tab. 9 Primäre und sekundäre Radionuklide, die zur jährlichen effektiven Dosis einer repräsentativen Person durch den SMR ETE beitragen (Atmosphäre).

Höhe des Lüftungskamins [m]	56
Primäre Radionuklide, die zur jährlichen effektiven Dosis beitragen	^{41}Ar (58,09 %), ^{14}C (21,13 %), ^3H (7,92 %), ^{138}Xe (3,86 %), ^{88}Kr (2,27 %), ^{85}Kr (2,06 %)
Sekundäre Radionuklide, die zur jährlichen effektiven Dosis beitragen	^{135}Xe , $^{135\text{m}}\text{Xe}$, $^{131}\text{I}_{\text{gas}}$, ^{87}Kr , $^{131}\text{I}_{\text{aer}}$, $^{85\text{m}}\text{Kr}$, ^{133}Xe , $^{133\text{m}}\text{Xe}$, ^{60}Co

Ein wesentlicher Faktor bei den Einleitungen in die Hydrosphäre ist der **Durchfluss des Wassers** der Moldau (Kořensko). Für das gewählte repräsentative trockene Jahr 2018 (24,4 m³/s) sind die Werte der jährlichen effektiven Dosis für eine repräsentative Person fast doppelt so hoch wie im Jahr 2023 (durchschnittliches Jahr hinsichtlich der Durchflussmenge mit 47,4 m³/s) und mehr als doppelt so hoch im Vergleich zum feuchten Jahr 2024 (mit einer Durchflussmenge von 63,3 m³/s).

Die primären Explosionspfade für repräsentative Personen sind:

- Belastungen **durch die Aufnahme von Trinkwasser** (56,8 %),
- Beiträge **aus der Nahrungsaufnahme** (Bewässerung, Tränken und Fischfleisch) (43,2 %).

Bei den Einleitungen des SMR ETE ist Tritium für etwa 99,9 % der gesamten jährlichen effektiven Dosis aus den Einleitungen in die Hydrosphäre verantwortlich.

Tab. 10 Primäre und sekundäre Radionuklide, die zur jährlichen effektiven Dosis einer repräsentativen Person durch den SMR ETE beitragen (Hydrosphäre).

Primäres Radionuklid, das zur jährlichen effektiven Dosis beiträgt	³ H (99,92 %)
Sekundäres Radionuklid, das zur jährlichen effektiven Dosis beiträgt	¹³⁴ Cs (0,05 %) ¹³⁷ Cs (0,03 %)

Die Werte der jährlichen effektiven Dosis einer repräsentativen Person durch hydrosphärische Freisetzungen von SMR ETE liegen für ein durchschnittliches Jahr im Bereich von **0,1 µSv/Jahr**.

Die Anteile der gesamten jährlichen effektiven Dosis und der effektiven Dosisbelastungen über alle berücksichtigten Einwirkungswege des SMR ETE betragen **etwa 4,2 %** der gesamten jährlichen effektiven Dosis und der effektiven Dosisbelastungen über alle berücksichtigten Einwirkungswege unter Einbeziehung der Beiträge von ETE1,2 und NJZ ETE.

Bezogen auf die jährliche effektive Dosis pro 1 MW_e installierter Leistung beträgt der Anteil von SMR ETE **etwa 47 %** des Gesamtanteils von ETE1,2 und NJZ ETE pro 1 MW_e und ist somit etwa halb so groß.

Tab. 11 Identifizierung einer repräsentativen Person und der Gesamtdosis pro repräsentative Person durch alle Expositionspfade infolge der jährlichen Gesamtemissionen des SMR ETE in den einzelnen analysierten Varianten (Abmerit – nuclear and space, 2026).

Kalenderjahr	Jahr 2018	Jahr 2023	Jahr 2024
	„Trockenes Jahr“	„Durchschnittliches Jahr“	„Nasses Jahr“
Auswirkungen der Emissionen in die Luft			
Standort (besiedelt) mit der höchsten effektiven Dosis [Sv] pro repräsentative Person			
Beschreibung des Standorts	Katastergebiet der Gemeinde Dřiteň, Temelín, Standort „Kočin“	Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort „Zvěrkovice“, „Zadní kohout“	Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort „Zvěrkovice“, „Zadní kohout“
Effektive Dosis	1,4E-07	1.8E-07	1.6E-07
Altersgruppe	16	16+ Jahre	6–15 Jahre, 16+ Jahre
Auswirkungen der Einleitungen in die Moldau			
Standort (besiedelt) mit der höchsten effektiven Dosis [Sv] pro repräsentative Person			
Beschreibung des Standorts	Katastergebiet der Gemeinde Albrechtice, Chrášťany, Standort „Újezd“ und Standort „Chaty Pašovice“	Katastergebiet der Gemeinde Albrechtice, Chrášťany, Standort „Újezd“	Katastergebiet der Gemeinde Albrechtice, Chrášťany, Standort „Újezd“
Effektive Dosis	2,8E-07	1.5E-07	1.3E-07
Altersgruppe	Kind 0–5 Jahre	0–5 Jahre	0–5 Jahre
Kombinierte Auswirkungen von Emissionen in die Luft und Einleitungen in die Moldau (resultierende repräsentative Person)			
Standort (besiedelt) mit der höchsten effektiven Dosis [Sv] pro repräsentative Person			
Beschreibung des Standorts	Katastergebiet der Gemeinde Chrášťany, Všemyslice, Standort „Neznašov“	Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort „Zvěrkovice“, „Zadní kohout“	Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort „Zvěrkovice“, „Zadní kohout“
Effektive Dosis	3.0E-07	1.8E-07	1.6E-07
Altersgruppe	Fötus, Kind 0–5 Jahre	16+ Jahre	6–15 Jahre, 16+ Jahre

Aus der Tabelle Nr. 11 lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Der maximale Wert der effektiven Dosis einschließlich der effektiven Dosisbelastung pro repräsentativer Person infolge von Emissionen aus dem SMR ETE in die Atmosphäre beträgt **$1,8 \times 10^{-7}$ Sv**, und zwar im Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort „Zvěkovice“, Zadní kohout.
- Der Höchstwert der effektiven Dosis einschließlich der effektiven Dosisbelastung pro repräsentativer Person infolge der Emissionen aus der SMR ETE in die Hydrosphäre beträgt **$2,8 \times 10^{-7}$ Sv**, und zwar im Standort des Katastergebiets der Gemeinde Albrechtice, Chrášťany, Ortsteil „Újezd“ und Standort „Chaty Pašovice“.
- Der Höchstwert der effektiven Dosis einschließlich der effektiven Dosisbelastung für eine repräsentative Person infolge der Einleitungen aus der SMR ETE in die Luft und in Oberflächengewässer wurde auf **$3,0 \times 10^{-7}$ Sv pro Jahr** ($0,3 \mu\text{Sv/Jahr}$) berechnet. Dieser Wert wurde für den Standort „Neznašov“ im Katastergebiet der Gemeinde Všemyslice ermittelt. Im Vergleich zur angenommenen jährlichen effektiven Dosis aus der natürlichen Hintergrundstrahlung **5,93 mSv** macht der Beitrag der Hüllkurvenableitungen etwa **0,005 %** dieses Wertes aus.

Für die genannten drei Maximalwerte der effektiven Dosis und der effektiven Dosisbelastung lässt sich mit Hilfe eines konservativen Modells (jährliche Strahlenexposition $\cdot$ Aufenthaltsdauer) die gesamte Strahlenbelastung für verschiedene Aufenthaltsdauern im Untersuchungsgebiet und anschließend der Gesamtwert des gesundheitlichen Schadens berechnen (das Produkt aus der gesamten Strahlenbelastung und dem nominalen Risikokoeffizienten ($5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$), bezogen auf den Schaden durch stochastische Effekte bei Strahlenexposition mit geringer Dosisleistung).

Aufgrund der in den Tabellen 12 bis 14 angegebenen Werte lässt sich schließen, dass der Beitrag der untersuchten Quelle zur Strahlenbelastung der Bevölkerung gering ist. Das geschätzte Gesundheitsrisiko ist im Vergleich zu anderen Komponenten der Strahlenbelastung der Bevölkerung gering, wobei die Unsicherheiten der verwendeten Modellbewertung zu berücksichtigen sind.

Tab. 12 Kumulative Auswirkungen der Emissionen aus dem SMR ETE in die Atmosphäre auf die repräsentative Person.

Auswirkungen der Emissionen aus dem SMR ETE in die Atmosphäre auf die repräsentative Person			
Jährliche Strahlenbelastung [Sv]	Aufenthaltsdauer [Jahre]	Strahlenbelastung während der Aufenthaltsdauer [Sv]	Gesamtschaden für die Gesundheit
1,8E-07	1	1,80E-07	1,03E-08
	5	9,00E-07	5,13E-08
	10	1,80E-06	1,03E-07

	20	3,60E-06	2,05E-07
	30	5,40E-06	3,08E-07
	50	9,00E-06	5,13E-07
	70	1,26E-05	7,18E-07

Tab. 13 Kumulative Auswirkungen der Einleitungen aus dem SMR ETE in die Hydrosphäre auf die repräsentative Person.

Auswirkungen der Einleitungen aus dem SMR ETE in die Hydrosphäre auf die repräsentative Person			
Jährliche Strahlenbelastung [Sv]	Aufenthaltsdauer [Jahre]	Strahlenbelastung während der Aufenthaltsdauer [Sv]	Gesamtschaden für die Gesundheit
2,8E-07	1	2,80E-07	1,60E-08
	5	1,40E-06	7,98E-08
	10	2,80E-06	1,60E-07
	20	5,60E-06	3,19E-07
	30	8,40E-06	4,79E-07
	50	1,40E-05	7,98E-07
	70	1,96E-05	1,12E-06

Tab. 14 Gemeinsame Auswirkungen der Emissionen aus dem SMR ETE in die Atmosphäre und Hydrosphäre auf die repräsentative Person

Gemeinsame Auswirkungen der Emissionen aus dem SMR ETE in die Atmosphäre und Hydrosphäre auf die repräsentative Person			
Jährliche Strahlenbelastung [Sv]	Aufenthaltsdauer [Jahre]	Strahlenbelastung während der Aufenthaltsdauer [Sv]	Gesamte gesundheitliche Schädigung
3,0E-07	1	3,00E-07	1,71E-08
	5	1,50E-06	8,55E-08
	10	3,00E-06	1,71E-07
	20	6,00E-06	3,42E-07
	30	9,00E-06	5,13E-07

	50	1,50E-05	8,55E-07
	70	2,10E-05	1,20E-06

1.9 Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb der Blöcke ETE 1 und 2 sowie des Kernkraftwerks ETE

Am Standort Temelín werden derzeit zwei Blöcke vom Typ VVER 1000 V320 mit einer installierten elektrischen Leistung von $2 \times 1\,125\text{ MW}_e$ betrieben. Im Rahmen des Vorhabens zur Errichtung der Neuen Kernkraftanlage am Standort Temelín werden dort langfristig zwei weitere neue Blöcke der NJZ ETE mit einer elektrischen Leistung von bis zu $2 \times 1\,700\text{ MW}_e$ vorbereitet.

Im Rahmen der UVP-Unterlagen für die NJZ ETE wurden die Auswirkungen der 2 Blöcke ETE1,2 und der NJZ ETE auf die Bevölkerung und die Umwelt bewertet. Die NJZ ETE stellt im Sinne des ursprünglichen Konzepts ($4 \times 1000\text{ MW}_e$) eine Erweiterung des Kraftwerks um neue, moderne Blöcke dar.

Die radiologischen Auswirkungen von ETE1,2 und der NJZ ETE werden im Bericht – Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschließlich der Leistungsabführung zum Umspannwerk Kočín, Dokumentation der Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt (AMEC, 2010) analysiert.

Die Berechnung der radiologischen Auswirkungen (atmosphärisch) des Normalbetriebs von ETE1,2 (2 Blöcke) und des neuen Kernkraftwerks ETE ($2 \times 1700\text{ MW}_e$) wurde mit dem Programm NORMAL Version 02 durchgeführt, das von der Bewertungskommission Nr. 6 der Staatlichen Behörde für nukleare Sicherheit zur Verwendung zugelassen ist. Die Berechnungen der radiologischen Auswirkungen der NJZ ETE und des ETE1,2 erfolgten unter Einteilung der Umgebung des ETE-Standorts in 16 Richtungs- und 20 Entfernungszonen. Das Programm berücksichtigt die Höhen über dem Meeresspiegel, die Geländerauheit und die Bodenarten entsprechend der tatsächlichen Situation am Standort Temelín. Für die Berechnung und Bestimmung der Volumenaktivitäten am Boden, der Ablagerungen auf der Erdoberfläche und der Ablagerungsraten wurden konservative Annahmen zugrunde gelegt (AMEC, 2010).

In der Dokumentation der Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt (AMEC, 2010) wurden die radiologischen Auswirkungen (jährliche effektive Dosen und effektive Folgedosen) der Ableitungen von ETE1,2 in die Hydrosphäre mit Hilfe des Programms RDETE ermittelt. Das Programm umfasst die Ausbreitung radioaktiver Stoffe und ihrer Zerfallsprodukte in der aquatischen Umwelt, Abschätzungen der Auswirkungen des Badens in kontaminiertem Wasser, des Bootfahrens, Aufenthalte auf Sedimenten, Aufenthalte auf bewässerten Böden, die Aufnahme von Trinkwasser, den Verzehr von Fischen aus kontaminiertem Wasser, den Verzehr von Fleisch und Milch von Tieren, die mit kontaminiertem Wasser getränkt wurden, sowie den Verzehr von landwirtschaftlichen Erzeugnissen, die mit kontaminiertem Wasser bewässert wurden. Die betrachteten Expositionswege werden für alle Altersgruppen erwogen.

In der Dokumentation der Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt (AMEC, 2010) werden die jährlichen effektiven Dosen als Summe der jährlichen Dosis aus der radioaktiven Wolke, der jährlichen Dosis aus dem Depot im jeweiligen Jahr, des Anteils der effektiven Dosis durch Inhalation und Aufnahme sowie der effektiven Folgedosis durch Inhalation aus Resuspension angegeben.

In der Studie zu den radiologischen Auswirkungen der Einleitungen der NJZ ETE und ETE1,2 in die Atmosphäre wurden die Werte der jährlichen effektiven Dosen für die Bevölkerung ermittelt, wobei die maximale jährliche Dosis für die nordöstliche Richtung festgelegt wurde. In der Studie werden die berechneten Werte für diese Richtung als die ungünstigsten angegeben.

Die Werte der gesamten Effektivdosis und der effektiven Folgedosis über alle erwogenen Wege für die Strahlenbelastung der Bevölkerung wurden separat für die NJZ ETE (2 Blöcke 1 200/1 700 MW_e) und ETE1,2 (2 Blöcke) berechnet. Die berechneten Werte der effektiven Gesamtdosis und der effektiven Folgedosen für die Bevölkerung über alle berücksichtigten Strahlungswege sind in 6 Alterskategorien unterteilt:

- Babies 0–1 Jahr, Kinder 1–2 Jahre, Kinder 2–7 Jahre, Kinder 7–12 Jahre, Kinder 12–17 Jahre und Erwachsene.

Angesichts der in der Studie zu den radiologischen Auswirkungen des Normalbetriebs des SMR ETE festgelegten Entfernungen der Standorte von den Standorten **Kočín, Zvěrkovice und Lito-radlice** im Hinblick auf atmosphärische Ableitungen beträgt die relevante Entfernung 2 333 m und 3 333 m von ETE1,2.

Nach der Veröffentlichung der Novelle der Verordnung Nr. 422/2016 Sb. (SÚJB, 2026a) wurden im Bericht „Amentum DP29 – Überarbeitung der Studie DP17B unter Berücksichtigung der Novelle der Verordnung Nr. 422/2016 Sb.“ (Amentum Clean Energy, s. r. o., 2026) neue Werte für die jährliche effektive Dosis und die effektive Folgedosis durch atmosphärische Emissionen für die einzelnen Altersgruppen der Bevölkerung festgelegt. Die neu berechneten Werte der jährlichen effektiven Dosis sind im Vergleich zu den nach dem ursprünglichen Wortlaut der Verordnung festgelegten Werten niedriger. Bei der Bewertung der kumulativen Auswirkungen der Beiträge der Blöcke ETE 1, 2 und der neuen Kernkraftanlage ETE wurden jedoch aus konservativen Gründen die Werte der jährlichen effektiven Dosis beibehalten, die in den UVP-Unterlagen für die neue Kernkraftquelle am Standort Temelín verwendet wurden (AMEC, 2010). Eine Aktualisierung gemäß der Novelle der Verordnung Nr. 422/2016 Sb. wurde daher nicht vorgenommen. Wären die sich aus der Novelle der Verordnung ergebenden Umrechnungskoeffizienten auf die Werte der jährlichen effektiven Dosis für ETE 1,2 und das neue Kernkraftwerk ETE angewendet worden, würden sich die resultierenden Werte um etwa 6 % verringern.

Tab. 15 Summe der jährlichen effektiven Dosen und der effektiven Folgedosen über alle berücksichtigten Übertragungswege der effektiven Dosen der einzelnen Altersgruppen aus dem ein Jahr dauernden Betrieb der Blöcke ETE1,2 und der NJZ ETE (2× 1 700 MW_e) für ausgewählte relevante Entfernungen von den Emissionsquellen in die Atmosphäre.

Entfernung	Gesamt-Jahres-Effektivdosis und effektive Folgedosis über alle berücksichtigten Einwirkungswege					
	Babies 0 bis 1 Jahr	Kinder 1 bis 2 Jahre	Kinder 2 bis 7 Jahre	Kinder 7 bis 12 Jahre	Kinder 12 bis 17 Jahre	Erwachsene
[m]	[Sv/Jahr]	[Sv/Jahr]	[Sv/Jahr]	[Sv/Jahr]	[Sv/Jahr]	[Sv/Jahr]
2333	1,00E-06	1,35E-06	1,11E-06	1,07E-06	1,03E-06	1,03E-06
3333	6,31E-07	8,85E-07	7,10E-07	6,77E-07	6,48E-07	6,47E-07

Gemäß dem Konzept der NJZ ETE sollen 2 neue Blöcke nordwestlich des bestehenden Geländes von ETE 1 und 2 errichtet werden. Dadurch vergrößert sich der Abstand der Gemeinde Litoradlice zur NJZ ETE auf 4,3 km; für die weitere Analyse wird jedoch konservativ weiterhin ein Abstand von 3,3 km zugrunde gelegt.

Das Volumen der eingeleiteten aktiven Abwässer von ETE 1, 2 wird mit der gesamten Menge an nicht aktiven Abwässern aus dem Kraftwerk ETE 1,2, vor allem durch das Kondensat aus den Kühltürmen, verdünnt. Anschließend werden die Abwässer in den Vorfluter (Moldau, Profil Kořensko) eingeleitet. Der durchschnittliche Durchfluss der Moldau am Einleitungsprofil des Abwassers aus ETE1,2 und der geplanten NJZ ETE wurde in den UVP-Unterlagen für die NJZ ETE mit 50 m³/s angenommen.

Die Werte in der folgenden Tabelle wurden um einen proportionalen Koeffizienten für den Anstieg der jährlichen effektiven Dosen für die einzelnen Altersgruppen angepasst, basierend auf der Änderung, die sich aus der Verordnung Nr. 13/2026 Sb. als Novelle der Verordnung Nr. 422/2016 Sb. ergibt. Da die Werte der jährlichen effektiven Dosen für ETE1,2 und NJZ ETE nach der Aktualisierung der Verordnung Nr. 13/2026 Sb. nicht direkt bekannt sind, wurden die relativen Koeffizienten der jährlichen effektiven Dosen anhand der Daten für SMR ETE auf der Grundlage der Aktualisierung des Amentum-Berichts DP29 ermittelt – Überarbeitung der Studie DP17B unter Berücksichtigung der Novelle der Verordnung Nr. 422/2016 Sb. (SUJB, 2026a). Die Werte der jährlichen effektiven Dosen und der effektiven Folgedosis aus flüssigen Ableitungen der SMR fallen derzeit höher als bei Anwendung der Umrechnungsfaktoren gemäß dem ursprünglichen Wortlaut der Verordnung Nr. 422/2016 Sb. Aus. Daher wurde der proportionale Erhöhungskoeffizient konservativ auch auf die RED-Werte für ETE1,2 und NJZ ETE angewendet.

Tab. 16 Jährliche effektive Dosis und effektive Folgedosis über alle berücksichtigten Wege aus der Wassernutzung von den Einleitungen in die Hydrosphäre von ETE1,2 und NJZ ETE.

Altersgruppe [Jahre]	Gesamt-Jahres-Effectivdosis und effektive Folgedosis über alle berücksichtigten Wege von den Betriebsableitungen in die Hydrosphäre der 2 Blöcke ETE1,2 (2 × 1 000 MW _e) [Sv/Jahr]	Gesamt-Jahres-Effectivdosis und effektive Folgedosis über alle berücksichtigten Wege von den Auslegungswerten der Ableitungen in die Hydrosphäre der 2 Blöcke des Kernkraftwerks ETE (2 × 1 700 MW _e) [Sv/Jahr]	Summe der jährlichen effektiven Gesamtdosis und der effektiven Folgedosen über alle berücksichtigten Wege von den Ableitungen in die Hydrosphäre von ETE1,2 (2 × 1 000 MW _e) und der NJZ ETE (2 × 1 700 MW _e) [Sv/Jahr]
0–1	1,03E-06	2,71E-06	3,74E-06
1–2	8,17E-07	2,24E-06	3,05E-06
2–7	9,30E-07	2,49E-06	3,42E-06
7–12	5,71E-07	1,59E-06	2,16E-06
12–17	4,66E-07	1,38E-06	1,85E-06
Erwachsene	6,03E-07	1,84E-06	2,45E-06

1.10 Risiko einer Strahlenbelastung durch gefüllte Hüllkurven-Komplexe SVJP nach der Erweiterung

Am Standort Temelín wird derzeit eine Erweiterung der Kapazität des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente (SVJP) von 96 auf 152 Hüllkurven-Komplexe vorbereitet.

Im Rahmen der Erstellung der UVP-Unterlagen für die Erweiterung des SVJP wurde die Strahlenbelastung durch Gamma- und Neutronenstrahlung von den gefüllten Behälteranlagen im SVJP nach der Erweiterung bewertet (Podzimek, červen 2024).

Die maximalen erwarteten Werte der Dosisäquivalentleistungen in einem Abstand von 2 m von der Hülle der Behälteranlagen OS ŠKODA 1000/19, die in die Modellberechnung übernommen wurden, sind in Tabelle Nr. 11 angegeben.

Tab. 17 Die maximalen erwarteten Werte der Dosisäquivalentleistungen in einem Abstand von 2 m von der Hülle der Behälteranlagen OS ŠKODA 1000/19, die in die Modellberechnung übernommen wurden.

	Neutronen	Gamma-Strahlung	Summe
	[$\mu\text{Sv/h}$]	[$\mu\text{Sv/h}$]	[$\mu\text{Sv/h}$]
2 m vom mittleren Teil der Hülle entfernt	61,4	33,0	94,4

Für ein konservatives Zielszenario wurde die räumliche Dosisäquivalentleistung (PDE) im freien Raum + Gebäudeabschirmung für 38 Hüllkurven-Komplexe (OS) ermittelt, die in der ersten Reihe entlang der Lagerwand angeordnet sind. Ausgewertet wurde die Auswirkung auf die unmittelbare Umgebung und das nächstgelegene dauerhaft bewohnte Gebiet, Gemeinde Temelín, Ortsteil Kočín, in einer Entfernung von etwa 1 600 m vom Endlager. Die Ergebnisse sind in Tabelle 18 aufgeführt.

Tab. 18 Raumdosisäquivalent-Leistungen im freien Raum + Abschirmung durch das SVJP-Gebäude für 38 OS – konservatives Zielszenario.

	PDE [Sv/h] in 2 m	Anzahl der OS	Räumliche Dosisäquivalentleistung im freien Raum unter Berücksichtigung der Abschirmung durch das Gebäude [nSv/h]				
			Entfernung von OS [m]				
			2	7	100	1 000	1 600
Gammastrahlung	3,30E-05	38	1,96E+04	1,60E+03	7,84E+00	7,84E-02	3,06E-02
Neutronen	6,14E-05	38	2,30E+04	1,87E+03	9,19E+00	9,19E-02	3,59E-02
Gammastrahlung + Neutronen	9,44E-05	38	4,26E+04	3,47E+03	1,70E+01	1,70E-01	6,65E-02
Anteil der PDE durch Neutronen an der gesamten PDE	65,0 %		54,0 %	54,0 %	54,0 %	54,0 %	54,0 %

Aus der Tabelle lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Bei einem konservativen Zielszenario, bei dem eine maximale Anzahl von 38 OS in der ersten Reihe berücksichtigt wurde, wird der Beitrag zur bestehenden Strahlenbelastung am Ort der nächstgelegenen Siedlung, d. h. in der Gemeinde Temelín (Teilort Kočín),

durch **das jährliche räumliche Dosisäquivalent**, das durch das SVJP nach der Erweiterung verursacht wird, $5,83 \times 10^{-7} \text{ Sv}$ (**0,583 μSv**) betragen, was nur einen kleinen Bruchteil der radiologischen Belastung durch den natürlichen Hintergrund darstellt, die an diesem Standort etwa **5,65 mSv** pro Jahr erreicht (Podzimek, červen 2024).

- Gleichzeitig entspricht das bei einem einjährigen Aufenthalt in der Gemeinde Kočín erwartete jährliche räumliche Dosisäquivalent, das durch das SVJP nach der Erweiterung verursacht wird, **583 nSv** entspricht **0,058 %** des jährlichen Grenzwerts für die effektive Dosis für die Bevölkerung.

Zum 31. Dezember 2025 waren im SVJP 48 CASTOR-1000/19-Hüllkurven-Komplexe mit 912 Brennelementen gelagert, 5 Behältertypen ŠKODA 1000/19 mit 95 Brennelementen und 22 Behältertypen ŠKODA 1000/19M mit 418 Brennelementen gelagert.

1.11 Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE

Bei der Analyse der gemeinsamen Auswirkungen von ETE1,2, SVJP ETE (nach der künftig geplanten Erweiterung) sowie der Vorhaben der NJZ ETE und des SMR ETE wurde das **Untersuchungsgebiet** für Emissionen in die Atmosphäre festgelegt, das die Gemeinden **Kočín, Zvěrkovice und Litoradlice** umfasst. Die Auswirkungen des SVJP ETE werden durch die räumlichen Dosisäquivalentleistungen im Freien gemäß dem Bericht (Podzimek, červen 2024) charakterisiert.

Die kumulative Bewertung erfolgt für den Hüllkurven-Fall der NJZ ETE mit einer Leistung von $2 \times 1\,700 \text{ MW}_e$, dessen Auswirkungen insgesamt die der Leistungsalternative $2 \times 1\,200 \text{ MW}_e$ übersteigen. Für die Daten zu den effektiven Dosen aus ETE1,2 und NJZ ETE wurde konservativ ein Wert für Entfernungen von 2 333 m und 3 333 m bei Emissionen in die Atmosphäre angenommen. Für die Hydrosphäre wurde der Standort **Neznašov** gewählt, **der Újezd und Chaty Pašovice umfasst**.

Repräsentative Daten zu den maximalen jährlichen effektiven Dosen aus den atmosphärischen Ableitungen von ETE1,2 und NJZ ETE wurden **in nordöstlicher Richtung** ermittelt. Die Einleitungen in die Hydrosphäre aus allen untersuchten Kraftwerken münden in die Moldau – Profil Kořensko. Innerhalb des für die atmosphärischen Ableitungen ausgewählten Untersuchungsgebiets liegt die Gemeinde **Kočín südsüdwestlich von ETE1,2, Litoradlice liegt ostostsüdlich von ETE1,2 und Zvěrkovice liegt nordöstlich von ETE1,2**. Aufgrund der Lage der Gemeinden werden die tatsächlichen Beiträge der jährlichen effektiven Dosen von ETE1,2 und NJZ ETE an diesen Standorten geringer sein (für Zvěrkovice höchstens gleich) als die konservativ gewählten Daten für die Richtung Nordosten in der UVP-Dokumentation für die NJZ ETE (AMEC, 2010).

In der Studie zu den radiologischen Auswirkungen von SMR ETE wurden die Parameter – **trockenes, durchschnittliches und nasses Jahr** (Abmerit – nuclear and space, 2026) berücksichtigt.

Bei der Bestimmung des Einflusses der einzelnen Kraftwerke wurden verschiedene Altersgruppen repräsentativer Personen ausgewählt, entsprechend den damals und heute geltenden

Rechtsvorschriften. Daher wurde beim Vergleich der Werte die Überschneidung der jeweiligen Altersgruppen überwacht, und konservativ wurde der höchste Wert der jährlichen effektiven Dosis aus den Ableitungen von ETE1,2 und der NJZ ETE gewählt. Anschließend wurden der Beitrag des SMR ETE sowie die Beiträge von ETE1,2 und NJZ ETE ermittelt. Zur Bewertung der kumulativen Auswirkungen des SMR ETE wird die Summe der Werte der jährlichen effektiven Dosis von ETE1,2 und NJZ ETE als Hintergrundwert zur Strahlenbelastung der Bevölkerung betrachtet.

Die Beiträge **der jährlichen effektiven Dosis und der effektiven Folgedosis** über alle berücksichtigten Übertragungswege **aus den atmosphärischen Emissionen der SMR ETE sind deutlich geringer als die von ETE1,2 + NJZ ETE** für alle untersuchten Szenarien. Bei einer angenommenen Höhe des Lüftungskamins des SMR ETE von 56 m beträgt der maximale Anteil der jährlichen effektiven Dosis einer repräsentativen Person aus den atmosphärischen Emissionen des Standorts ETE höchstens 18 %.

Was den Beitrag der jährlichen effektiven Dosis aus der Atmosphäre pro 1 MW_e installierter Leistung betrifft, liegt SMR ETE bei etwa 73 % von ETE1,2 und NJZ ETE.

Der Beitrag **der jährlichen effektiven Dosis aus hydrosphärischen Ableitungen** ist für SMR ETE etwa 12-mal geringer als der gemeinsame Beitrag von ETE1,2 und NJZ ETE. In der Studie zu den radiologischen Auswirkungen des Normalbetriebs des SMR ETE wurden Werte für die jährliche effektive Dosis für das trockene Jahr 2018, das durchschnittliche Jahr 2023 und das nasse Jahr 2024 ermittelt. Für ETE1,2 und die NJZ ETE wurden jedoch Werte nur für ein durchschnittliches Jahr mit einem Durchfluss der Moldau von 50 m³/s ermittelt. Daher wurde die kumulative jährliche effektive Dosis nur für das durchschnittliche Jahr 2023 bestimmt.

Tab. 19 Vergleich der jährlichen individuellen effektiven Dosen aus den hydrosphärischen Ableitungen von SMR ETE und ETE1,2 + NJZ ETE.

Emissionen in die Hydrosphäre	SMR ETE	ETE1,2 + NJZ ETE
Berechneter durchschnittlicher jährlicher Durchfluss der Moldau – Kořensko [m ³ /s]	47,4	50
Altersgruppe [Jahre]	0–5, Fötus	0–1
Gesamt-Jahres-Effektivdosis und effektive Folgedosis über alle berücksichtigten Einwirkungswege [Sv/Jahr]	1,48E-07 (1,09E-07)	3,74E-06

Die gesamten jährlichen effektiven Dosen und die effektiven Folgedosen über alle berücksichtigten Strahlungswege durch die hydrosphärischen Ableitungen von SMR ETE liegen maximal bei 5

% des Beitrags der hydrosphärischen Ableitungen vom Standort ETE, bestehend aus ETE1,2 und NJZ ETE.

Zur Ermittlung der kumulativen maximalen jährlichen effektiven Dosen pro repräsentative Person wurden die maximalen Werte der Strahlenbelastung der Bevölkerung durch die einzelnen Kraftwerke addiert. In der Realität werden diese Werte kleiner sein (für Zvěrkovice höchstens gleich), da die maximale Strahlungsauswirkung von ETE1,2 und NJZ ETE in Richtung Nordosten (Zvěrkovice) bestimmt ist. Die Standorte Kočín (S–SW) und Litoradlice (O–SO), an denen die höchsten Dosen aus atmosphärischen Emissionen der SMR auftreten, liegen in anderen Richtungen. Tatsächlich werden auch die Dosen in Zvěrkovice niedriger ausfallen, da sowohl für ETE1,2 als auch für die geplante NJZ ETE, die weiter entfernt liegen wird, ein konservativer Abstand berücksichtigt wurde.

Tab. 20 Kumulative maximale jährliche effektive Dosen einer repräsentativen Person durch ETE1,2, die geplante NJZ ETE und den SMR ETE.

Szenario	Standort, Altersgruppe der repräsentativen Personen	Maximale kumulative jährliche effektive Dosis (ETE1,2, NJZ ETE, SMR ETE) [Sv/Jahr]
Szenarien der Strahlenbelastung durch atmosphärische Freisetzungen		
Szenario 2a, VK 56 m, trockenes Jahr 2018	Kočín, Kinder 0–5 Jahre	1,47E-06
Szenario 4a, VK 56 m, durchschnittliches Jahr 2023	Zvěrkovice, Kinder 0–5 Jahre	1,05E-06
Szenario 6a, VK 56 m, nasses Jahr 2024	Zvěrkovice, Kinder 0–5 Jahre	1,03E-06
Szenarien zur Strahlenbelastung durch Einleitungen in die Hydrosphäre		
Szenario 1 h, durchschnittliches Jahr 2023	Újezd und Chaty Pašovice, Fötus/Kinder 0–5 Jahre	3,89E-06

Was die **atmosphärischen Ableitungen** betrifft, beträgt die **maximale kumulative jährliche effektive Dosis einschließlich der effektiven Folgedosis** einer repräsentativen Person in der Umgebung des ETE-Standorts maximal **1,47 µSv/Jahr**, bei einer Höhe des Lüftungskamins von SMR ETE von 56 m. Unter Berücksichtigung des Beitrags der räumlichen Dosisäquivalentleistung

aufgrund der Strahlung aus dem erweiterten SVJP handelt es sich um Werte von maximal **2,05 $\mu\text{Sv/Jahr}$** , am Standort Kočín.

Im Hinblick auf die kumulativen Dosen der repräsentativen Person durch **Emissionen in die Hydrosphäre** liegt die maximale jährliche kumulative effektive Dosis der repräsentativen Person einschließlich der effektiven Folgedosis bei **3,89 $\mu\text{Sv/Jahr}$** , wenn man den durchschnittlichen Durchfluss in dem Fluss Moldau am Standort Újezd und Chaty Pašovice berücksichtigt.

Aufgrund des Aufenthaltsorts der repräsentativen Person macht sich der Beitrag des SVJP bei ihr nicht bemerkbar.

Zur Berechnung der Gesamtstrahlenbelastung und des gesamten Gesundheitsschadens verwenden wir folgende Eingabedaten:

- Der maximale Wert der effektiven Dosis einschließlich der effektiven Folgedosis pro repräsentative Person als Folge der **Hüllkurven-Emissionen von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in die Atmosphäre beträgt $1,47 \times 10^{-6} \text{ Sv/Jahr}$** , und zwar am Standort Kočín. Am Standort Kočín gilt zudem die räumliche Dosisäquivalentleistung, die nach der Erweiterung des SVJP an diesem Standort Werte von bis zu **$5,81 \times 10^{-7} \text{ Sv/Jahr}$** erreichen kann. Die Gesamtstrahlenbelastung am Standort Kočín durch die kumulative Einwirkung aller Kernkraftanlagen am Standort Temelín könnte somit Werte von bis zu **$2,05 \times 10^{-6} \text{ Sv/Jahr}$** erreichen.
- Der Maximalwert der effektiven Dosis einschließlich der effektiven Folgedosis pro repräsentative Person als Folge der **Hüllkurven-Emissionen von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in die Hydrosphäre beträgt $3,89 \times 10^{-6} \text{ Sv/Jahr}$** , und zwar an Standorten Orten Újezd und Chaty Pašovice.
- Am Standort **Pašovice** beträgt der jährliche Beitrag der effektiven Dosis und der effektiven Folgedosis von der Emission in die Atmosphäre von **ETE1,2 $1,25 \times 10^{-7} \text{ Sv/Jahr}$** (AMEC, 2010).
- Am Standort **Pašovice** beträgt der jährliche Beitrag der effektiven Dosis und der effektiven Folgedosis von der Emission in die Atmosphäre von **NJZ ETE $2,95 \times 10^{-7} \text{ Sv/Jahr}$** (AMEC, 2010).
- Am Standort **Pašovice** beträgt der jährliche Beitrag der effektiven Dosis und der effektiven Folgedosis von der Emission in die Atmosphäre von **SMR ETE $1,6 \times 10^{-8} \text{ Sv/Jahr}$**
- Der Maximalwert der effektiven Dosis einschließlich der Folgedosis pro repräsentative Person als Folge der **Hüllkurven-Emissionen von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in die Hydrosphäre und Atmosphäre beträgt $4,33 \times 10^{-6} \text{ Sv/Jahr}$** .

Tab. 21 Auswirkungen der Emissionen aus dem Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE in die Atmosphäre auf die repräsentative Person.

Auswirkungen der Emissionen aus dem Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE in die Atmosphäre auf eine repräsentative Person am Standort Kočín			
Jährliche Strahlenbelastung [Sv/Jahr]	Aufenthaltsdauer [Jahre]	Strahlenbelastung während der Aufenthaltsdauer [Sv]	Gesamtschaden für die Gesundheit
2,05E-06	1	2,05E-06	1,17E-07
	5	1,03E-05	5,84E-07
	10	2,05E-05	1,17E-06
	20	4,10E-05	2,34E-06
	30	6,15E-05	3,51E-06
	50	1,03E-04	5,84E-06
	70	1,44E-04	8,18E-06

Tab. 22 Auswirkungen der Emissionen aus dem Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE in die Hydrosphäre auf die repräsentative Person.

Auswirkungen der Emissionen aus dem Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE in die Hydrosphäre auf die repräsentative Person am Standort Pašovice			
Jährliche Strahlenbelastung [Sv/Jahr]	Aufenthaltsdauer [Jahre]	Strahlenbelastung während der Aufenthaltsdauer [Sv]	Gesamtschaden für die Gesundheit
3,89E-06	1	3,89E-06	2,22E-07
	5	1,95E-05	1,11E-06
	10	3,89E-05	2,22E-06
	20	7,78E-05	4,43E-06
	30	1,17E-04	6,65E-06
	50	1,95E-04	1,11E-05
	70	2,72E-04	1,55E-05

Tab. 23 Gemeinsame Auswirkungen der Emissionen aus dem Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE in die Atmosphäre und die Hydrosphäre auf die repräsentative Person.

Gemeinsame Auswirkungen der Emissionen aus dem Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE in die Atmosphäre und Hydrosphäre auf die repräsentative Person am Standort – Pašovice			
Jährliche Strahlenbelastung [Sv]	Aufenthaltsdauer [Jahre]	Strahlenbelastung während der Aufenthaltsdauer [Sv]	Gesamtschaden für die Gesundheit
4,33E-06	1	4,33E-06	2,47E-07
	5	2,17E-05	1,23E-06
	10	4,33E-05	2,47E-06
	20	8,66E-05	4,94E-06
	30	1,30E-04	7,40E-06
	50	2,17E-04	1,23E-05
	70	3,03E-04	1,73E-05

Diese Werte der jährlichen effektiven Dosen liegen sowohl einzeln als auch in ihrer Summe deutlich unter dem in § 82 des Atomgesetzes (Gesetz Nr. 263/2016 Sb., in der jeweils gültigen Fassung) festgelegten Dosisoptimierungsgrenzwert, der für eine repräsentative Person 250 μSv pro Jahr beträgt. Bei kerntechnischen Anlagen gilt dieser Wert pauschal für alle kerntechnischen Anlagen in dem jeweiligen Gebiet, in dem eine kerntechnische Anlage errichtet werden soll, wobei für Emissionen in die Luft ein Wert von 200 μSv pro Jahr und für Emissionen in Oberflächengewässer ein Wert von 50 μSv pro Jahr festgelegt ist. Die berechnete maximale effektive Jahresdosis von 0,3 μSv pro Jahr entspricht etwa 0,12 % des Gesamtgrenzwerts für die Dosisoptimierung von 250 μSv pro Jahr. Bei der Bewertung von Emissionen in die Atmosphäre entspricht dieser Wert etwa 0,15 % des entsprechenden Dosisoptimierungsgrenzwerts von 200 μSv pro Jahr.

Die Bewertung der Strahlenbelastung durch das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente erfolgt separat und ist nicht in der Bewertung des Dosisoptimierungsgrenzwerts für Ableitungen enthalten.

Die Berechnung der Strahlenbelastung während der Aufenthaltsdauer und damit auch des Gesundheitsrisikos erfolgte sehr konservativ, da:

- die höchste ermittelte Dosis für die jeweilige Altersgruppe so berücksichtigt wurde, als sie über den gesamten Zeitraum wirken würde, unabhängig vom tatsächlichen Alter der repräsentativen Person und dessen Veränderung im Laufe der Zeit,

- die Richtungsabhängigkeit bei der Wechselwirkung der atmosphärischen Emissionen von ETE1,2 und NJZ ETE nicht berücksichtigt wurde und der höchste ermittelte Wert in einer bestimmten Entfernung zugrunde gelegt wurde,
- das SVJP wurde als maximal ausgelastet angenommen, d. h. 38 OS in der äußersten Reihe, was für den angegebenen Berechnungszeitraum nicht zutrifft.
- Der gesamte nominale Risikokoeffizient für den Gesamtschaden $5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ ist ein Bevölkerungsdurchschnitt, der alle Altersgruppen, einschließlich Kinder, umfasst. Der Wert für Erwachsene $4,2 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ ist niedriger, da bei der erwachsenen Bevölkerung das lebenslange Risiko stochastischer Effekte bei gleicher Dosis geringer ist.
- Bei der Berechnung des lebenslangen Risikos für Gesundheitsschäden wurde derselbe Berechnungsalgorithmus (DDREF = 1) wie im Bericht (Kotulán, 2010) verwendet, um die Ergebnisse vergleichen zu können.
- Fraktionierte oder lang andauernde Dosen sind jedoch mit einem geringeren Risiko verbunden, was darauf hindeutet, dass dosisspezifische Schätzungen, die auf hohen Dosen bei akuter Exposition basieren, durch den Dosis- und Dosisleistungs-Effektivitätsfaktor (DDREF) bei Anwendungen mit niedrigen kontinuierlichen oder fraktionierten Dosen dividiert werden sollten.
- Der Dosis- und Dosisleistungs-Effektivitätsfaktor (Dose and dose-rate effectiveness factor – DDREF) ist ein geschätzter Faktor, der im Allgemeinen die üblicherweise geringere biologische Wirksamkeit (pro Doseinheit) bei Bestrahlung mit niedrigen Dosen und niedrigen Dosisleistungen im Vergleich zur Bestrahlung mit hohen Dosen und hohen Dosisleistungen charakterisiert.
- Der Wert DDREF = 2 ist im Allgemeinen mit den Daten aus Tierstudien kompatibel; trotz aller Unsicherheiten empfiehlt die ICRP-Kommission, dass DDREF = 2 weiterhin für Strahlenschutz Zwecke verwendet wird (ICRP 103, 2009).
- Bei Verwendung des Faktors DDREF = 2 halbiert sich der Wert des gesamten gesundheitlichen Schadens.

Das Gesundheitsrisiko wird als **völlig vernachlässigbar** angesehen, insbesondere im Vergleich zu anderen Faktoren, die die Gesundheit der Bevölkerung beeinflussen (z. B. Luftqualität, Lebensstil).

1.12 Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in den Grenzgebieten

Für die kumulative Belastung in Österreich wurde eine repräsentative Person **am Standort Rottal** in der Altersgruppe 6–15 Jahre festgelegt.

Die maximale effektive Jahresdosis aus den Ableitungen SMR ETE, ETE1,2 und NJZ ETE für diese repräsentative Person überschreitet **50 nSv** nicht. Der Beitrag des SMR ETE zu diesem Wert beträgt weniger als 10 %.

Für die kumulative Auswirkung auf Deutschland wurde eine repräsentative Person **am Standort Schnellenzipf** in der Altersgruppe von 6–15 Jahren festgelegt.

Die maximale jährliche effektive Dosis aus den Ableitungen SMR ETE, ETE1,2 und NJZ ETE wird für diese repräsentative Person **65 nSv** nicht überschreiten. Der Anteil des SMR ETE an diesem Wert beträgt weniger als 5 %.

Die jährlichen effektiven Dosen für Deutschland sind höher aufgrund der Dosen aus ETE1,2 und NJZ ETE, die auf der Grundlage älterer Wetterdaten ermittelt wurden, als die Windrichtung und der meteorologische Einfluss auf Deutschland noch bedeutender waren. (Amentum Clean Energy s.r.o, 2026)

Aufgrund der Entfernung trägt das SVJP nicht zur Bestrahlung der Person an diesem Standort bei.

Tab. 24 Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in den Grenzgebieten Österreichs.

Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in den Grenzgebieten Österreichs			
Jährliche Strahlenbelastung [Sv/Jahr]	Aufenthaltsdauer [Jahre]	Strahlenbelastung während der Aufenthaltsdauer [Sv]	Gesamtschaden für die Gesundheit
5,00E-08	1	5,00E-08	2,85E-09
	5	2,50E-07	1,43E-08
	10	5,00E-07	2,85E-08
	20	1,00E-06	5,70E-08
	30	1,50E-06	8,55E-08
	50	2,50E-06	1,43E-07
	70	3,50E-06	2,00E-07

Das Gesundheitsrisiko wird als **völlig vernachlässigbar** angesehen, insbesondere im Vergleich zu anderen Faktoren, die die Gesundheit der Bevölkerung beeinflussen (z. B. Luftqualität, Lebensstil).

Tab. 25 Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in den Grenzgebieten Deutschlands.

Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in den Grenzgebieten der Bundesrepublik Deutschland			
Jährliche Strahlenbelastung [Sv/Jahr]	Aufenthaltsdauer [Jahre]	Strahlenbelastung während der Aufenthaltsdauer [Sv]	Gesamtschaden für die Gesundheit
6,50E-08	1	6,50E-08	3,71E-09
	5	3,25E-07	1,85E-08
	10	6,50E-07	3,71E-08
	20	1,30E-06	7,41E-08
	30	1,95E-06	1,11E-07
	50	3,25E-06	1,85E-07
	70	4,55E-06	2,59E-07

Das Gesundheitsrisiko wird als **völlig vernachlässigbar** angesehen, insbesondere im Vergleich zu anderen Faktoren, die die Gesundheit der Bevölkerung beeinflussen (z. B. Luftqualität, Lebensstil).

1.13 Fazit

Im Rahmen der Bewertung der geplanten Expositionssituation im Normalbetrieb des SMR ETE wurden die maximalen jährlichen effektiven Dosen für eine repräsentative Person ermittelt, die durch atmosphärische und flüssige Ableitungen radioaktiver Stoffe verursacht werden. Gleichzeitig wurden die dominierenden Expositionspfade und die Radionuklide identifiziert, die am stärksten zur jährlichen Effektivdosis beitragen. Diese Bewertung beschränkt sich auf die Strahleneinwirkungen des normalen Betriebs der Anlage und umfasst weder die potenzielle Strahlenbelastung bei Strahlungsnotfällen noch die Notfallvorsorge noch die Bewertung nichtstrahlungsbedingter Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung. Diese Bereiche werden separat in den entsprechenden Abschnitten der Dokumentation und den damit verbundenen Sicherheitsanalysen behandelt.

Im Anschluss an die Analyse für den SMR ETE wurde die radiologische Auswirkung durch den SMR ETE mit der durch ETE1,2 und NJZ ETE verglichen. Der Vergleich hat gezeigt, dass die jährlichen effektiven Dosen aus den atmosphärischen Hüllkurven-Emission des SMR ETE im Allgemeinen **deutlich niedriger** sind als die summierten jährlichen effektiven Dosen von ETE1,2 und NJZ ETE. Aus der Bewertung der radiologischen Auswirkungen des SMR ETE durch Freisetzungen in die Hydrosphäre wurden die Hauptstrahlungswege für die effektive Folgedosis aus der Aufnahme von Lebensmitteln und Trinkwasser ermittelt. Bei den Einleitungen in die Hydrosphäre lagen die jährlichen effektiven Dosen bei **4 %** des Gesamtbeitrags des Standorts ETE.

Die Werte der jährlichen effektiven Dosis einer repräsentativen Person durch hydrosphärische Freisetzungen von SMR ETE liegen für ein durchschnittliches Jahr im Bereich von **0,1 µSv/Jahr**.

Die Werte des Beitrags der atmosphärischen und hydrosphärischen Ableitungen von SRM ETE für die Strahlenbelastung der Bevölkerung liegen bei bis zu **0,30 µSv/Jahr**.

Die konservativ geschätzten kumulativen Beiträge aus den atmosphärischen Ableitungen von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE erreichen Höchstwerte in Höhe von **1,47 µSv/Jahr** (VK SMR ETE 150 m) und **1,47 µSv/Jahr** (VK SMR ETE 56 m). Von den genannten Dosen entfallen maximal **18 %** auf den SMR ETE. Unter Berücksichtigung des Beitrags der räumlichen Dosisäquivalentleistung aufgrund der Strahlung aus dem erweiterten SVJP handelt es sich um Werte von maximal **2,05 µSv/Jahr**.

Die konservativ geschätzten kumulativen Beiträge von den hydrosphärischen Ableitungen von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE erreichen in durchschnittlichen Jahren die Höchstwerte in Höhe von **3,89 µSv/Jahr**.

Der Maximalwert der effektiven Dosis einschließlich der Folgedosis pro repräsentative Person als Folge der **Hüllkurven-Emissionen von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in die Hydrosphäre und Atmosphäre beträgt $4,33 \times 10^{-6}$ Sv/Jahr**.

Der Maximalwert wird am Standort Pašovice erreicht und wird vor allem durch die Emissionen in die Hydrosphäre aus NJZ ETE und ETE1,2 bestimmt.

Diese kumulativen **Beiträge liegen deutlich unter dem im Atomgesetz (Gesetz Nr. 50 Sb., in der jeweils gültigen Fassung) festgelegten Grenzwert für die Dosisoptimierung**, für Ableitungen in die Hydrosphäre (**50 µSv/Jahr**) und in die Atmosphäre (**200 µSv/Jahr**) für alle Kernkraftanlagen am Standort Temelín.

1.14 Literatur

- Abmerit – nuclear and space. (červen 2026). .: DP29 – REVIZE STUDIE DP17 SE ZOHLEDNĚNÍM NOVELY V422. V *Abmerit/2026/Amentum/02*. Trnava: ABmerit, s.r.o.
- AMEC. (2010). Nový jaderný zdroj v lokalitě Temelín včetně vyvedení výkonu do rozvodny Kočín, Dokumentace vlivů záměru na životní prostředí. *Květen 2010*.
- Amentum Clean Energy s.r.o. (2026). DP17B – Kumulativní vliv normálního provozu SMR ETE, ETE1,2 a NJZ ETE na ozáření obyvatelstva, rev.1. *SMR ETE – Dokumentace EIA*.
- Cinelli, G. D. (2019). European Atlas of Natural Radiation,. Luxembourg,.
- Česko. (2016). *Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon*. Praha: Sbírka zákonů České republiky.
- Česko. (2016a). *Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje - Vyhláška 422/2016*. Praha: Sbírka zákonů České republiky.
- Česko. (2025). *Zákon č. 83/2025 Sb., kterým se mění zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů. V Sbírka zákonů: částka 83/2025 – datum zveřejnění ve Sbírce (27. 3. 2025)*. Česká republika: Platnost/účinnost: nabyl platnosti 27. 3. 2025, účinnost od 1. 7. 2025.
- ČGS. (2016). *Geologická mapa České republiky 1:500 000*. Praha: ČGS.
- ČGS. (2023). *mapy.geology.cz/radon/*. Načteno z <https://mapy.geology.cz/radon/>
- ICRP 103. (2009). ICRP Publikace 103: 2007 Doporučení Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu, český překlad ICRP Publication 103: 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,. Praha.
- ICRP. (1991). Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *ICRP Publication 60*.
- Kotulán, J. (2010). Nový jaderný zdroj elektrárny Temelín - Hodnocení vlivů na veřejné zdraví. *ARTECH spol. s r.o.*
- Petrová, K. (05. 03 2021). *Hodnocení lékařského ozáření*. Získáno 16. 12 2021, z SUJB: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/lekarske-ozareni/hodnoceni-lekarskeho-ozareni>
- Podzimek, F. (2024). *Radioaktivita a ionizující záření kolem nás*. Praha: České vysoké učení technické.
- Podzimek, F. (červen 2024). Posouzení vlivu radiace dostavby SVJP na obyvatelstvo a veřejné zdraví. V . Praha: ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra zdravotnických odborů a ochrany obyvatelstva.
- SUJB. (2026a). *Vyhláška č. 13/2026 Sb., kterou se mění vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje*.

SÚJB. (2026b). *Výroční zprávy SÚJB*. Získáno 10. 08 2025, z SUJB:
<https://www.sujb.cz/dokumenty-a-publikace/vyrocni-zpravy>

UNEP. (2016). Ionizující záření. Účinky a zdroje.

UNSCEAR. (2012). *Sources, effects and risks of ionizing radiation [UNSCEAR 2012 report]* (Scientific annexes: Uncertainties in risk estimates for radiation-induced cancer. United Nations, 2012.. vyd.). New York: United Nations, .

1.15 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ALARA	So niedrig, wie vernünftigerweise erreichbar ist (As Low As Reasonably Achievable)
CRPO	Zentrales Register der Strahlenarbeiter
CT	Computertomographie (Computed Tomography)
ČGS	Tschechischer Geologischer Dienst
ČR	Tschechische Republik
DDREF	Dosis- und Dosisleistungs-Effizienzfaktor
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DOM	Dosisoptimierungsgrenze
EIA	Environmental Impact Assessment – Umweltverträglichkeitsprüfung
ESTE	Umweltsystem Temelín
ETE	Kernkraftwerk, bestehend aus den derzeitigen zwei Blöcken vom Typ VVER-1000 (ETE 1, 2) sowie den in Planung befindlichen Blöcken 3 und 4 (NJZ ETE)
ETE1,2	Kernkraftwerk Temelín (in Betrieb befindliche Blöcke 1 und 2)
EURDEP	Europäische Plattform für den Austausch radiologischer Daten
ICRP	Internationale Kommission für Strahlenschutz
JE	Kernkraftwerk
JZ	Kernkraftanlage
LNT	Lineares Modell ohne Schwellenwert
MonRaS	Strahlungsüberwachungsnetze
NJZ	neue Kernkraftanlage
NJZ ETE	Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín
NORMAL	Das Berechnungsprogramm NORMAL zur Bewertung der Ausbreitung von Radionukliden und zur Ermittlung der Strahlungsauswirkungen
NVA	Kleinste signifikante Aktivität
OS	Hüllkurven-Komplex
PDE	Dosisäquivalent-Leistung
PES	Geplante Expositionsszenarien
PFDE	Räumliche Dosisäquivalentleistung
RDETE	Programm zur Berechnung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe und ihrer Zerfallsprodukte in Gewässern

Abkürzung	Bedeutung
RTG	Röntgenstrahlung
SI	Internationales Einheitensystem (Système International d'Unités)
SMR	Kleiner modularer Reaktor
SMR ETE	Kleiner modularer Reaktor (engl. Small Modular Reactor (SMR) am Standort Temelín
SVJP	Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente
SVZ	Frühwarnsystem
SÚJB	Staatliche Behörde für nukleare Sicherheit
SÚRO	Staatliches Institut für Strahlenschutz
TLD	Thermolumineszenz-Dosimeter
UNEP	Umweltprogramm der Vereinten Nationen
UNSCEAR	Wissenschaftlicher Ausschuss der Vereinten Nationen für die Auswirkungen atomarer Strahlung
VK	Lüftungskamin

1.16 Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Vergleich deterministischer und stochastischer Effekte.	6
Tab. 2 Nominale Risikokoeffizienten [μSv^{-1}] bezogen auf die Schädigung durch stochastische Effekte bei Strahlenexpositionen mit geringer Dosisleistung (ICRP 103, 2009), (ICRP, 1991)...	10
Tab. 3 Die wichtigsten natürlichen Quellen für die Strahlenbelastung der Bevölkerung.	16
Tab. 4 Schätzung der durchschnittlichen jährlichen effektiven Dosis [mSv] aus der natürlichen Hintergrundstrahlung pro Einwohner in ausgewählten Staaten (Cinelli, 2019).	17
Tab. 5 Durchschnittliche vierteljährliche Werte der räumlichen Dosisäquivalentleistung in nSv/h , gemessen durch das lokale Integralmessnetz (TLD) in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín und auf dem Gebiet der Tschechischen Republik im Jahr 2025 (SÚJB, 2026b).	19
Tab. 6 Übersicht über die überwachten Umwelt- und Nahrungskettenparameter in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín im Jahr 2024 (Datenlieferanten: SÚJB und SÚRO) (SÚJB, 2026b).	29
Tab. 7 Gesamtergebnisse, effektive Dosis einschließlich der Gewichtung auf eine repräsentative Person als Folge der Hüllkurven-Emissionen aus SMR ETE – Atmosphäre.	35
Tab. 8 Zusammenfassende Ergebnisse: effektive Dosis einschließlich der effektiven Folgedosis einer repräsentativen Person als Folge der Hüllkurven-Emissionen von SMR ETE – Hydrosphäre.	36
Tab. 9 Primäre und sekundäre Radionuklide, die zur jährlichen effektiven Dosis einer repräsentativen Person durch den SMR ETE beitragen (Atmosphäre).	36
Tab. 10 Primäre und sekundäre Radionuklide, die zur jährlichen effektiven Dosis einer repräsentativen Person durch den SMR ETE beitragen (Hydrosphäre).	37
Tab. 11 Identifizierung einer repräsentativen Person und der Gesamtdosis pro repräsentative Person durch alle Expositionspfade infolge der jährlichen Gesamtemissionen des SMR ETE in den einzelnen analysierten Varianten (Abmerit – nuclear and space, 2026).	38
Tab. 12 Kumulative Auswirkungen der Emissionen aus dem SMR ETE in die Atmosphäre auf die repräsentative Person.	39
Tab. 13 Kumulative Auswirkungen der Einleitungen aus dem SMR ETE in die Hydrosphäre auf die repräsentative Person.	40
Tab. 14 Gemeinsame Auswirkungen der Emissionen aus dem SMR ETE in die Atmosphäre und Hydrosphäre auf die repräsentative Person.	40

Tab. 15 Summe der jährlichen effektiven Dosen und der effektiven Folgedosen über alle berücksichtigten Übertragungswege der effektiven Dosen der einzelnen Altersgruppen aus dem ein Jahr dauernden Betrieb der Blöcke ETE1,2 und der NJZ ETE (2× 1 700 MW _e) für ausgewählte relevante Entfernungen von den Emissionsquellen in die Atmosphäre.....	43
Tab. 16 Jährliche effektive Dosis und effektive Folgedosis über alle berücksichtigten Wege aus der Wassernutzung von den Einleitungen in die Hydrosphäre von ETE1,2 und NJZ ETE.	44
Tab. 17 Die maximalen erwarteten Werte der Dosisäquivalentleistungen in einem Abstand von 2 m von der Hülle der Behälteranlagen OS ŠKODA 1000/19, die in die Modellberechnung übernommen wurden.....	45
Tab. 18 Raumdosisäquivalent-Leistungen im freien Raum + Abschirmung durch das SVJP-Gebäude für 38 OS – konservatives Zielszenario.....	45
Tab. 19 Vergleich der jährlichen individuellen effektiven Dosen aus den hydrosphärischen Ableitungen von SMR ETE und ETE1,2 + NJZ ETE.	47
Tab. 20 Kumulative maximale jährliche effektive Dosen einer repräsentativen Person durch ETE1,2, die geplante NJZ ETE und den SMR ETE.	48
Tab. 21 Auswirkungen der Emissionen aus dem Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE in die Atmosphäre auf die repräsentative Person.....	50
Tab. 22 Auswirkungen der Emissionen aus dem Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE in die Hydrosphäre auf die repräsentative Person.	50
Tab. 23 Gemeinsame Auswirkungen der Emissionen aus dem Betrieb von SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE in die Atmosphäre und die Hydrosphäre auf die repräsentative Person.....	51
Tab. 24 Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in den Grenzgebieten Österreichs.	53
Tab. 25 Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE in den Grenzgebieten Deutschlands.....	53

1.17 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Anteil des gewichteten Jahresdurchschnitts der effektiven Dosis [%] verschiedener natürlicher Strahlungsquellen an der gesamten effektiven Dosis für die Tschechische Republik (Podzimek, 2024).	18
Abb. 2 Verteilung der Messpunkte im MonRaS in der Umgebung des Kernkraftwerks ETE.	19
Abb. 3 Aufnahme des Photonendosisäquivalents (PFDE) am Standort Temelín gemäß der europäischen Datenbank EURDEP im Zeitraum vom 15. bis 22.08.2025.....	22
Abb. 4 Radonindex am Standort Týn nad Vltavou (ČGS, mapy.geology.cz/radon/, 2023).	23
Abb. 5 Ungefährer Anteil der einzelnen untersuchten Gruppen an der Kollektivdosis im Jahr 2020 (nach den neuesten verfügbaren Daten) (Podzimek, 2024).....	27