

GUTACHTEN

zu den Unterlagen über die Umweltverträglichkeitsprüfung
gemäß Gesetz Nr. 100/2001 GBl. in der gültigen Fassung

Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschl.

Ableitung der Generatorleistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín

ANLAGE 2

Angeforderte ergänzende Unterlagen vom Träger des Vorhabens

Anlage 2a)

Angeforderte ergänzende Unterlagen gemäß dem Schreiben des Umweltministeriums Az. 45952/ENV/11 vom 08.06.2011

Anlage 2b)

Technischer Bericht, Textteil, Unterlagen zur Erstellung der Streuungsstudie zum Einfluss der Technologie während des Baus und des Betriebs der NKKK (nachstehend neue Kernkraftanlage)

Anlage 2c)

Beurteilung des elektrischen und magnetischen Feldes und der induzierten Stromdichte unter Berücksichtigung der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 GBl.

Anlage 2d)

Vorläufige Begutachtung der Tragweite der Strahlenfolgen eines schweren Unfalls hinsichtlich der möglichen Kontamination von Oberflächengewässern, EGP Praha, 6/2011

Sehr geehrter Herr
Dr. rer. nat. Tomáš Bajer, CSc.
ECO-ENVI-CONSULT
Šafaříkova 436
533 51 Pardubice

IHR SCHREIBEN/ZEICHEN VOM ABSENDUNG/DATUM	UNSER ZEICHEN	SACHBEARBEITER/DURCHWAHL	ORT DER
	ETE34_CEZ_KORE_DOP_2011_28	Ing. Petr Závodský	Prag / 31.10.2011

Betr.: Umweltverträglichkeitsprüfung für das Vorhaben „Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschließlich Ableitung der Generatorleistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín“ –
Gewährung weiterer, zur Erstellung des Gutachtens zur Umweltverträglichkeitsprüfung des Vorhabens erforderlicher Angaben

Sehr geehrter Herr Doktor Bajer,

im Anschluss an Ihr Ersuchen um Gewährung weiterer, zur Erstellung des Gutachtens zur Umweltverträglichkeitsprüfung des oben genannten Vorhabens erforderlicher Angaben, die Sie im Sinne des § 9 Abs. 6 des Gesetzes Nr. 100/2001 GBl., in der Fassung nachfolgender Vorschriften, angefordert haben, sende ich Ihnen beiliegend die nachstehend aufgeführten ergänzenden Unterlagen und Angaben zu, die zur Erstellung der Dokumentation verwendet oder aufgrund der seitens der Nachbarländer zur Dokumentation geltend gemachten Stellungnahmen erstellt und als Unterlagen zu den im Rahmen der zwischenstaatlichen Konsultationen erörterten Fragen und Themen genutzt wurden.

Mit freundlichen Grüßen

Ing. Petr Závodský
Leiter der Sparte Kernkraftwerksbau
ČEZ, a. s.
Duhová 2/1444
140 53 Praha 4
www.cez.cz

Anlage: Ergänzung von Unterlagen und Angaben zur Erstellung des Gutachtens in schriftlicher und elektronischer Form im Sinne des § 9 Abs. 6 des Gesetzes Nr. 100/2001 GBl.:

- Technischer Bericht, Textteil, Unterlagen zur Erstellung der Streuungsstudie zum Einfluss der Technologie während des Baus und des Betriebs der NKKA
- Beurteilung des elektrischen und magnetischen Feldes und der induzierten Stromdichte unter Berücksichtigung der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 GBl.
- Vorläufige Begutachtung der Tragweite der Strahlenfolgen eines schweren Unfalls hinsichtlich der möglichen Kontamination von Oberflächengewässern, ÚJV-EGP Praha, 6/2011

MINISTERIUM FÜR UMWELT

100 10 PRAHA 10 – VRŠOVICE, Vršovická 65

ECO-ENVI-CONSULT
Dr. rer. nat. Tomáš Bajer, CSc.
Šafaříkova 436
533 51 Pardubice

Ihr Schreiben / Zeichen:

Unser Zeichen:
53532/ENV/11

Sachbearbeiter:
Mg. Doležal / I. 2733

PRAG:
07.07.2011

Betr.: Umweltverträglichkeitsprüfung für die „Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschließlich Ableitung der Generatorleistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín“ – Weiterleitung weiterer angeforderter, zur Erstellung des Gutachtens zur Umweltverträglichkeitsprüfung des Vorhabens erforderlicher Angaben

Aufgrund der erhaltenen Stellungnahmen zur Dokumentation der Umweltverträglichkeitsprüfung und der erfolgten zwischenstaatlichen Konsultationen mit der Republik Österreich und der Bundesrepublik Deutschland – Freistaat Bayern – im Einklang mit Art. 5 der Konvention über die Umweltauswirkungen im grenzüberschreitenden Kontext (Espoo-Konvention), haben Sie mit dem Schreiben vom 06.06.2011 als Ersteller des Gutachtens zur Umweltverträglichkeitsprüfung das Ministerium für Umwelt (nachstehend kurz „UM“) im Sinne des § 9 Abs. 6 des Gesetzes Nr. 100/2001 GBl., über Umweltverträglichkeitsprüfungen und über Änderung bestimmter zusammenhängender Gesetze (Gesetz über Umweltverträglichkeitsprüfungen), in der Fassung nachfolgender Vorschriften, um eine Ergänzung der zur Erstellung des Gutachtens erforderlicher Unterlagen und Angaben ersucht.

Mit dem Schreiben vom 08.06.2011 (Az.: 45952/ENV/11) hat das UM Ihre Forderungen an den Träger des oben genannten Vorhabens, die Gesellschaft ČEZ, a.s. weitergeleitet. Die angeforderten Unterlagen, die das UM am 01.07.2011 erhalten hat, senden wir Ihnen jetzt beiliegend zu, und zwar einschließlich des Begleitschreibens.

Anlage: - Unterlagen
- Kopie des ursprünglichen Schreibens

Ing. Jaroslava HONOVÁ
Leiterin des Referats
Umweltverträglichkeitsprüfungen
und integrierte Vorbeugung
i. V. Mg. Daniel Brix, eh.
Stellvertretender Leiter des Referats
Umweltverträglichkeitsprüfungen
und integrierte Vorbeugung

Zur Kenntnisnahme: (abgeschickt ohne Anlagen unter dem Az.: 54357/ENV/11)

ČEZ a.s., Sparte KKW-Bau, Ing. Petr Závodský, Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4

Tel.
267 12 1111

ČNB Praha 1
Kto.-Nr. 7628001/0710

FN
164 801

Fax:
267310 443

Sehr geehrte Frau
Ing. Jaroslava Honová
Ministerium für Umwelt
Referat
Umweltverträglichkeitsprüfungen
Vršovická 65
100 00 Praha 10

IHR SCHREIBEN/ZEICHEN VOM ABSENDUNG/DATUM	UNSER ZEICHEN	SACHBEARBEITER/DURCHWAHL	ORT DER
45952/ENV/11	ETE34_CEZ_KORE_DOP_2011_10	Ing. Petr Závodský	Prag / 30.06.2011

Betr.: Umweltverträglichkeitsprüfung für das Vorhaben „Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschließlich Ableitung der Generatorleistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín“ –
Gewährung weiterer, zur Erstellung des Gutachtens zur Umweltverträglichkeitsprüfung des Vorhabens erforderlicher Angaben

Sehr geehrte Frau Direktorin,

im Anschluss an Ihr Schreiben vom 08.06.2011, enthaltend das Ersuchen um Gewährung weiterer, zur Erstellung des Gutachtens zur Umweltverträglichkeitsprüfung des oben genannten Vorhabens erforderlicher Angaben, die der Ersteller des Gutachtens im Sinne des § 9 Abs. 6 des Gesetzes Nr. 100/2001 GBl., in der Fassung nachfolgender Vorschriften, angefordert hat, sende ich Ihnen beiliegend diese ergänzenden Unterlagen und Angaben in der geforderten Struktur im Sinne Ihres Schreibens, einschließlich der im Rahmen der zwischenstaatlichen Konsultationen mit der Republik Österreich und der Bundesrepublik Deutschland – Freistaat Bayern – verwendeten Unterlagen zu.

Ich ersuche Sie um die Weiterleitung dieser angeforderten ergänzenden Unterlagen an den Ersteller des Gutachtens und möchte Sie gleichzeitig darüber versichern, dass die Gesellschaft ČEZ, a.s. als Träger des Vorhabens bereit ist, dem Ersteller des Gutachtens auf Anfrage eventuelle weitere zur Erstellung der Dokumentation verwendete Unterlagen und weitere, zur Erstellung des Gutachtens im Sinne des § 9 Abs. 6 des zitierten Gesetzes erforderliche Angaben zu gewähren.

Mit freundlichen Grüßen

Ing. Petr Závodský
Leiter der Sparte Kernkraftwerksbau
ČEZ, a. s.
Duhová 2/1444
140 53 Praha 4
www.cez.cz

Anlage: Ergänzung von Unterlagen und Angaben zur Erstellung des Gutachtens in schriftlicher und elektronischer Form im Sinne des § 9 Abs. 6 des Gesetzes Nr. 100/2001 GBl. (2 Ausdrucke + 2 DVD)

GUTACHTEN

zu den Unterlagen über die Umweltverträglichkeitsprüfung
gemäß Gesetz Nr. 100/2001 GBl. in der gültigen Fassung

Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschl. Ableitung der Generatorleistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín

ANLAGE 2a

**Angeforderte ergänzende Unterlagen gemäß dem Schreiben des
Umweltministeriums Az. 45952/ENV/11 vom 08.06.2011**



NEUE KERNKRAFTANLAGE AM STANDORT TEMELÍN, EINSCHLIESSLICH DER LEISTUNGSABFÜHRUNG IN DIE SCHALTANLAGE KOČÍN

**ERGÄNZUNG DER UNTERLAGEN UND ANGABEN ZUR ERSTELLUNG DES
GUTACHTENS**



Juni 2011

SCES - Group, spol. s r.o.

Petrská 1178, 110 00 Praha, Czech Republic

provozovna:

Stroupežnického 7, 400 01 Ústí nad Labem, Czech Republic

e-mail: sces@sces.cz

PROTOKOLL DER DOKUMENTAUSGABE

Name des Dokuments **NEUE KERNKRAFTANLAGE AM STANDORT TEMELÍN,
EINSCHLIESSLICH DER LEISTUNGSABFÜHRUNG IN DIE
SCHALTANLAGE KOČÍN**
ERGÄNZUNG DER UNTERLAGEN UND ANGABEN ZUR ERSTELLUNG
DES GUTACHTENS

Stufe: EIA

Vertragsnummer des Auftraggebers: 4100156696

Auftraggeber: ČEZ, a. s.

Auftragnehmer: SCES - Group, spol. s r. o. / AMEC s. r. o.

Zweck der Ausgabe Finaldokument

Stufe der Geheimhaltung: Ohne Beschränkung

Ausgabe	Beschreibung	Erstellt	Geprüft	Freigegeben	Datum
01	Finaldokument	Ing. Petr Mynář	Ing. Petr Boháč	Dr. rer. nat. Jan Horák	29.06.2011

Vorherige Ausgaben dieses Dokumentes müssen entweder vernichtet oder deutlich mit ERSETZT gekennzeichnet werden.

Verteiler: 5 Ausdrücke ČEZ, a. s.
1 Ausdruck Archiv SCES - Group, spol. s r. o.
1 Ausdruck Archiv AMEC s. r. o.

© SCES - Group, spol. s r.o., 2011, © AMEC s.r.o., 2011

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Dokuments oder beliebige Informationen daraus dürfen über den Rahmen der vertraglichen Bestimmung (d. h. über den Rahmen der Verwendung im entsprechenden EIA-Prozess) verraten, veröffentlicht, vervielfältigt, kopiert, übersetzt, in jede beliebige elektronische Form übertragen oder maschinell bearbeitet werden, ohne dass eine ausdrückliche Genehmigung seitens des zuständigen Vertreters des Verfassers vorliegt.

Verfasser

Erstellt von:

Dr. rer. nat. Jan Horák

Inhaber der Berechtigung zur Erstellung der Dokumentation und des Gutachtens gem. Ges. Nr. 100/2001 GBl. des Umweltministeriums Akt.Z. 42328/ENV/06

*Mitwirkung an der Erstellung,
Koordination und Redaktion:*

Ing. Petr Mynář

Inhaber der Berechtigung zur Erstellung der Dokumentation und des Gutachtens gem. Ges. Nr. 100/2001 GBl. des Umweltministeriums Akt.Z. 44520/ENV/06

Datum der Erstellung:

29.06.2011

Liste der an der Erstellung beteiligten Personen:

SCES - Group, spol. s r.o.

Dr. rer. nat. Jan Horák
Ing. Petr Boháč

AMEC s r.o.

Ing. Petr Mynář
Ing. Petr Vymazal
Ing. David Krobot

ÚJV Řež a.s. - Sparte ENERGOPROJEKT PRAHA

Ing. Jozef Mišák, CSc.
Bc. Ondřej Pokorný
Ing. Josef Klumpar

ČEZ, a.s.

Ing. Iva Kubáňová
Ing. Petr Boháč
Ing. Pavel Herálecký

Inhalt

Deckblatt	
Protokoll der Dokumentausgabe	
Verfasser	2
Inhaltsverzeichnis	3
Einleitung	4
Ergänzende Unterlagen und Angaben für die Erstellung des Gutachtens	5
1.1. Analyse von anzunehmenden Unfällen und schweren Unfällen	5
1.2. Sicherung mit dem Flusswasser der Moldau bei extremen Witterungsbedingungen	6
1.3. Sicherung der Ersatzspannungsquellen	7
1.4. Seismizität	8
1.5. Beachtung eventueller neuer Anforderungen an Kernkraftsicherheit	9
1.6. Sich aus internationalen Tagungen ergebende Angaben	10
2. Anlagen	11

Einleitung

Das Ministerium für Umwelt verlangt mit dem Schreiben Az.: 49952/ENV/11 vom 08.06.2011 (siehe Anlage 2 dieses Dokuments) die Vorlage weiterer, zur Erstellung einer Umweltverträglichkeitsprüfung des Vorhabens erforderlicher Angaben.

Die Angaben sind für den Verfasser der Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig, der aufgrund der erhaltenen Stellungnahmen zur Dokumentation und der stattgefundenen Gespräche mit der Republik Österreich und der Bundesrepublik Deutschland mit dem Schreiben vom 06.06.2011 an das Umweltministerium die Ergänzung der Unterlagen und Angaben für die Erstellung der Umweltverträglichkeitsprüfung im Sinne des § 9 Abs. 6 des Gesetzes Nr. 100/2001 GBl., über Begutachtung der Umweltverträglichkeit, in der Fassung nachfolgender Vorschriften, beantragt hat.

Die ergänzenden Unterlagen sind der Inhalt dieses Dokuments und seiner Anlagen, und zwar in den durch das Umweltministerium geforderten Aspekten (Zitat):

1) Analyse von anzunehmenden Unfällen und schweren Unfällen

Ergänzende Informationen zum Vorgehen bei der Erstellung und zu den Ergebnissen der Berechnungsauswertung der Strahlenfolgen bei in der Dokumentation genannten anzunehmenden Unfällen und schweren Unfällen.

Güte- und Mengenauswertung der Bedeutung und der Gewichtung der jeweiligen konservativen, in den Berechnungen angewandten Voraussetzungen.

2) Sicherung des KKW's Temelín (JETE) mit dem Flusswasser der Moldau bei extremen Witterungsbedingungen

Es handelt sich um die Fälle von niedrigen jährlichen Niederschlagssummen (65 % des Jahresdurchschnitts) oder bei langfristiger Trockenheit, wenn die Durchflussmengen in der Moldau den Mindeststand erreichen.

Folgen für sonstige regulierte Profile in dem Fall, dass unter solchen extremen Bedingungen die Entnahme für JETE sichergestellt wird.

3) Sicherung der Ersatzspannungsquellen für neue Kernkraftanlagen des JETE

Das Verfahren zur Sicherstellung von Ersatzenergiequellen beim Ausfall der Primärquelle ist detaillierter nachzuweisen.

4) Seismizität

Seismische Lage am Standort des JETE unter Nutzung der Ergebnisse der Seismizitätsüberwachung und weiterer Untersuchungen mit Rücksicht auf die geforderte Stufe der Absicherung des JETE.

5) Beachtung eventueller neuer Anforderungen an Kernkraftsicherheit

Der Sinn der genannten Forderung besteht in eventuellen Änderungen der Vorschriften auf der Ebene der Tschechischen Republik sowie auf internationaler Ebene (z. B. der sich aus "Stress Tests" ergebenden Vorschriften), aber auch aus Sicht möglicher neuen Erkenntnisse aufgrund der Vorfälle im KKW Fukushima.

6) Sich aus internationalen Tagungen ergebende Angaben

Es handelt sich um weitere Unterlagen und Angaben, die sich aus den Fragen und Themen ergeben, die bei internationalen Konsultationen mit der Republik Österreich und der Bundesrepublik Deutschland – dem Freistaat Bayern (einschließlich der Unterlagen für die vorgestellten Präsentationen) diskutiert wurden, sodass sie im Sinne der Gesprächsergebnisse in dem Gutachten berücksichtigt werden können.

1. Unterlagen für die Erstellung des Gutachtens

1.1. Analyse von anzunehmenden Unfällen und schweren Unfällen

Die Angaben zu den Analysen von anzunehmenden Störfällen und schweren Unfällen sind in der Dokumentation im Kapitel D.III. Charakteristiken der Umweltgefährdungen bei möglichen Unfällen und außerordentlichen Vorfällen bzw. in dessen Unterkapitel D.III.1. Strahlengefährdungen (Seite 487 der Dokumentation) aufgeführt.

Weitere Angaben zum Verfahren bei der Erstellung und zu den Ergebnissen der Berechnungsauswertung der Strahlenfolgen und schwerer Unfälle, einschließlich der Erklärung und Auswertung der angewandten konservativer Voraussetzungen, sind in der Anlage 1.1 dieses Dokuments aufgeführt, namentlich in den Anlage 1.1a Ergänzende Angaben zur Analyse von anzunehmenden Unfällen und 1.1b Ergänzende Angaben zur Analyse von schweren Unfällen.

Zusammenfassung

Die Gesamtschlüsse aus der Analyse eines anzunehmenden Unfalls und eines schweren Unfalls lauten folgendermaßen:

- Die Ergebnisse in der EIA überhöhten die Strahlenfolgen für alle relevanten anzunehmenden und schweren Unfälle, für alle potenziellen Reaktortypen – die Strahlenfolgen für die konkreten Reaktoren werden maßgeblich geringer sein.
- Durch Anwendung realistischerer Ausgangsvoraussetzungen käme es zu einer sehr bedeutenden Senkung der berechneten Äquivalentdosen und der effektiven Folgedosen sowohl in nächster Umgebung des JETE als auch in den Grenzgebieten.
- Für konkrete Reaktortypen wird im Rahmen des technischen Teils des Angebots die Erfüllung der Anforderungen und Bedingungen der EUR für anzunehmende Unfälle und schwere Unfälle, in dem Vorläufigen Sicherheitsbericht gemäß dem Kernkraftgesetz die detaillierten Berechnungen für die konkrete Projektlösung nachgewiesen.

1.2. Sicherung mit dem Flusswasser der Moldau bei extremen Witterungsbedingungen

Die Problematik der Sicherung mit Wasser wird in der Dokumentation in den Kapiteln C.2.4. Oberflächen- und Grundwasser (Seite 276 der Dokumentation ff., wo unter anderem die Angaben zu den auch durch klimatische Änderungen beeinflussten hydrologischen Verhältnissen im Wassergebiet genannt sind) sowie D.I.4. Einflüsse auf Oberflächen- und Grundwasser (Seite 422 der Dokumentation ff., wo unter anderem der Einfluss auf die hydrologischen Verhältnisse im Wassergebiet begutachtet wird) behandelt. Des Weiteren ist ein Bestandteil der Dokumentation die Anlage 5.1 Studie der möglichen Sicherstellung von Wasserentnahmen, die durch das Wasserforschungsinstitut Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Praha, erstellt wurde.

Weitere Angaben zur Sicherung mit dem Moldauwasser, einschließlich der Anführung möglicher Maßnahmen bei Wassermangel, sind in diesem Dokument in der Anlage 1.2 Ergänzende Angaben zur Sicherung mit Moldauwasser bei extremen Witterungsbedingungen nachgewiesen.

Zusammenfassung

Im langfristigen Vorausblick, der durch das Bezugsjahr 2085 bestimmt ist, sind für die Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe Entnahmen für alle geplanten Szenarien einer Klimaänderung sichergestellt, und zwar unter der Voraussetzung, dass das gesamte vorhandene Reservevolumen des Staubeckens Lipno I zur Akkumulation genutzt wird (bei relativ hoher Absicherung des Schifffahrtspegels der Stauanlage Hněvkovice von $p_t = 94,06$ %). Zum Bezugsjahr 2085 sind auch für fast alle Szenarien klimatischer Änderungen Wasserentnahmen für die Leistungsalternative 2 x 1700 MW_e unter ausreichender Absicherung sichergestellt (unter Nutzung des gesamten Reservevolumen des Staubeckens Lipno I zur Akkumulation). Eine Ausnahme bildet jedoch das kritische, pessimistische Szenario der Klimaänderung 2085_A (HIRHAM-A2), das von ungünstiger Entwicklung der Emission von Treibhausgasen ausgeht. Unter Nutzung des gesamten Reservevolumen des Staubeckens Lipno I zur Akkumulation sind aber auch in diesem Fall Entnahmen für die Leistungsalternative von 2 x 1700 MW_e mit einer Wahrscheinlichkeit von $p_t = 99,01$ % sichergestellt.

Die Ergebnisse erweisen keine maßgebliche ungünstige Wirkung der geplanten Wasserentnahmen für JETE auf sonstige Anforderungen an Wassernutzung (einschließlich der Stromproduktion) an der Moldau. Potenzielle Probleme mit der Sicherstellung der Anforderungen an Mindestdurchflüsse bzw. ein vermindertes Potenzial an Stromproduktion in der Moldaukaskade müssen primär und zum ausschlaggebenden Maß den möglichen Folgen einer Klimaänderung zugerechnet werden, und nur zu einem deutlich geringeren Maß den Anforderungen an Entnahme (bzw. Verbrauch) von Wasser für das Kraftwerk.

Der Betrieb der neuen Kernkraftanlage wird gemäß verbindlicher Vorschriften und Regeln (wasserwirtschaftlicher Beschluss) erfolgen. Unter solchen Bedingungen, wenn es nicht möglich sein wird, eine Wassermenge für alle Blöcke zu 100 % Leistung zu entnehmen, werden betriebliche Maßnahmen ergriffen, dass die geforderte Wassermenge so gesenkt wird, dass der Betrieb der neuen Kernkraftanlage den an die gestellten gesetzlichen Forderungen entspricht, d. h. dass der Mindeststdurchfluss im Wasserlauf wegen der Absicherung des Leistungsbetriebs der Kernkraftanlage nicht unterschritten wird. Zu solchen Maßnahmen kann auch eine zeitweise Senkung der Leistung bzw. Verlängerung der Stillstandzeit der während dessen zwecks regelmäßiger Wartung und Brennstoffwechsel stillgelegten Blöcke gehören.

1.3. Sicherung der Ersatzspannungsquellen

Die Problematik der Sicherung mit Strom wird in der Dokumentation in den Kapiteln B.I.6.3.2. Elektrotechnischer Teil (Seite 151 der Dokumentation ff., wo die Angaben zur Einordnung des Vorhabens in das tschechische Stromversorgungssystem und die Beschreibung der Stromsysteme – Betriebsstromversorgung, Reservestromversorgung und Notstromversorgung – aufgeführt sind) und B.I.6.4.4.8. Objekte der Notversorgung der hinsichtlich Kernkraftsicherheit wichtigen Anlage (Seite 156 der Dokumentation, wo die Angaben zu Bauobjekten der Notstromversorgung aufgeführt sind) behandelt.

Weitere Angaben zur Sicherung von Ersatzstromquellen beim Versorgungsausfall sind in diesem Dokument in der Anlage 1.3 Ergänzende Angaben zur Sicherung von Ersatzstromquellen aufgeführt.

Zusammenfassung

Ersatzstromquellen für einen eventuellen Ausfall der Betriebsstromversorgung sind mittels des vorausgesehenen, definierten, geregelten Wechsels vom Betriebsstrom auf Reservestrom und bei Bedarf auf Notstrom sichergestellt. Vereinfacht kann die anzunehmende Sequenz der jeweiligen Betriebszustände der Stromversorgung folgendermaßen definiert werden: Beim Ausfall der Betriebsstromversorgung erfolgt die Aktivierung der Reservestromversorgung. Bei gleichzeitigem Ausfall der Betriebsstromversorgung und der Reservestromversorgung erfolgt die Aktivierung der Notstromversorgung. Im Rahmen des Projekts der Stromversorgungssysteme der neuen Kernkraftanlage wird auch die Problematik des Auftretens von Zuständen eines vollständigen Verlustes der Stromversorgung (sog. "Station Blackout") behandelt.

Die Problematik des Übergangs zwischen den jeweiligen Versorgungsarten ist sehr komplex und hängt bereits mit der Konfiguration des Anschlusses der neuen Kernkraftanlage an das tschechische Stromversorgungssystem sowie von der Projektlösung des äußeren und inneren Stromsystems der neuen Kernkraftanlage zusammen. Aus diesem Grund werden in der Anlage die Beschreibung des Anschlusses der neuen Kernkraftanlage an das Stromversorgungssystem, die grundlegenden Anforderungen an das Stromversorgungssystem der neuen Kernkraftanlage, spezifische Anforderungen an das äußere Stromversorgungssystem der neuen Kernkraftanlage, spezifische Anforderungen an das innere Stromversorgungssystem der neuen Kernkraftanlage sowie Anforderungen an die Meisterung des Zustands "Station Blackout" vorgestellt. Diese Anforderungen definieren in ihrer Zusammenfassung und Komplexität den oben genannten Übergang von Betriebsstromversorgung auf Reservestromversorgung bzw. auf Notstromversorgung.

1.4. Seismizität

Die Angaben zur Seismizität sind in der Dokumentation im Kapitel B.1.6.1.4.5.3. Äußere Natureinflüsse (Seite 122 der Dokumentation) sowie im Kapitel C.2.6.4. Seismizität am Standort (Seite 310 der Dokumentation ff.) aufgeführt.

Weitere Angaben zur Überwachung der seismischen Aktivität in der Umgebung des KKW's Temelín sind in diesem Dokument in der Anlage 1.4 Ergänzende Angaben zur Seismizität aufgeführt.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Überwachung (1991 - 2010) zeigen, dass der Standort des KKW's Temelín in seismischer Hinsicht sehr ruhig ist. Das Überwachungsnetz hat keine Erdbeben registriert, die eine mögliche Gefährdung des Kraftwerks darstellen könnten. Die Ergebnisse erweisen ebenfalls die Richtigkeit der gesamten seismischen Bewertung des Standorts, deren Ergebnisse in der Dokumentation aufgeführt sind.

1.5. Beachtung eventueller neuer Anforderungen an Kernkraftsicherheit

Angaben zur Kernkraftsicherheit sind in der Dokumentation im Kapitel B.I.6.1.4. Angaben zur Sicherstellung der Sicherheit (Seite 114 der Dokumentation ff.) aufgeführt.

Weitere Angaben zur Berücksichtigung eventueller neuer Anforderungen sind in diesem Dokument in der Anlage 1.5 Ergänzende Angaben zur Berücksichtigung neuer Anforderungen an die Kernkraftsicherheit aufgeführt.

Zusammenfassung

Die Lizenzbasis der neuen Kernkraftanlage (ETE 3,4) wird mit Rücksicht auf die Entwicklung der tschechischen Gesetzeslage im Bereich der Kernkraftsicherheit und des Strahlenschutzes sowie der internationalen Sicherheitsnormen ständig aktualisiert.

Die Anforderungen an das Projekt der neuen Kernkraftanlage sind höher gestellt, als der Sicherheitsstandard der derzeit betriebenen KKW's ist. Trotzdem erfolgte eine Überprüfung der aktuellen Anforderungen der Ausschreibungsunterlagen für die neue Kernkraftanlage hinsichtlich des derzeitigen Kenntnisstandes und des Verständnisses für die Ursachen des Unfalls im KKW Fukushima. Das Ergebnis der Überprüfung ist positiv, die Anforderungen sind richtig gestellt. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass nach einer tiefgehenden Analyse des Unfalls im KKW Fukushima neue Aspekte und somit auch neue Anforderungen an die Sicherheit auftauchen, die in die Lizenzbasis eingehen.

In der derzeitigen Version der Nachfrage und im vorbereiteten Entwurf des zukünftigen Vertrags sind Mechanismen verankert, die eine Aufnahme eventueller neuer Anforderungen an die Kernkraftsicherheit in das Design des Kraftwerks in beliebiger Phase der Lebenszyklus des Projekts ermöglichen.

Die Ergebnisse der Stress Tests, also eventuelle, für den Standort Temelín als Ganzes anwendbare Maßnahmen, werden für das Projekt der neuen Kernkraftanlage vor dem Vertragsabschluss mit dem Auftragnehmer berücksichtigt werden können.

Eine bedeutende, jedoch nicht letzte Möglichkeit für die Aufnahme eventueller neuer Erkenntnisse aus den Vorfällen um das KKW Fukushima wird der Abschnitt Planung und Vorbereitung der Genehmigung für den Bau der neuen Kernkraftanlage bilden. Zu der Zeit kann vorausgesetzt werden, dass auch eine eventuelle Neufassung der nationalen und internationalen Sicherheitsvorschriften erfolgt. Dadurch wird die Lizenzbasis ergänzt und der Auftragnehmer wird verpflichtet sein, unter festgelegten Geschäftsbedingungen das Design des Kraftwerks in Einklang mit der Lizenzbasis zu bringen.

Ein ähnlicher Prozess wird im Verlauf des gesamten Lebenszyklus des KKW's möglich sein. Für betriebene Kraftwerke ist der Prozess der periodischen Überprüfung der Sicherheit (PSR) eingestellt, wo zuerst aufgrund der erfolgreichen Überprüfung gegenüber der aktuellen Lizenzbasis der Betreiber eine Lizenz für den folgenden Zeitraum erhält. In diesen Phasen wird der Betreiber der neuen Kernkraftanlage eventuelle Modifikationen der sich aus der PSR ergebenden Projektlösung alleine regeln können.

1.6. Sich aus internationalen Tagungen ergebende Angaben

Bis zum Datum der Erstellung dieses Dokuments erfolgten insgesamt drei internationale Tagungen (zwei mit der Republik Österreich und eine mit der Bundesrepublik Deutschland - Freistaat Bayern). Bei diesen Tagungen war auch der Vertreter des Gutachtenverfassers anwesend und hatte somit die Möglichkeit, die besprochenen Punkten und ihre Lösung mit einzubeziehen.

Der Hauptinhalt der Präsentationen des Anmelders des Vorhabens und des Verfassers der EIA-Dokumentation bestand in der Vorstellung des eigentlichen Vorhabens, des in der Phase der Erstellung der EIA-Dokumentation und der Bearbeitung der Ergebnisse des Gutachtens angewandten Vorgehens und der Herangehensweisen.

Die Diskussion zwischen den beiden Parteien erfolgte in den meisten Fällen bezüglich der zuvor identifizierten Themen aus Bereichen, die die ausländischen Delegationen interessierten und die den Gegenstand der Stellungnahme dieser Parteien zur Dokumentation bildeten. Die Stellungnahmen des Dokumentationsverfassers bzw. des Anmelders des Vorhabens wiesen überwiegend auf die Tatsache hin, dass die geforderten Informationen in der Dokumentation bereits enthalten sind, bei den Konsultationen wurden diese also tiefergehend auf dem durch die ausländischen Delegationen geforderten Niveau diskutiert. Alle Fragen der ausländischen Delegationen wurden besprochen und beantwortet, und zwar so detailliert, wie es der Planungsstufe des Vorhabens entspricht.

Die am häufigsten diskutierten Themen waren insbesondere Fragen zu den Analysen und den Ergebnissen der Berechnungsauswertung der Strahlenfolgen bei in der EIA-Dokumentation genannten anzunehmenden Unfällen und schweren Unfällen – alles mit Rücksicht auf potenzielle grenzüberschreitende Folgen. Die grundlegenden Antworten auf diese Fragen sind bereits im Punkt 1.1. dieses Dokuments aufgeführt und in den zusammenhängenden Anlagen detailliert erörtert. Die Schlüsse der EIA-Dokumentation bleiben in diesem Fall die gleichen, die Unterlagen beschreiben nur detaillierter die angewandte Methodik der Berechnungen und die angewandten konservativen Voraussetzungen für die Bewertung von außerordentlichen Vorfällen.

Die während der internationalen Tagungen verwendeten Präsentationen der tschechischen Partei gingen von Informationen und Schlüssen aus, die sich aus der EIA-Dokumentation ergeben, änderten diese in keinem Punkt, erklärten sie nur näher. Diese Präsentationen wurden durch den Anmelder dem Umweltministerium und dem Verfasser des Gutachtens übergeben.

Als Hauptergebnis der stattgefundenen Gespräche kann die Verteidigung der in der EIA-Dokumentation angewandten Verfahren sowie deren sachliche und formelle Richtigkeit bezeichnet werden.

Zusammenfassung

Die Schlüsse der stattgefundenen Konsultationen wurden in protokollarischer Form festgehalten. Die Delegationen der ausländischen Parteien (sowohl der Republik Österreich als auch der Bundesrepublik Deutschland - des Freistaats Bayern) fordern in der Phase der EIA-Dokumentation keine weiteren Konsultationen.

2. Anlagen

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage 1 Ergänzende Angaben zur Dokumentation

 Anlage 1.1 Ergänzende Angaben zur Analyse von anzunehmenden Unfällen und
 schweren Unfällen

 1.1a Ergänzende Angaben zur Analyse von anzunehmenden Unfällen

 1.1b Ergänzende Angaben zur Analyse von schweren Unfällen

 Anlage 1.2 Ergänzende Angaben zur Sicherung mit Wasser aus der Moldau

 Anlage 1.3 Ergänzende Angaben zur Sicherung der Ersatzspannungsquellen

 Anlage 1.4 Ergänzende Angaben zur Seismizität

 Anlage 1.5 Ergänzende Angaben zur Beachtung neuer Anforderungen an
Kernkraftsicherheit

Anlage 2 Belege

Anlage 1

Ergänzende Informationen zur Dokumentation

Anlage 1.1

Ergänzende Informationen zur Analyse von vorhergesehenen Störfällen und schwerwiegenden Unfällen

**Anlage 1.1a Ergänzende Angaben zur Analyse von vorhergesehenen Störfällen
1.1b Ergänzende Angaben zur Analyse von schwerwiegenden Unfällen**

	ÚJV Řež a.s. – Sparte ENERGOPROJEKT PRAHA Husinec-Řež, Hausnr. 130, PLZ 250 68		<i>Leitendes Referat</i> 509	<i>Erstellendes Referat</i> 501	<i>Aktenvernichtungszeit</i> V 15
	<i>Bau – Vorhaben</i> Neue Kernkraftanlage EIA	<i>Objekt – Betriebseinheit</i> -			<i>Laufende Nummer</i> -
<i>Bezeichnung des Auftrags</i> Ergänzende Unterlagen für Kap. D.III der EIA-Dokumentation für die neue Kernkraftanlage im Kraftwerk Temelín					<i>Sicherheitsstufe</i> -
<i>Name der Dokumentation</i> Ergänzende Informationen zu den Analysen der anzunehmenden Unfälle und der schweren Unfälle für die Dokumentation EIA NJZ ETE					<i>Nummer des Ausdrucks:</i>
<i>Verfasser</i> Kollektiv	<i>Leiter des erstellenden Referats</i> Ing. V. Horák	<i>Datum</i> 03/2011	<i>Blatt insgesamt</i> 20		
<i>Geprüft</i> Ing. J. Mišák, CSc	<i>Leitender Ingenieur des Projekts</i> Ing. V. Pešička	<i>Datei</i> 11A_ProjektovNehody(1).doc			
<p>Erstellendes Kollektiv</p> <p>Ing. J. Mišák, CSc Bc. O. Pokorný Ing. J. Klumpar</p>					
<i>Auftragsnummer</i> 29-4949-30-045		<i>Archivnummer</i> EGP 5010-F-110111		<i>Index</i>	<i>Seite</i> 1

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	3
2. CHARAKTERISTIK DER ANZUNEHMENDEN UNFÄLLE FÜR DIE NEUEN BLÖCKE MIT PWR-REAKTOREN	4
3. QUELLEN RADIOAKTIVER STOFFE BEI ANZUNEHMENDEN UNFÄLLEN	7
4. EUR-METHODIK ZUR ÜBERPRÜFUNG DER SICHERHEITZIELE FÜR ANZUNEHMENDE UNFÄLLE	8
5. ÜBERPRÜFUNG DER KONSERVATIVITÄT DES QUELLENGLIEDS DURCH GEGENÜBERSTELLUNG MIT DEM SICHERHEITSBERICHT ETE 1,2.....	10
6. GEGENÜBERSTELLUNG DES IN DER EIA-STUDIE VERWENDETEN QUELLENGLIEDS MIT BEKANNTEN PROJEKTEN NEUER REAKTOREN.....	13
7. AUSWERTUNG DER STRAHLENFOLGEN BEI IN DER DOKUMENTATION DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG GENANNTE ANZUNEHMENDEN UNFÄLLEN	13
8. SCHLUSS.....	19
9. LITERATUR.....	20

Abkürzungsliste

ČEZ	ein Teil des Firmennamens der Gesellschaft ČEZ, a. s. (ist keine Abkürzung)
ČR	Tschechische Republik
DBC	Grundlegende Projektbedingungen (<i>engl.</i> Design Basis Conditions)
DEC	Erweiterte Projektbedingungen (<i>engl.</i> Design Extension Conditions)
EIA	Umweltfolgenabschätzung (<i>engl.</i> Environmental Impact Assessment)
ETE	Kraftwerk Temelín
EUR	Anforderungen europäischer Energieerzeuger an KKW mit Leichtwasserreaktoren (<i>engl.</i> European Utility Requirements)
ICRP	Internationale Strahlenschutzkommission (<i>engl.</i> International Commission on Radiological Protection)
JE	Kernkraftwerk
MAAE	Internationale Atomenergie-Organisation
NJZ	neue Kernkraftanlage
SÚJB	Staatliche Behörde für Atomsicherheit

1. EINLEITUNG

Aufgrund der Anlage 1 zum Teilvertrag Nummer DS ČEZ, a. s.: 4100034031 über Gewährung von Unterlagen für die EIA-Dokumentation zum Kapitel D.III. Charakteristik der Umweltgefährdungen bei möglichen Unfällen und außerordentlichen Vorfällen wurde durch das Kernforschungsinstitut ÚJV-EGP im Jahr 2009 eine Analyse der Strahlenfolgen bei ausgewählten Ereignissen aus den Kategorien anzunehmende Unfälle als auch schwere Unfälle erstellt. Anschließend wurden weitere ergänzende Analysen erstellt, die auf die nachträglichen, sich auch aus den Konsultationen der Mitarbeiter von ČEZ, a.s. und der Kernsicherheitsbehörde SÚJB ergänzenden Anforderungen reagieren. Diese Unterlagenstudien wurden anschließend durch den Verfasser der Dokumentation der Umweltverträglichkeitsprüfung (SCES- Group, spol. s r. o.) zur Erstellung der jeweiligen Kapitel verwendet.

Im Verlauf der Vorbereitung auf die erwarteten Konsultationen und öffentliche Gespräche hat die ČEZ, a. s. die Anforderungen an ergänzende Informationen zur Problematik der Auswertung der Strahlenfolgen von anzunehmenden Unfällen und schweren Unfällen spezifiziert. Die mit schweren Unfällen verbundenen Fragen wurden in einem selbständigen Dokument diskutiert [2]. Dieses Dokument widmet sich der Gewährung ergänzender, mit anzunehmenden Unfällen zusammenhängenden Informationen.

Nach der bestehenden Gesetzeslage [3] versteht sich unter einem anzunehmenden Unfall ein in der Projektlösung der Kernkraftanlage angenommener Störfall, der eine Freisetzung von Radionukliden, ionisierender Strahlung oder Strahlenexposition von Personen zur Folge haben kann und unter größtem anzunehmendem Störfall der im Plan der Kernkraftanlage angenommene Störfall mit den maximalen Strahlenfolgen.

Nach der in Vorbereitung begriffenen Neufassung dieser Verordnung [4] verstehen sich:

- unter einem anzunehmenden Unfall solche Havariebedingungen, bei denen keine Verletzung oder Überschreitung der dem Projekt entsprechenden Kriterien der anzunehmenden Unfälle eintritt und
- unter einem auslegungsüberschreitenden Unfall solche Havariebedingungen, bei denen eine Verletzung oder Überschreitung der dem Projekt entsprechenden Kriterien der anzunehmenden Unfälle eintritt und
- unter einem schweren Unfall ein solcher auslegungsüberschreitender Unfall, bei dem eine ernste Verletzung und Verlust der Struktur der Aktivzone des Reaktors oder der Brennstabündel infolge einer Schmelze des Kernbrennstoffs eintritt und der zu einem Strahlungsunfall führen kann.

Die vorgenannte Neufassung führt auch einen neuen Begriff ein – anzunehmende Auswege. Die im Zusammenhang mit der Vorbereitung der NJZ durchgeführten Analysen setzen bereits diese neue Terminologie ein und unter einem anzunehmenden Unfall verstehen sich Havariebedingungen, die in den anzunehmenden Auswegen für das KKW geplant sind, bei denen keine Verletzung oder Übertretung der anzunehmenden Kriterien der anzunehmenden Unfälle eintritt, wobei sich unter anzunehmenden Auswegen die Zusammenfassung der Bedingungen, Betriebszustände und Vorfälle versteht, die beim Projektieren des KKW's geplant sind und für die nachgewiesen ist, dass die anzunehmenden Kriterien nicht überschritten werden.

Für die neuen Kernkraftblöcke definiert der Anmelder des Vorhabens die anzunehmenden Kriterien so, dass für alle Havariebedingungen mit einer Vorkommensfrequenz von über 10^{-6} im Extremfall nur ein Gasleck bei einer beschränkten Anzahl (bis 10 %) der Brennelemente eintreten darf.

Das Quellenglied ergibt sich aus Menge, Zusammensetzung und zeitlicher Verteilung der bei gegebenem Strahlungsunfall außerhalb des Sicherheitsbehälters freigesetzten radioaktiven Stoffe und bestimmt die möglichen radiologischen Folgen dieses außerordentlichen Vorfalles. Ein

Strahlungsunfall, dessen Folgen dringende Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt erforderlich machen, heißt Strahlungshavarie.

Für die Zwecke der EIA-Dokumentation [1] wurde das Quellenglied von den im Dokument [5] aufgeführten Sicherheitszielen abgeleitet, nach dem der Anmelder des Vorhabens seine Forderungen den Bewerbern für den Auftrag formuliert.

Konservative Schätzung, die die sog. „Hüllenmethode“ anwendet, ist die obere Schätzung der möglichen Freisetzung für die einzelnen maßgeblichen Radionuklide, sodass auch die künftige Auswertung der Folgen eines anzunehmenden Unfalls für die ausgewählte, die EUR-Zielwerte erfüllende Kernkraftanlage zu keinen weniger günstigen Strahlenfolgen für die Bevölkerung und die Umwelt führen wird.

Für die Berechnung von Strahlenfolgen wurden zwei unterschiedliche Quellenglieder angewandt, die sich in Ausgangsbedingungen für die Streuung der radioaktiven Stoffe in der Atmosphäre unterscheiden: Quellenglied für erdnahe Freisetzung und Quellenglied für Freisetzung in Höhe.

Dieses Dokument stellt sich das Ziel, die Angemessenheit des Konservatismus der in der EIA-Dokumentation angewandten Modell-Quellenglieder zu bewerten.

Dieses Dokument widmet sich weder der eigentlichen Berechnung der Ausbreitung von radioaktiven Stoffen in der Umwelt, noch den unterschiedlichen Wegen der zu Strahlungsdosen und deren gesundheitlichen Folgen führenden Strahlenexposition und beschränkt sich nur auf einen kurzen Kommentar der in der Dokumentation der Umweltverträglichkeit aufgeführten Schlüsse[1].

2. CHARAKTERISTIK DER ANZUNEHMENDEN UNFÄLLE FÜR DIE NEUEN BLÖCKE MIT PWR-REAKTOREN

An das Projekt der neuen Kernkraftanlage wird die Forderung gestellt, dass das definierte Spektrum der Zustände des Kraftwerks gemeistert wird. Die Zustände des Kraftwerks sind in eine begrenzte Anzahl von Kategorien je nach Wahrscheinlichkeit ihres Vorkommens aufgeteilt. Für jede Kategorie wurden spezifische, quantitative, radiologische Kriterien der Annehmbarkeit bzw. Sicherheitsziele des Projekts festgelegt, die so abgestuft sind, dass je höher die Frequenz des Vorkommens der gegebenen Situation ist, um so strenger sind die Forderungen an deren sichere Meisterung. In Anknüpfung an die festgelegten radiologischen Ziele werden abgeleitete Kriterien (technische Sicherheitsziele) so definiert, dass bei ihrer Einhaltung die Erfüllung der Sicherheitsfunktionen gewährleistet ist und die Integrität der Barrieren gegen Freisetzungen von radioaktiven Stoffen gewahrt bleibt. Diese Kriterien orientieren sich auf die Wahrung der Integrität des Kernbrennstoffs, der Hülle der Brennelemente, der Druckgrenze im Primär- und Sekundärkreis und der Schutzhülle (des Sicherheitsbehälters).

Für die Kommunikation zwischen dem Betreiber und den potenziellen Auftragnehmern (einheitlich für alle Auftragnehmer) werden die Ausschreibungsunterlagen verwendet, deren technischer Teil aus dem Dokument EUR [5] abgeleitet wurde. Die Kategorisierung der Kraftwerkszustände gemäß dieser Dokumentation einschließlich der indikativen Aufführung der Frequenz des Aufkommens der Zustände ist in Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1 Kategorisierung der Zustände des KKWs

Zustand des KKWs	Bezeichnung	Frequenz des Aufkommens [r^{-1}]
Normalbetrieb	DBC1	-
Abnormaler Betrieb	DBC2	$10^{-2} - 1$

Wenig wahrscheinliche anzunehmende Unfälle	DBC3	$10^{-4} - 10^{-2}$
Sehr wenig wahrscheinliche anzunehmende Unfälle	DBC4	$10^{-6} - 10^{-4}$
Komplexe Vorfälle	DEC	$<10^{-6}$
Schwere Unfälle	DEC	

Dieser Bericht behandelt von der Gesamtmenge der möglichen KKW-Zustände nur die anzunehmenden Unfälle des Modells. Laut der bestehenden Verordnung der Behörde SÚJB Nr. 195/99 [3] versteht sich unter einem anzunehmenden Unfall ein in der Projektlösung der Kernkraftanlage angenommener Störfall, der eine Freisetzung von Radionukliden, ionisierender Strahlung oder Strahlenexposition von Personen zur Folge haben kann. Der Entwurf der Neufassung der Verordnung 195/99 [4] konkretisiert, dass für anzunehmende Unfälle die Einhaltung der anzunehmenden Kriterien der anzunehmenden Unfälle sichergestellt sein muss, d. h. die Erfüllung der grundlegenden Sicherheitsfunktionen und Wahrung der physischen Barrieren gegen Freisetzung radioaktiver Stoffe. Unter anzunehmende Unfälle gemäß der Verordnung 195/99 können aus den EUR-Kategorien die als DBC 3 und DBC 4 eingeordnet werden. Die Ausschreibungsunterlagen im Einklang mit EUR [5] geben folgende typische Initiationsvorfälle an, die die Zustände DBC 3 und DBC 4 zur Folge haben könnten.

DBC3

- geringer Austritt von Primärkühlmittel
- geringer Austritt von Sekundärkühlmittel
- erzwungene Senkung des Kühlmitteldurchflusses durch den Reaktor
- Beladung des Brennelementbündels in der aktiven Zone in falsche Lage
- Ausstoß eines Steuerstabes an der Leistung
- ungewollte Öffnung eines Sicherheitsventils am Volumenkompensator
- Bruch des Behälters für Kühlmittelnachschub
- Bruch des Behälters mit gasförmigen radioaktiven Abfällen
- Bruch des Behälters mit flüssigen radioaktiven Abfällen
- Bruch eines Rohrs des Dampferzeugers, ohne Iod-Spike vor dem Unfall
- vollständiger Verlust der Stromversorgung von außen (bei einer Dauer bis zu 72 Stunden)

DBC4

- Bruch der Hauptdampfleitung
- Bruch der Primärspeiseleitung
- Zwängung des Laufrads der Hauptumwälzpumpe
- Auswurf eines Steuerstabes aus der aktiven Zone
- großer Unfall mit Austritt des Primärkühlmittels bis zum beidseitigem Bersten der größten Primärleitung
- Unfall bei Manipulation mit dem Brennstoff
- Bruch eines Rohrs des Dampferzeugers, mit Iod-Spike vor dem Unfall

Die Kriterien der Annehmbarkeit für die Unfälle DBC3 und DBC4 erfordern hinsichtlich der Funktionstüchtigkeit der Barrieren gegen das Austreten von radioaktiven Stoffen, dass:

- die Integrität und Dichtigkeit des Schutzbehälters voll gewahrt bleibt,
- neben dem Initiationsvorfall kein nachfolgender Verlust der Integrität des Reaktorkühlsystems erfolgt,
- eine Verletzung nur einer beschränkten Anzahl von Brennelementen eintritt (<1 % für DBC 3, <10 % DBC 4), wobei sich unter Verletzung eine Störung der Luftdichtigkeit der Hülle mit

möglicher Freisetzung von Spaltprodukten aus den Gasräumen des Brennelements in das Kühlungssystem des Reaktors versteht,

- keine Beschädigung der aktiven Zone im Sinne einer Überschreitung der anzunehmenden Kriterien für die Verletzung von Brennelementen und für die Beschädigung des Brennstoffsystems, vor allem darf keine Brennstoffschmelze mit Beschädigung der Geometrie der aktiven Zone eintreten, die eine langfristige Kühlung der Zone unmöglich machen würde.

3. QUELLEN RADIOAKTIVER STOFFE BEI ANZUNEHMENDEN UNFÄLLEN

Radioaktive Stoffe und insbesondere Spaltprodukte, die potenziell in die Umgebung des KKWs freigesetzt werden können, befinden sich:

- im Kühlmittel des Reaktorkühlsystems,
- unter den Überzügen und allgemein in den Gasräumen der Brennelemente,
- in der eigentlichen Struktur (Matrix) des Kernbrennstoffs.

Der wichtigste Teil der Spaltprodukte befindet sich in der eigentlichen Struktur des Kernbrennstoffs. Bei anzunehmenden Unfällen werden jedoch nur die flüchtigen Spaltprodukte freigesetzt, die sich aus dem Brennstoff in die Gasräume von verletzten Brennelementen freigesetzt haben. Es handelt sich vor allem um Edelgase (Xe, Kr), Halogene (I, Br) und Alkalimetalle (Cs, Rb), sonstige Spaltprodukte finden sich in den Gasräumen in einer weit geringeren Menge. Für eine vereinfachte Begutachtung der Strahlenfolgen von anzunehmenden Unfällen werden in der Regel drei charakteristische Radionuklide verwendet: Xe-133, I-131 und Cs-137.

Die Aktivität des Primärkühlmittels verursachen die aus undichten Brennelementen freigesetzten Spaltprodukte durch Aktivierung des Primärkühlmittels und der Korrosionsprodukte. Diese Aktivität ist deutlich von den verwendeten Werkstoffen, der Laufzeit und vor allem vom Umfang der undichten Elemente abhängig. Die Gleichgewichtsaktivität unter stabilisierten Betrieb kann sich um ein Vielfaches erhöhen bei Druck- und Leistungsänderungen infolge einer weiteren Freisetzung von Spaltprodukten von unterhalb der Überzüge (sog. Iod-Spike). Bei einem Mangel an genaueren Unterlagen empfiehlt das Dokument EUR [5] für die spezifische Aktivität der Iod- Radioisotope im Primärkühlmittel die Gleichgewichtsaktivität des Jodäquivalents von I_{131} $1,11 \cdot 10^7$ Bq/kg, unter Annahme eines Iod-Spikes von $7,4 \cdot 10^8$ Bq/kg. Für die Menge des Primärkühlmittels von ca. 250 Tonnen wäre das durch I_{131} -Äquivalent im Kühlmittel ausgedrückt wird, auch ohne eine anschließende Verletzung der Brennelemente beträchtlich, zirka 185 TBq. Diese Angabe deutet die Möglichkeit nicht vernachlässigbarer Folgen von anzunehmenden Unfällen auch dann an, wenn die Integrität des Überzugs der Brennelemente gewahrt bleibt, der Verlust des Primärkühlmittels in die Umgebung, z. B. über einen beschädigten Dampferzeuger, aber hoch ist.

Für eine Vorstellung über das Gesamtinventar an Spaltprodukten in der aktiven Zone ist in der folgenden, aus dem Dokument MAE [6] übernommenen Tabelle (Tabelle 2) zur Verdeutlichung das Gesamtinventar von ausgewählten Radioisotopen für 3 Reaktortypen aufgeführt.

Aus den genannten Werten ergibt sich, dass die gesamte I-131-Gleichgewichtsaktivität im Primärkühlmittel sich in der Größenordnung von einem Millionstel des I-131-Inventars im Brennstoff bewegt. In den Gasspalt des Brennstoffs wird von der genannten Menge Inventar in der Größenordnung von einigen wenigen Prozent freigesetzt, vor allem in Abhängigkeit von Abbrand und Temperatur des Brennstoffs. Konservative Schätzungen geben eine Freisetzung vom Gesamtinventar in den Gasspalt bis 5 % an, für den Brennstoff der PWR-Reaktoren mit zentraler Öffnung werden auch weit geringere Werte angegeben, um 0,3 %. Die Menge der freigesetzten Aktivität aus dem Brennstoff in das Kühlsystem des Reaktors hängt dann von der Anzahl der verletzten Brennelemente und von deren Abbrand ab. Z. B. für den Reaktor PWR 1000 wird unter vorausgesetzten 10 % der Brennelemente eine freigesetzte I-131-Aktivität aus dem Brennstoff in den Primärkreis mit 0,08 % des Gesamtinventars angegeben. Hier muss jedoch betont werden, dass durch den Einsatz der Prozesse zur Senkung der Konzentration an Spaltprodukten im Primärkreis und vor allem im Sicherheitsbehälter erreicht wird, dass in die Umgebung bei anzunehmenden Unfällen vom Gesamtinventar an I-131 in der aktiven Zone eine Menge in der Größenordnung von Zehnmillionsteln freigesetzt wird.

Tabelle 2 Inventar ausgewählter Spaltprodukte im Brennstoff unter Gleichgewichtsbedingungen

Radionuklid	PWR 1000, 3000 MWt 50000 MWd/teU	AP 1000 3415 MWt	US EPR 4612 MWt
		Maximaler durchschnittlicher Abbrand des entladenen Brennstoffs 62,000 (MWd/teU)	
Edelgase [Bq]			
Kr-85m	7,69E+17	9,73 E+17	1,66 E+18
Kr-87	1,53E+18	1,88 E+18	3,34 E+18
Kr-88	2,14E+18	2,64 E+18	4,74 E+18
Xe-133	7,21E+18	7,03 E+18	10,7 E+18
Xe-135	1,60E+18	1,79 E+18	3,43 E+18
Iode [Bq]			
I-131	2,92E+18	3,56 E+18	5,14 E+18
I-132	3,99E+18	5,18 E+18	7,47 E+18
I-133	6,79E+18	7,36E+18	10,7 E+18
I-134	7,50E+18	8,07 E+18	11,8 E+18
I-135	6,08E+18	6,88 E+18	9,95 E+18
Cäsium [Bq]			
Cs-134	5,07E+17	7,18 E+17	2,40 E+18
Cs-137	3,15E+17	4,18 E+17	9,14 E+17

4. EUR-METHODIK ZUR ÜBERPRÜFUNG DER SICHERHEITZIELE FÜR ANZUNEHMENDE UNFÄLLE

Die aus dem Dokument EUR [5] für ETE 3,4 abgeleiteten Ausschreibungsunterlagen limitieren die Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung des KKW's gemäß den maßgeblichen Radionukliden so, damit keine gesundheitlich schwerwiegenden Strahlenfolgen von anzunehmenden Unfällen eintreten. Ein Vorteil der vorgeschlagenen Methode ist die Möglichkeit, die Bewertung des Sicherheitsniveaus der eigentlichen Kernkraftanlage zu vereinfachen und die durch uneinheitliche Methodik der Berechnung und unterschiedliche weitere, in die Rechnung eingehende Parameter, wie z. B. die meteorologische Situation, verursachte Unterschiede in der Bewertung der Strahlenfolgen zu beseitigen. Konkrete, für die Einhaltung der festgelegten Grenzwerte erforderliche technische Maßnahmen liegen dann in der Verantwortung jedes konkreten Auftragnehmers. Die technischen Lösungen müssen evident auf eine Minimierung des Austritts des Kühlmittels in die Umgebung bei einer Verletzung der Luftdichtigkeit der Druckgrenze zwischen dem Primär- und dem Sekundärkreis, eine Minimierung der Anzahl der verletzten Brennelemente bei einem Unfall, Isolierung und Sicherstellung der Dichtigkeit des Sicherheitsbehälters und zum Einsatz von Mechanismen für die Entfernung von Spaltprodukten aus der Atmosphäre des Sicherheitsbehälters gerichtet sein.

Für anzunehmende Unfälle wurden zwei Sicherheitsziele festgelegt:

Erstes Sicherheitsziel: IN EINEM ABSTAND VON ÜBER 800 M VOM REAKTOR DÜRFEN KEINE DRINGLICHEN SCHUTZMASSNAHMEN ERFORDERLICH SEIN, WORIN DECKUNG, JODPROPHYLAXE UND EVAKUATION ENTHALTEN SIND.

Kommentar:

Für die Einführung von dringlichen Maßnahmen gelten in Tschechien Richtwerte für Einsatzniveaus gemäß der Verordnung Nr. 307/2002 GBl. (im Einklang mit Empfehlung der ICRP und Verordnung 96/29/EURATOM).

Für Deckung und Jodprophylaxe bildet den Richtwert die Erreichung der zu vermeidenden Äquivalentdosis für die Dauer von vorzugsweise 7 Tagen in einem Bereich zwischen 5 mSv bis 50 mSv. Ein konkretisierendes Leitmaß für die Deckung bildet die zu vermeidende Äquivalentdosis für die Dauer der Deckung von nicht länger als 2 Tagen von 10 mSv und für die Jodprophylaxe die zu

vermeidende, durch Radioisotope des Jods verursachte Einlagerung der Äquivalentdosis in der Schilddrüse von 100 mSv.

Für Evakuaton ist der Richtwert die Erreichung der zu vermeidenden Äquivalentdosis für die Dauer von vorzugsweise 7 Tagen in einem Bereich von 50 mSv bis 500 mSv. Ein konkretisierendes Leitmaß für die Evakuaton bildet die zu vermeidende Äquivalentdosis für die Dauer der Evakuaton von nicht länger als 1 Woche die zu vermeidende Äquivalentdosis von 100 mSv

Zweites Sicherheitsziel: Die wirtschaftlichen Auswirkungen des Unfalls infolge der anschließenden Schutzmaßnahmen, zu denen Umsiedlung, Regelung der durch Radionuklide kontaminierten Lebensmittel und Wassers und Regelung der durch Radionuklide kontaminierten Futtermittel zählen, müssen möglichst gering sein, mit einer Beschränkung in einem Abstand von maximal einigen wenigen Kilometern (auf einige Quadratkilometer).

Kommentar:

Für die Einführung von anschließenden Schutzmaßnahmen gelten in Tschechien ebenfalls Richtwerte für Einsatzniveaus gemäß der Verordnung Nr. 307/2002 GBl. (im Einklang mit Empfehlung der ICRP und der Verordnung 96/29/EURATOM).

Für die Regelung der Verwendung von durch Radionuklide verunreinigten Lebensmitteln, Wasser und Futtermitteln ist als Richtwert die Erreichung der zu vermeidenden Äquivalentdosis während des ersten Jahres nach einem Strahlungsunfall in einem Bereich von 5 mSv bis 50 mSv und die Erreichung der zu vermeidenden Äquivalentdosis in den einzelnen Organen und Geweben in einem Bereich von 50 mSv bis 500 mSv.

Für die Umsiedlung der Bevölkerung ist der Richtwert die Erreichung der zu vermeidenden Äquivalentdosis in einem Bereich von 50 mSv bis 500 mSv. Ein konkretisierendes Leitmaß für den Beginn einer vorübergehenden Umsiedlung ist die zu vermeidende Äquivalentdosis von 30 mSv für die Dauer von 1 Monat, für das Ende der vorübergehenden Umsiedlung die zu erwartende Äquivalentdosis von 10 mSv für 1 Monat und für dauerhafte Umsiedlung eine zu erwartende Äquivalentdosis für das ganze Leben von 1 Sv.

Die EUR-Methodik [5] setzt zur Kontrolle der Einhaltung des ersten Sicherheitszieles das folgende Verfahren ein:

- die mit realistischer Methode berechneten Austritte sind in 3 Gruppen von Radioisotopen aufgeteilt,
- die lineare Kombination der Größe dieser Austritte wird mit dem festgelegten Kriterium verglichen.

Die verwendete lineare Kombination der Austritte für die einzelnen Isotope sieht folgendermaßen aus:

$$\sum_{i=1}^3 R_{ig} * C_{ig} + \sum_{i=1}^3 R_{ie} * C_{ie} = D < L$$

(L = 5E-3 für DBC4; L = 1E-3 für DBC3)

wobei

- R_{ig} und R_{ie} die Gesamtaustritte (erdnahe und in Höhe) in TBq von 3 Radioisotopen sind, integriert für die Gesamtdauer der Austritte.
- C_{ig} und C_{ie} die Koeffizienten der linearen Kombination sind, die die Beiträge der einzelnen Isotope zu den Äquivalentdosen ausdrücken (Tabelle 3).

Die einzelnen Glieder der linearen Kombination stellen dann ungefähr die Beiträge der einzelnen Isotopgruppen zu den Äquivalentdosen dar. Die Koeffizienten gelten für Aktivitätsquellen in der Aktivzone und im Kühlsystem des Reaktors, ohne große Beschädigung des Brennstoffs.

L = 5,0.10⁻³ für DBC4 entspricht ungefähr der Äquivalentdosis für den ganzen Körper von 5 mSv und L = 1,0.10⁻³ für DBC3 entspricht orientierungshalber einer Äquivalentdosis von 1 mSv.

Das im EUR-Dokument mit dem Wert ohne Dimension von $5,0 \cdot 10^{-3}$ genannte Sicherheitsziel stellt in den realen Bedingungen eines Strahlungsunfalls bei Nichteinführung von Schutzmaßnahmen einen wahrscheinlichen Ausschluss einer Möglichkeit der Strahlenexposition eines Individuums aus der kritischen Bevölkerungsgruppe auf einem Niveau, das 5 mSv deutlich überschreitet, dar.

Dieses Sicherheitsziel für anzunehmende Unfälle mit einer sehr geringen Frequenz des Vorkommens ist viel strenger als die gesetzlichen Grenzwerte für anzunehmende Unfälle in vielen anderen Ländern (z. B. Belgien, Frankreich, Deutschland, Niederlande, Slowakei, Spanien, Schweden, Schweiz, Großbritannien, USA), die sich in einem Bereich von 20 bis 250 mSv bewegen.

Tabelle 3 **Koeffizienten der linearen Kombination für die Auswertung der Strahlenfolgen der anzunehmenden Unfälle**

Isotopengruppe	C_{ig} für erdnahen Austritt	C_{ie} für Höhenaustritt
Xe133	$1,5 \times 10^{-8}$	$3,0 \times 10^{-9}$
I_{131}	$8,1 \times 10^{-5}$	$3,5 \times 10^{-6}$
Cs137	$1,5 \times 10^{-4}$	$8,1 \times 10^{-6}$

Für die Einhaltung des zweiten Sicherheitsziels legt die EUR-Methodik Grenzwerte der Austritte für die zwei Bezugsisotopen I_{131} und Cs_{137} mit folgenden Werten fest (Tabelle 4):

Tabelle 4 **Grenzwerte für Austritte der Bezugsisotopen zur Beschränkung der wirtschaftlichen Auswirkungen der anzunehmenden Unfälle**

Isotopengruppe	Grenzwert des erdnahen Austritts, TBq	Grenzwert Höhenaustritt, TBq
I_{131}	10	150
Cs_{137}	1,5	20

Es ist wichtig zu betonen, dass das durch den Grenzaustritt gemäß Tabelle 4 festgelegte Sicherheitsziel den Auswirkungen keines konkreten anzunehmenden Unfalls potenzieller neuer Kernkraftanlagen für Temelín entspricht, sondern mithilfe der zwei radiologisch wichtigsten Radionuklidgruppen die langfristigen Beeinträchtigungen durch den Unfall auf ein gesellschaftlich annehmbares Niveau reduziert.

Der Einsatz der genannten erdnahen Austritte in die lineare Kombination EUR für das erste Sicherheitsziel ergibt den Wert $1,035 \cdot 10^{-3}$. Daraus folgt, dass die Auswirkungen der das zweite Sicherheitsziel erfüllenden Austritte mit den Auswirkungen der das erste Sicherheitsziel erfüllenden Austritte mit dem Kriteriumswert von $1,0 \cdot 10^{-3}$ vergleichbar sind und zu keinen deutlich höheren Äquivalentdosen als 1 mSv führen sollten.

5. ÜBERPRÜFUNG DER KONSERVATIVITÄT DES QUELLENGLIEDS DURCH GEGENÜBERSTELLUNG MIT DEM SICHERHEITSBERICHT ETE 1,2

Zur Überprüfung der Konservativität des gewählten Quellenglieds wurden die Angaben aus den Unterlagen für den Sicherheitsbericht der ersten zwei Blöcke des KKW's Temelín verwendet. Die nachstehende Tabelle

Tabelle 5 gibt die Menge der in die Umgebung (während der Gesamtdauer des Unfalls) freigesetzten, einzelnen charakteristischen Radioisotope (Xe-133, I-131 und Cs-137) für typische, mit Austritt von radioaktiven Stoffen verbundene Unfälle an. Die Tabelle 5 gibt neben der Menge der freigesetzten Radionuklide die berechneten Kriteriumswerte D gemäß der EUR-Methodik [5] an und stellt diese Werte anschließend den Grenzwerten gegenüber ($1,0 \cdot 10^{-3}$ bzw. $5,0 \cdot 10^{-3}$). In den Klammern unter den Werten der freigesetzten Isotope sind die prozentuellen Anteile dieser Isotope an der mit der linearen Kombination gemäß EUR sich ergebenden radiologischen Auswirkung aufgeführt. Alle begutachteten Unfälle gehören in die Kategorie DBC4, d. h. sehr wenig wahrscheinliche anzunehmende Unfälle, für die der Grenzwert L gleich $5,0 \cdot 10^{-3}$ ist.

Tabelle 5 Auswertung des Quellenglieds für ausgewählte anzunehmende Unfälle der Blöcke ETE1,2

Anzunehmender Unfall	Hoher Austritt von Primärkühlmittel	Berstung der Leitung zum Primärkreis außerhalb des Sicherheitsbehälters	Blockierung des Lauftrahls der Hauptumwälzpumpe	Berstung des Hauptdampfkollektors	Berstung eines Dampferzeugerrohrs	Unfall bei Manipulation mit dem Brennstoff
Dauer der Austritte [h]	6	0,5	12	6,2	7,8	2,0
Typ des Austritts	erdnah	erdnah	erdnah	erdnah	erdnah	in Höhe
RXe133 [TBq]	4,085E+0 (0,5 %)	8,104E+1 (14,7 %)	2,000E-1 (0,003 %)	1,000E-1 (0,1 %)	9,082E+1 (0,1 %)	1,231E+3 (99 %)
RI131 [TBq]	1,276E-1 (78,4 %)	4,425E-2 (43,3 %)	5,600E-1 (44,99 %)	8,500E-3 (47 %)	9,838E+0 (88,0 %)	9,633E-3
RCs137 [TBq]	1,854E-2 (21,1 %)	2,311E-2 (42,0 %)	3,700E-1 (55,0 %)	5,200E-3 (53 %)	7,166E-1 (11,9 %)	0.
Kriterium EUR, D	1,318E-5	8,266E-6	1,009E-4	1,483E-6	9,058E-4	3,727E-6
L/D (für L = 1.E-3)	75,9	121,0	9,9	673,9	1,1	268,3
L/D (für L = 5.E-3)	379,5	605	49,5	3369,5	5,5	1341,5

Aus der Analyse der genannten Tabelle ergibt sich:

- Für alle anzunehmenden Unfälle, für die der ungefilterte Austritt entweder aus dem Sicherheitsbehälter oder Austritt des Primärkühlmittels über Überströmstationen im Sekundärkreis überwiegend ist, kann der Austritt als erdnah charakterisiert werden und der Beitrag der Edelgase zu den Strahlenfolgen ist vernachlässigbar.
- Unfälle mit Austritt des Kühlmittels aus dem Primär- in den Sekundärkreis über einen beschädigten Dampferzeuger sind für die bestehenden Reaktoren limitierend hinsichtlich der Strahlenfolgen, obwohl bei ihnen die Brennelemente ihre Dichtigkeit nicht einbüßen (obwohl die konservative Vernachlässigung des realen Temperaturauftriebs bei der Auswertung der Strahlenfolgen erwähnt werden muss).
- Für alle begutachteten Unfälle ist das für die EIA-Studie verwendete Quellenglied konservativ auch für die bestehenden Reaktoren in Temelín.
- Für den Höhengasaustritt aus dem Abluftkamin über die Filter, der für bei Manipulation mit dem Brennstoff entstehende Unfälle typisch ist, ist hingegen der Beitrag der Edelgase ausschlaggebend, während die übrigen Radioisotope an den Filtern festgehalten werden. In diesem Fall ist aber die Reserve bis zum EUR-Grenzwert über tausendfach und der berechnete Austritt von I-131 über 15 500 Mal geringer als der Grenzwert für Höhengasaustritt.
- Auch für den Reaktor des Typs V 320 mit einfachem Sicherheitsbehälter werden mit großer Reserve die im EUR-Dokument für neue Reaktoren festgelegten Grenzwerte eingehalten. Diese Grenzwerte werden nicht nur für den EUR-Grenzwert von 5 mSv für die gegebene Unfallkategorie eingehalten, sondern auch für den allgemein verbindlichen Grenzwert von 1 mSv pro Jahr.

6. GEGENÜBERSTELLUNG DES IN DER EIA-STUDIE VERWENDETEN QUELLENGLIEDS MIT BEKANNTEN PROJEKTEN NEUER REAKTOREN

Eine weitere Überprüfung der Konservativität des Quellenglieds bestand im Vergleich der freigesetzten Menge an ausgewählten Radioisotopen mit den verfügbaren Ergebnissen der Berechnung für die für den Bau in Temelín in Frage kommenden Projekte. In der Tabelle Tabelle 6 werden die im Quellenglied für EIA Bezugsisotope angenommenen Werte der Austritte der Bezugsisotope den im Sicherheitsbericht ETE 1,2 und den verfügbaren Angaben für potenzielle neue Projekte gegenübergestellt. In der Gegenüberstellung sind die Angaben für das Projekt AP 1000 nicht enthalten, für die keine vergleichbaren Angaben zur Verfügung standen. Aus dem Vergleich ergibt sich, dass nicht konservativ nur das Quellenglied für Xe_{133} verwendet wurde, das jedoch, wie bereits gesagt, hinsichtlich der gesundheitlichen Auswirkungen bedeutungslos ist. Auch wenn die Austrittswerte für die ganze Unfalldauer (die länger als 1 Tag ist, wohingegen für die EIA der gesamte Austritt innerhalb von 6 Stunden vorausgesetzt wurde) gegenübergestellt würden, dann wären für die EIA der Austritt von I_{131} mindestens 370 Mal und der Austritt von Cs_{137} mindestens 4700 Mal überhöht.

Tabelle 6 Gegenüberstellung der Austritte von ausgewählten Radioisotopen für anzunehmende Unfälle mit maximalem Austritt in die Umgebung

Isotopengruppe	Quellenglied EIA	ETE 1,2 Berstung eines Dampferzeugerrohrs	ETE 1,2 Hoher Austritt von Primärkühlmittel	Neue Projekte, Austritt 1 Tag	Neue Projekte, ganze Unfalldauer
Xe_{133} , TBq	0	90,82	4,0850	16-291	130-433
I_{131} , TBq	10	9,84	0,1276	(2,5- 7,7) · 10 ⁻³	(1,2- 2,7) · 10 ⁻²
Cs_{137} , TBq	1,5	0,72	0,01854	(1,6- 20,8) · 10 ⁻⁵	(1,6-31,9) · 10 ⁻⁵

7. AUSWERTUNG DER STRAHLENFOLGEN BEI IN DER DOKUMENTATION DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG GENANNTEN ANZUNEHMENDEN UNFÄLLEN

Für die Festlegung des zur Auswertung der Strahlenfolgen von anzunehmenden Unfällen verwendeten Quellenglieds wurde die Hüllenmethode verwendet, ohne direkte Kopplung an eine konkrete Projektlösung. Im Quellenglied wurden die freigesetzten Gesamtaktivitäten für zwei Isotope eingegeben, konkret für I_{131} und Cs_{137} , mit Werten gemäß der Tabelle 4, die für die Minimierung wirtschaftlicher Auswirkungen der anzunehmenden Unfälle gültig sind. Aus der vorstehenden Analyse ergibt sich die Zulässigkeit dieser Annäherung unter Verwendung der Grenzwerte für erdnahen Austritt, die mit ausreichender Reserve die konservative Hülle für anzunehmende Unfälle der bestehenden und neuen KKW's bilden.

Es ist auch aus dem vorstehenden Text ersichtlich, dass die den Grenzwerten für Höhengaustritt entsprechende Freisetzung radioaktiver Stoffe zwar wahrscheinlich die Erfüllung des Kriteriums der minimalen wirtschaftlichen Auswirkungen ermöglichen würde, aber die freigesetzten Mengen erscheinen für anzunehmende Unfälle unrealistisch hoch und entsprechen eher der Kategorie der auslegungüberschreitenden Unfälle.

Die Charakteristik der Umweltrisiken bei möglichen Unfällen und außerordentlichen Zuständen in der EIA-Dokumentation orientiert sich natürlich an der Auswertung einer eventuellen Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Umgebung bei anzunehmenden Unfällen und den zusammenhängen Strahlenfolgen.

Die Ausgangsbedingungen der Berechnung für anzunehmende Unfälle (DBC 3 und 4) waren folgende:

Tabelle 7 **Ausgangsbedingungen der Berechnung für anzunehmende Unfälle in der Umweltverträglichkeitsprüfung**

Typ des Austritts	erdnah	in Höhe
Wetterkategorie	D	D
Temperaturauftrieb	gleich Null	gleich Null
Quellenglied	I-131: 10TBq Cs-137: 1,5TBq	I-131: 150TBq Cs-137: 20TBq
Richtung der Ausbreitung und Windgeschwindigkeit	in OSO-Sektor 5 m/s	in OSO-Sektor 5 m/s
Niederschläge	10 mm/h	10 mm/h
Höhe des Austritts	45 m	100 m
Jodverteilung	5 % Aerosolform, 5 % organische Form, 90 % elementar	5 % Aerosolform, 5 % organische Form, 90 % elementar
Dauer des Austritts	6 Stunden	6 Stunden

Es wurde die kurzfristige (48 Stunden) und langfristige (1 Jahr und Lebensdosis) Strahlenexposition eines Individuums gemessen – eines zum Zeitpunkt des Unfalls 1-2 Jahre alten Kindes. Die sich ergebende kurzfristige Strahlenexposition setzt sich aus den Beiträgen folgender Expositionswege zusammen:

- Strahlenexposition aus Wolke,
- Inhalation (einschließlich Resuspension),
- Ablagerung.

In der eigentlichen EIA-Dokumentation waren die Ergebnisse der Berechnung für eine kurzfristige Strahlenexposition (48 Stunden) nicht angegeben.

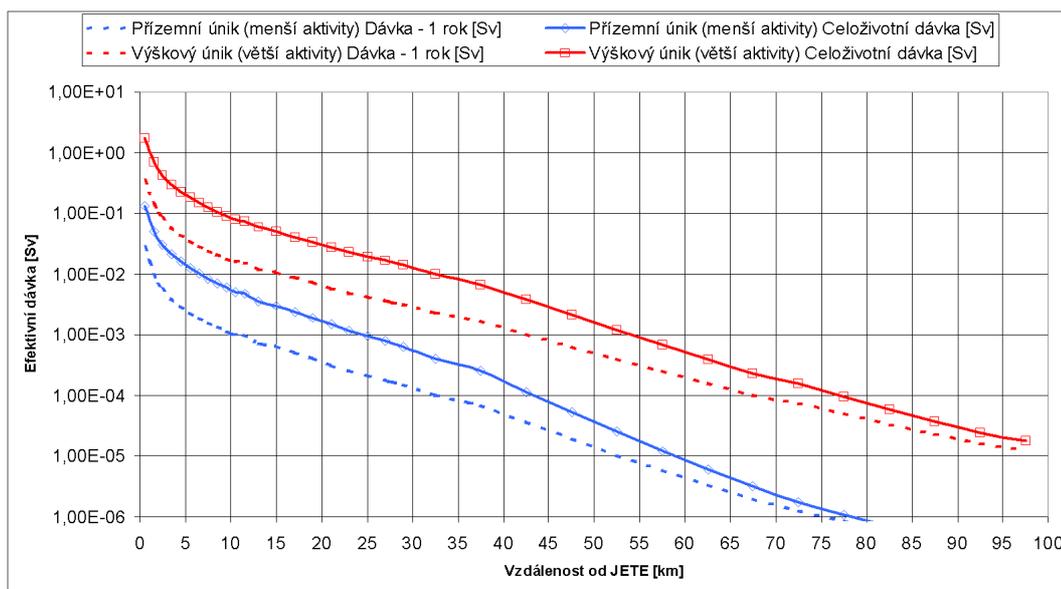
Bei der Berechnung der Strahlenexposition des Individuums für die Dauer von einem Jahr und länger wird auch der ingestive Weg in Betracht gezogen. Die Folgen der inneren Strahlenexposition infolge des jährlichen Empfangs an Ingestionen sind mit dem Wert einer 70-jährigen Einlagerung einer Äquivalentdosis für ein Kind ausgedrückt (nachstehend „Äquivalentdosis mit Ingestion pro Jahr“). Ähnlich ist es bei der Berechnung der „Lebensdosis“, d. h. der Summe der Dosen aus der äußeren Strahlenexposition und der Einlagerung der Äquivalentdosis aus Empfängen während 70 Jahre. Auf die Berechnung der Folgen der Strahlenexposition einer solchen Person aus Ingestion haben einen grundlegenden Einfluss die folgenden 4 Faktoren:

- Warenkorb – Anteil der aus lokalen (und somit kontaminierten) Quellen konsumierten Lebensmittel,
- Dauer des Fallouts,
- Alter der Person,

- Gelände – beeinflusst die Geschwindigkeit trockener Ablagerung.

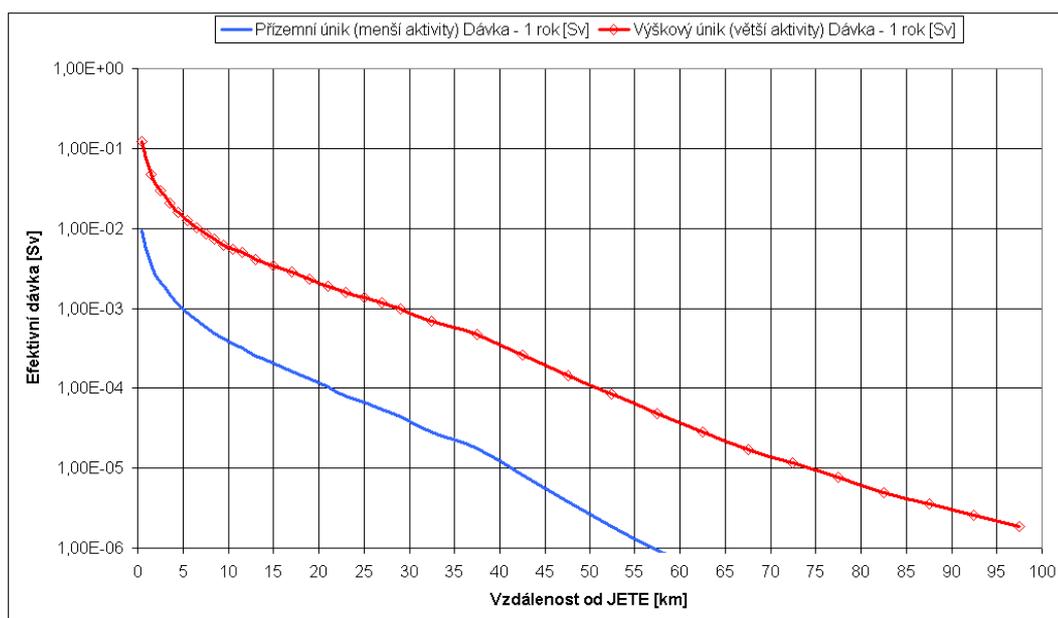
Was die Auswertung der möglichen radiologischen Folgen in einer bestimmten Richtung der Ausbreitung der Radionuklide betrifft, sind die Merkmale des Geländes ein fester Faktor, sie haben aber trotzdem einen deutlichen Einfluss auf die Berechnung. Die Variabilität des Geländes entlang der Strecke der Abluffahne verursacht lokale Schwankungen bei den Werten der Äquivalentdosen. Konservativ wird vorausgesetzt, dass der Unfall während des Sommers eintritt und alle nicht geernteten Früchte direkt betroffen werden. Die Festlegung des Alters bei der repräsentativen Person, für die die sich ergebende Äquivalentdosis bzw. die Einlagerung der Äquivalentdosis ausgewertet wird, ist eindeutig, die ungünstigsten Werte werden bei einem Kind von 1 – 2 Jahren zum Zeitpunkt des Unfalls erreicht. Der Lebensmittel-/Warenkorb (d. h. die Menge und Zusammensetzung der Lebensmittel, die das betreffende Individuum im gegebenen Zeitraum verzehrt) wurde aus den statistischen Angaben in Tschechien abgeleitet. Es wurden zwei unterschiedlich hohe Niveaus des Austritts gewählt. Der Höhenaustritt wurde für die Höhe von 100 m und der erdnahe Austritt für die Höhe von 45 m modelliert.

Die Ergebnisse der in EIA präsentierten Berechnung finden sich in den Abbildungen 1 und 2. Zum Vergleich finden sich in der nächsten Abbildung 3 die Ergebnisse der Strahlenexposition für die Dauer von 48 Stunden und 1 Jahr. Schließlich sind in der Abbildung 4 die Ergebnisse der Berechnung für einen Erwachsenen aufgeführt. Auf die Senkung der Äquivalentdosis für die Dauer von 1 Jahr wurde beim Erwachsenen der Einfluss von Umrechnungsfaktoren zwischen der Einlagerung der Äquivalentdosis von der inneren Strahlenexposition und dem Empfang von Radionukliden (Sv/Bq), die bei Kindern deutlich ungünstiger sind (ihr Wert ist höher), eingesetzt.



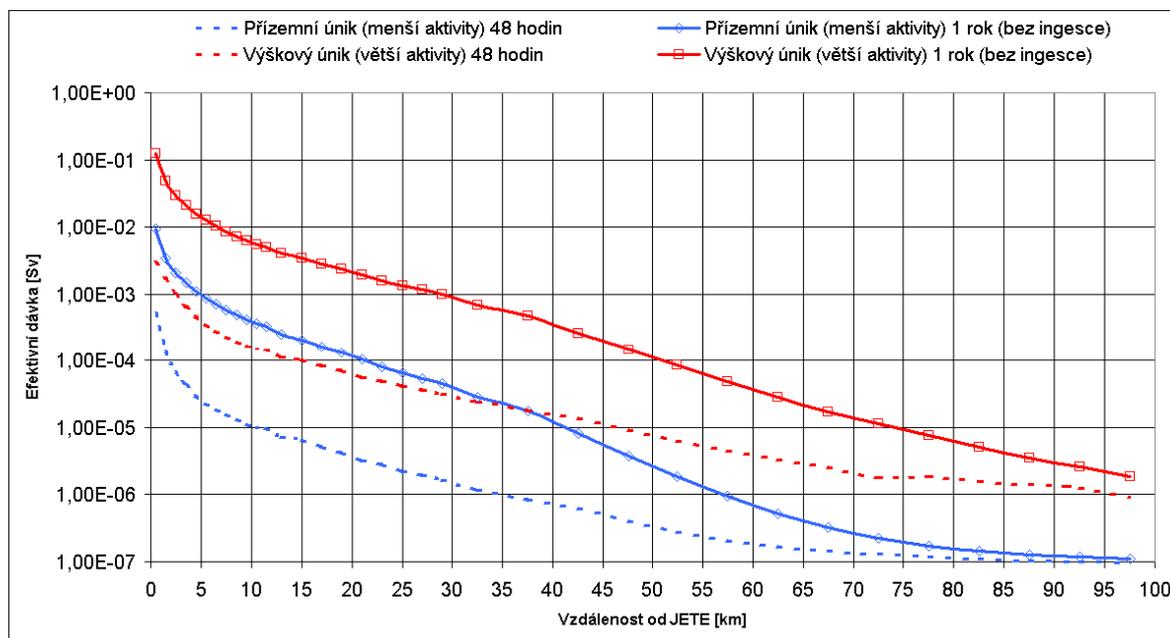
Efektivní dávka /Sv/	Effektive Dosis /Sv/
Přizemní únik (menší aktivity) Dávka – 1 rok /Sv/	Erdnaher Austritt (geringere Aktivität) Dosis - 1 Jahr /Sv/
Přizemní únik (menší aktivity) Celoživotní dávka /Sv/	Erdnaher Austritt (geringere Aktivität) Lebensdosis /Sv/
Výškový únik (větší aktivity) Dávka – 1 rok /Sv/	Höhenaustritt (höhere Aktivität) Dosis - 1 Jahr /Sv/
Výškový únik (větší aktivity) Celoživotní dávka /Sv/	Höhenaustritt (höhere Aktivität) Lebensdosis /Sv/

Abbildung 1 **Anzunehmender Unfall, Äquivalentdosis pro 1 Jahr [Sv] und Lebensdosis, mit Ingestion (Kinder 1-2 Jahre, Dauer der Strahlenexposition 70 Jahre)**



Efektivní dávka /Sv/	Effektive Dosis /Sv/
Přízemní únik (menší aktivity) Dávka – 1 rok /Sv/	Erdnaheer Austritt (geringere Aktivität) Dosis - 1 Jahr /Sv/
Výškový únik (větší aktivity) Dávka – 1 rok /Sv/	Höhenaustritt (höhere Aktivität) Dosis - 1 Jahr /Sv/
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

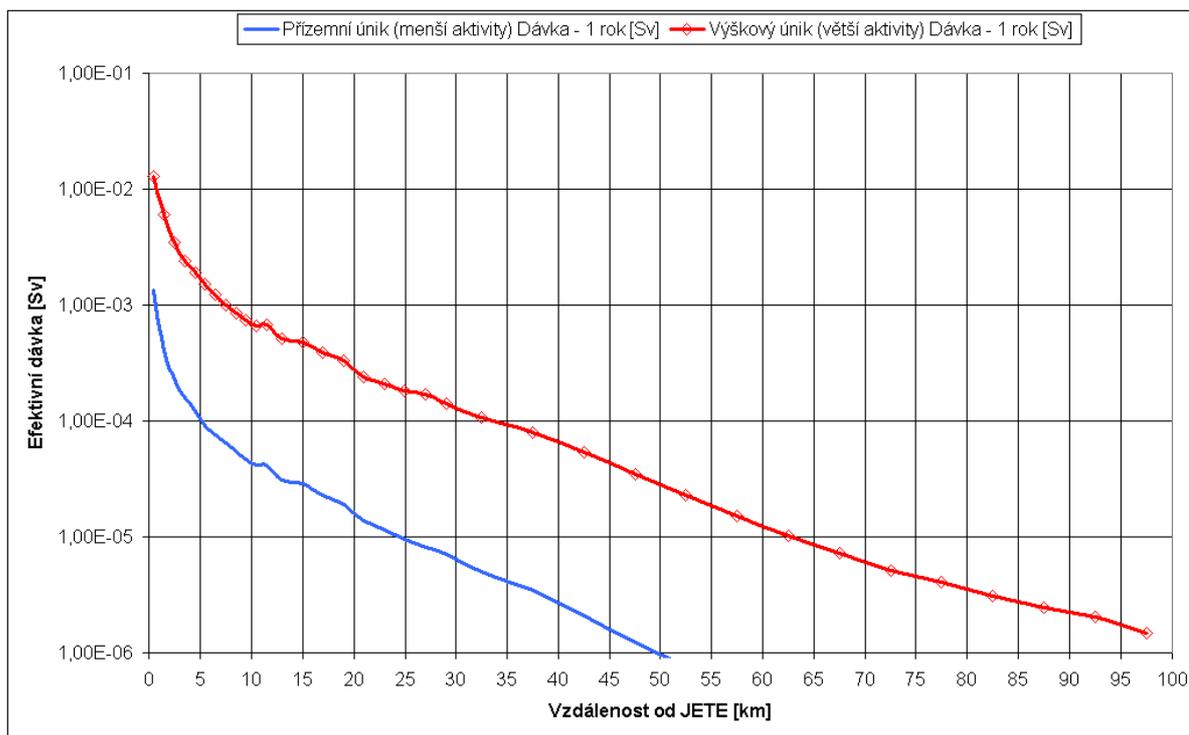
Abbildung 2 **Anzunehmender Unfall, Äquivalentdosis pro 1 Jahr [Sv], ohne Ingestion (Kinder 1-2 Jahre)**



Efektivní dávka /Sv/	Effektive Dosis /Sv/
Přízemní únik (menší aktivity) 48 hodin	Erdnaheer Austritt (geringere Aktivität) 48 Stunden
Přízemní únik (menší aktivity) 1 rok (bez ingesce)	Erdnaheer Austritt (geringere Aktivität) 1 Jahr (ohne Ingestion)
Výškový únik (větší aktivity) 48 hodin	Höhenaustritt (höhere Aktivität) 48 Stunden
Výškový únik (větší aktivity) 1 rok (bez ingesce)	Höhenaustritt (höhere Aktivität) 1 Jahr (ohne Ingestion)
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

Abbildung 3 **Bereich der Äquivalentdosen für 48 Stunden und 1 Jahr ohne Ingestion [Sv] für Kinder (1-2 Jahre)**

2 Jahre)



Efektivní dávka /Sv/	Effektive Dosis /Sv/
Přizemní únik (menší aktivity) Dávka – 1 rok /Sv/	Erdnaher Austritt (geringere Aktivität) Dosis - 1 Jahr /Sv/
Výškový únik (větší aktivity) Dávka – 1 rok /Sv/	Höhenaustritt (höhere Aktivität) Dosis - 1 Jahr /Sv/
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

Abbildung 4 Anzunehmender Unfall, Äquivalentdosis pro 1 Jahr [Sv], ohne Ingestion (Erwachsene)

Aus den Ergebnissen der in der EIA-Dokumentation präsentierten Berechnungen und weiteren hier aufgeführten Unterlagenberechnungen ergibt sich, dass trotz der Konservativität bei der Festlegung des Quellenglieds und weiterer Konservativität in der Auswertung der Verbreitung radioaktiver Stoffe und der Expositionswege gesagt werden kann:

- Die Äquivalentdosis von 5 mSv für 48 Stunden für ein Kind, ohne Ingestion, wird nicht einmal in unmittelbarer Nähe des Kernkraftblocks erreicht.
- Die Äquivalentdosis von 5 mSv für 1 Jahr für ein Kind ohne Ingestion kann in einem Abstand von ca. 1,2 km vom Reaktor erreicht werden.
- Die Äquivalentdosis von 5 mSv für 1 Jahr für ein Kind einschließlich Ingestion kann in einem Abstand von ca. 2,9 km vom Reaktor erreicht werden.
- Die Äquivalentdosis von 5 mSv für 1 Jahr für einen Erwachsenen, ohne Ingestion, wird nicht einmal in unmittelbarer Nähe des Reaktors erreicht.

Die konkreten Bedingungen am Standort Temelín sehen so aus, dass die nächsten Wohnhäuser deutlich weiter als 800 m vom Reaktorgebäude liegen, weil die bestehende Schutzzone an manchen Stellen bis zu ca. 3 km beträgt. Daraus folgt, dass die Bewohner nicht dauerhaft in einem Bereich leben, in dem eine deutlichere Bedrohung eintreten könnte. Aufgrund des Vorgenannten kann im Einklang mit der EIA-Dokumentation gesagt werden, dass die Folgen eventueller anzunehmender Unfälle keine Strahlenexposition von Personen verursachen, die die Einführung beliebiger dringlicher Schutzmaßnahmen auch nicht in den nächst um das KKW Temelín gelegenen Gemeinden erforderlich machen würde.

8. SCHLUSS

Aufgrund der durchgeführten Begutachtung kann gesagt werden:

- DAS IN DER EIA-Dokumentation verwendete Quellenglied deckt mit großer Reserve für neue Reaktoren alle anzunehmenden Unfälle mit einer Wahrscheinlichkeit bis $1 \cdot 10^{-4}$ /Jahr, auch solche mit einer Wahrscheinlichkeit bis $1 \cdot 10^{-6}$ /Jahr. Die Verwendung des Quellenglieds für erdnahen Austritt ist angemessen und konservativ für die Unfallkategorie DBC3 und DBC4. (Siehe Tabelle 6 Gegenüberstellung der Austritte von ausgewählten Radioisotopen für anzunehmende Unfälle mit maximalem Austritt in die Umgebung)
- DAS EUR-Quellenglied für die Begrenzung der wirtschaftlichen Auswirkungen beim Höhenaustritt führt zu um Größenordnungen höheren Strahlenfolgen und nähert sich hinsichtlich der langfristigen Folgen angesichts der vertretenen Cs₁₃₇-Gruppe den Folgen eines auslegungsüberschreitenden Unfalls. Die Eignung seiner Verwendung für die geplanten neuen Kernkraftanlagen ist problematisch und es wird erwartet, dass die aufgrund der Angaben vom konkreten ausgewählten Auftragnehmer durchgeführten Sicherheitsanalysen sein unangemessen hohes Niveau an Konservativität bestätigen.
- Es besteht kein Grund, für die neuen Reaktoren höhere Austritte in die Umgebung vorauszusehen, als die im genannten Beispiel für die derzeitigen Reaktoren, weil die Anwendung strengerer Kriterien der Annehmbarkeit die Anzahl der beschädigten Brennelemente bei Unfällen limitiert, es werden Maßnahmen zur Einschränkung von Kühlmittelaustritten in die Umgebung bei Austritten aus dem Primär- in den Sekundärkreis ergriffen und es wird ein doppelter Sicherheitsbehälter eingesetzt, der ungefilterte Austritte in die Umgebung senkt.
- Die Berechnung der in der Umweltverträglichkeitsprüfung genannten Äquivalentdosen ist konservativ, einerseits wegen der Konservativität des Quellenglieds, andererseits wegen der konservativen Analyse der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Umgebung und der Befolgung der jeweiligen Expositionswege.
- Wenn der ausgewählte Auftragnehmer die Einhaltung der derzeit festgelegten Sicherheitsziele garantieren wird, werden die in Frage kommenden Strahlenfolgen von anzunehmenden Unfällen unterhalb der unteren Grenze der Richtwerte für die Einführung von dringlichen Maßnahmen und Folgemaßnahmen liegen.

9. LITERATUR

- [1] Nový jaderný zdroj v lokalitě Temelín včetně vyvedení výkonu do rozvodny Kočín, Dokumentace vlivu záměru na životní prostředí dle přílohy č. 4 k zákonu č. 100/2001 Sb., v platném znění, Mai 2010.
- [2] Mišák J., Pokorný O., Doplňující informace k analýzám těžkých havárií pro dokumentaci EIA NJZ ETE, EGP – 5010-F-101049, Dezember 2010.
- [3] Verordnung Nr. 195/99 GBl. über Anforderungen an Kernkraftanlagen zur Sicherstellung der nuklearen Sicherheit, des Strahlenschutzes und der Vorbereitung auf Unfälle
- [4] Entwurf der SÚJB vom 8. Juni 2010 der modifizierten Verordnung Nr. 195/1999 GBl. der Staatlichen Behörde für Atomsicherheit „Über Anforderungen an Kernkraftanlagen zur Sicherstellung der nuklearen Sicherheit, des Strahlenschutzes und der Vorbereitung auf Unfälle“.
- [5] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. Revision C, April 2001.
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Source term phenomena and approaches to design basis loss of coolant accident analysis, Draft TECDOC Version of 10.5.2, Mod 10.12.15, December 2010

 ÚJV Řež a.s. – Sparte ENERGOPROJEKT PRAHA Husinec-Řež, Hausnr. 130, PLZ 250 68	<i>Leitendes Referat</i> 509	<i>Erstellendes Referat</i> 501	<i>Aktenvernichtungszeichen</i>
	<i>Bau – Vorhaben</i> NJZ EIA		<i>Objekt – Betriebseinheit</i>
<i>Name der Dokumentation</i> Ergänzende Unterlagen für Kap. D.III der EIA-Dokumentation für die neue Kernkraftanlage im Kraftwerk Temelín			<i>Sicherheitsstufe</i>
<i>Name der Dokumentation</i> Ergänzende Informationen zu den Analysen von schweren Unfällen für die Dokumentation EIA NJZ ETE			<i>Nummer des Ausdrucks:</i>
<i>Datei</i> 11B_TezkeHavarie(1).doc	<i>Datum</i> 12/2010	<i>Blatt insgesamt</i> 34	
<i>Erstellt</i> Kollektiv	<i>Gepprüft</i> J. Klumpar	<i>Freigegeben</i> Ing. V. Pešička	
Erstellendes Kollektiv: <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 20px;">  <div> <p>Ing. J. Mišák, CSc. Bc. O. Pokorný</p> </div> </div>			
<i>Auftragsnummer</i> 29-4949-30-045	<i>Archivnummer</i> EGP – 5010-F-101049	<i>Index</i>	<i>Seite</i> 1/34

Inhalt:

ABKÜRZUNGSLISTE	4
1.1 Schwere Unfälle und ihre Meisterung in neuen Reaktortypen	5
1.2 Auswertung der Strahlenfolgen bei in der Studie der Umweltverträglichkeitsprüfung (EIA) genannten schweren Unfällen	6
1.3 Ziele dieses Dokuments	9
2 KONSERVATIVE BESTIMMUNG DES QUELLENGLIEDS	11
2.1 Grundsätze des Verfahrens zur Bestimmung des Quellenglieds	11
2.2 Verfahren zur Bestimmung des Quellenglieds	12
2.3 Quantitative Bestimmung des Quellenglieds für die einzelnen Projekte	16
2.4 Bestimmung des verallgemeinerten Quellenglieds	17
3 AUSWERTUNG DER STRAHLENFOLGEN EINES SCHWEREN UNFALLS	18
3.1 Verfahren zur Auswertung der Strahlenbelastung	18
3.2 Quellenglied	18
3.3 Wege der Strahlenexposition	19
3.4 Warenkorb	21
3.5 Alter des repräsentativen Individuums	22
3.6 Zeitpunkt der Unfallentstehung	24
3.7 Residenzzeit	24
3.8 Ergreifung von Schutzmaßnahmen	25
3.9 Verteilung der in die Umgebung freigesetzten Jodformen	26
3.10 Gelände unter der Abluffahne	27
3.11 Meteorologische Bedingungen zum Zeitpunkt des Unfalls	28
3.12 Umrechnungsfaktoren für die Berechnung der Folgedosen durch innere Strahlenexposition	30
3.13 Transport radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre	31
3.14 Einfluss umliegender Gebäude	31
3.15 Entfernung der auf der Oberfläche abgelagerten Radionuklide	31
4 SCHLUSS	32
5 LITERATUR	33

Verzeichnis der Graphen:

No table of figures entries found.

Graph 1 - Werte der Äquivalentdosen aus der äußeren Strahlenexposition und effektive Folgedosen aus der inneren Strahlenexposition [Sv] in Richtung NO (Týn nad Vltavou), repräsentatives Individuum – Kind von 1-2 Jahren; Wetterkategorie D mit Regen, Ingestion gemäß dem globalen Warenkorb	7
Graph 2 - Werte der Äquivalentdosen aus der äußeren Strahlenexposition und effektive Folgedosen aus der inneren Strahlenexposition [Sv] in Richtung OSO (Österreich), repräsentatives Individuum – Kind von 1-2 Jahren; Wetterkategorie F, Ingestion gemäß dem landwirtschaftlichen Warenkorb (rein lokale Produktion).....	8
Graph 3 - Werte der Äquivalentdosen aus der äußeren Strahlenexposition und effektive Folgedosen aus der inneren Strahlenexposition [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind von 1-2 Jahren; Wetterkategorie F, Ingestion gemäß dem landwirtschaftlichen Warenkorb (rein lokale Produktion).....	8
Graph 4 - Anteil der Expositionswege an der Gesamtstrahlenbelastung in Richtung NO (Týn nad Vltavou)	20
Graph 5 - Anteil der Expositionswege an der Gesamtstrahlenbelastung in Richtung OSO (Österreich)	20
Graph 6 - Einfluss der Warenkörbe auf die Werte der lebenslangen (70 Jahre) Dosen [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; Wetterkategorie F.....	22
Graph 7 - Einfluss des unterschiedlichen Alters auf die Werte der lebenslangen (70 Jahre Integration der Folgedosen) Dosen [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F.....	23
Graph 8 - Einfluss der jährlichen Zeit (Fallout) und der Residenzzeit auf die Werte der lebenslangen Dosis [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F.....	25
Graph 9 - Einfluss von I-131 auf die Werte der lebenslangen Dosen [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F – für den Fall ohne Anwendung und mit Anwendung der Jodprophylaxe	26
Graph 10 - Einfluss der Formen des I-131 auf die Werte der lebenslangen Dosen [Sv] in Richtung SW (Deutschland), Lebensdosis (70 Jahre), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F – Unterschiedliche Zusammensetzung der Jodformen im Austritt	27
Graph 11 - Einfluss des Geländes auf die Werte der lebenslangen Dosen [Sv] für unterschiedliche Ausbreitungsrichtungen, repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F.....	28
Graph 12 - Einfluss lokaler Niederschläge ab der deutschen Grenze auf die Werte der lebenslangen Dosen [Sv] in Richtung SW, repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F.....	30

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1 - Isotopengruppen gemäß NUREG-1465	11
Tabelle 2 - Koeffizienten der Radionuklide für erdnahen Austritt und Höhenaustritt.....	12
Tabelle 3 - EPR.....	16
Tabelle 4 - WWER.....	16
Tabelle 5 - AP 1000.....	16
Tabelle 6 - Konservatives Quellenglied	17
Tabelle 7 - Zeitliche Entwicklung der kurzfristigen Äquivalentdosis (ohne Ingestion) in Richtung NO (Erwachsener).....	20
Tabelle 8 - Die einzelnen Varianten der meteorologischen Bedingungen	28

ABKÜRZUNGSLISTE

ČEZ Abkürzung)	ein Teil des Firmennamens der Gesellschaft ČEZ, a. s. (ist keine
ČR	Tschechische Republik
EIA	Umweltfolgenabschätzung (<i>engl.</i> Environmental Impact Assessment)
ETE	Kraftwerk Temelín
EUR	Anforderungen europäischer Energieerzeuger an KKW's mit Leichtwasserreaktoren (<i>engl.</i> European Utility Requirements)
JE	Kernkraftwerk
SW	Südwest
MAAE	Internationale Atomenergie-Organisation
NJZ	neue Kernkraftanlage
PSA	Wahrscheinlichkeitsbewertung der Sicherheit (<i>engl.</i> Probabilistic Safety Assessment)
SÚJB	Staatliche Behörde für Atomsicherheit
NO	Nordost
OSO	Ostsüdost
ZHP	Planungszone (für Unfälle)

EINLEITUNG

Aufgrund der Anlage 1 zum Teilvertrag Nummer DS ČEZ, a. s.: 4100034031 über Gewährung von Unterlagen für die EIA-Dokumentation zum Kapitel D.III. Charakteristik der Umweltgefährdungen bei möglichen Unfällen und außerordentlichen Vorfällen wurde durch das Kernforschungsinstitut ÚJV-EGP im Jahr 2009 eine Analyse der Strahlenfolgen bei ausgewählten Ereignissen erstellt. Anschließend wurden weitere ergänzende Analysen erstellt, die auf die nachträglichen, sich auch aus den Konsultationen der Mitarbeiter von ČEZ, a.s. und der Kernsicherheitsbehörde SÚJB ergänzenden Anforderungen reagieren. Diese Unterlagenstudien wurden anschließend durch den Verfasser der Dokumentation der Umweltverträglichkeitsprüfung (SCES- Group, spol. s r. o.) zur Erstellung der jeweiligen Kapitel verwendet [1].

Im Verlauf der Vorbereitung auf die erwarteten Konsultationen und öffentliche Gespräche hat die ČEZ, a. s. die im vorgelegten Dokument zusammengefassten ergänzenden Informationen zur Problematik der Auswertung der Folgen von schweren Unfällen spezifiziert. Das Dokument befasst sich einerseits mit der Bestimmung des Quellenglieds, andererseits mit der Auswertung der Strahlenfolgen eines schweren Unfalls in der Umgebung des KKW's. Andere Unfalltypen sind nicht Gegenstand dieses Dokuments.

Die Autoren danken für wertvolle Anregungen und Informationen Ing. Petr Pecha, CSc. und Ing. Zdenek Prouza, CSc.

1.1 Schwere Unfälle und ihre Meisterung in neuen Reaktortypen

Als schwere Unfälle eines KKW's bezeichnen wir im Einklang mit den Standards der MAAE [2] sowie mit dem Entwurf der neugefassten Verordnung der SÚJB 195/99 [3] auslegungsüberschreitende Unfälle, die mit einer umfangreichen Verletzung der Aktivzone des Reaktors verbunden sind. Im Fall eines Druckwasserreaktors werden so Unfälle bezeichnet, bei denen eine Schmelze des Kernbrennstoffs ohne Rücksicht auf die Ursache und die Art der Beschädigung der aktiven Zone eintritt. Diese Unfälle sind auf der internationalen Skala INES mit der Stufe 5 bis 7 klassifiziert.

Die in den Projekten neuer Kernkraftwerke (KKW) geltend gemachten Anforderungen unterscheiden sich deutlich von den Projekten der im Betrieb befindlichen KKW's durch die erweiterte Nutzung des Mehrbarrierenkonzepts sowohl durch Vorbeugung von schweren Unfällen als auch durch Meisterung ihrer Folgen. Die Entstehung eines schweren Unfalls kann nur bei mehrfacher Versagung der KKW-Systeme oder des Personals auf unterschiedlichen unabhängigen Ebenen der mehrschichtigen Sicherheit eintreten, z. B. beim Verlust des Primärkühlmittels und anschließenden langfristigen Verlust der äußeren und dann auch inneren Quellen der Stromversorgung. Auch für solche extrem unwahrscheinlichen Unfälle, sind die KKW's der neuen Generation mit speziellen Systemen zur Meisterung einer solchen Situation ausgerüstet. Diese KKW's sind so entworfen, dass die Frequenz des Vorkommens eines schweren Unfalls niedriger als 10^{-5} /Reaktor.Jahr ist [4]. Diese Forderung ist für alle für den Bau in Temelín in Frage kommenden Reaktortypen mit großer Reserve (bei unterschiedlichen Blöcken 3 bis 30-Mal) erfüllt.

Auch bei der sehr unwahrscheinlichen Entstehung eines schweren Unfalls, bei der der eigentliche Reaktor zerstört würde, kann eine deutliche Menge an radioaktiven Stoffen in die Umwelt nur dann freigesetzt werden, wenn es zu einem Austritt dieser Stoffe auch über die weitere Barriere – den Sicherheitsbehälter – käme. Der Sicherheitsbehälter ist deshalb bei den neuen Kraftwerkstypen so geplant und mit speziellen Systemen ausgerüstet, dass er seine Integrität auch nicht infolge der mit schweren Unfällen verbundenen Erscheinungen, wie Interaktionen des geschmolzenen Brennstoffs mit Beton, Brand oder Explosion von

Wasserstoff, Wirkungen fliegender Gegenstände, Druckaufbau u. Ä. einbüßt. Die Kühlung der Schmelzzone und die Ableitung von Wärme aus dem Sicherheitsbehälter erfolgt so, dass dieser nicht nur während des Unfalls, sondern auch eine lange Zeit nach dem Unfall unverletzt bleibt. Ein international anerkanntes Wahrscheinlichkeitskriterium, das einen deutlichen Austritt von radioaktiven Stoffen in die Umwelt verhindert, ist eine Frequenz der Entstehung eines schweren, mit Integritätsverlust des Sicherheitsbehälters verbundenen Unfalls von unter 10^{-6} /Reaktor.Jahr [4]. Diese Forderung ist für alle potenziellen, für den Bau in Temelín in Frage kommenden Reaktortypen typischerweise mit einer Reserve von 15 bis 50-Mal erfüllt. Es kann also gesagt werden, dass im Unterschied zu den in Betrieb befindlichen Kraftwerken bei allen geplanten neuen Typen die Entstehung eines schweren, mit Integritätsverlust des Sicherheitsbehälters verbundenen Unfalls mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann (Frequenz unter 10^{-7} /(Reaktor.Jahr)).

In die Umwelt wird auch bei einem schweren Unfall mit erhaltener Integrität des Sicherheitsbehälters nur ein Bruchteil der Aktivität der Spaltprodukte aus dem Brennstoff freigesetzt. Die Strahlenfolgen eines schweren Unfalls sind in den Sicherheitsanforderungen an neue Kernkraftanlagen so beschränkt, dass der Austritt radioaktiver Stoffe weder eine deutliche Strahlenexposition, noch eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Bevölkerung in unmittelbarer Nähe des KKW's verursachen, noch die Einführung von langfristigen, großflächigen Beschränkungen in der Regelung von Nahrungsmittelketten, in der Boden- oder Wasserflächennutzung verursachen darf. Die Beschränkung der Strahlenfolgen soll die Situation mit sich bringen, dass auch bei einem schweren Unfall weder eine Evakuierung innerhalb der Schutzzone des KKW's, noch weitere dringliche Schutzmaßnahmen (Deckung, Jodprophylaxe) innerhalb der Planungszonen des KKW's erforderlich sind.

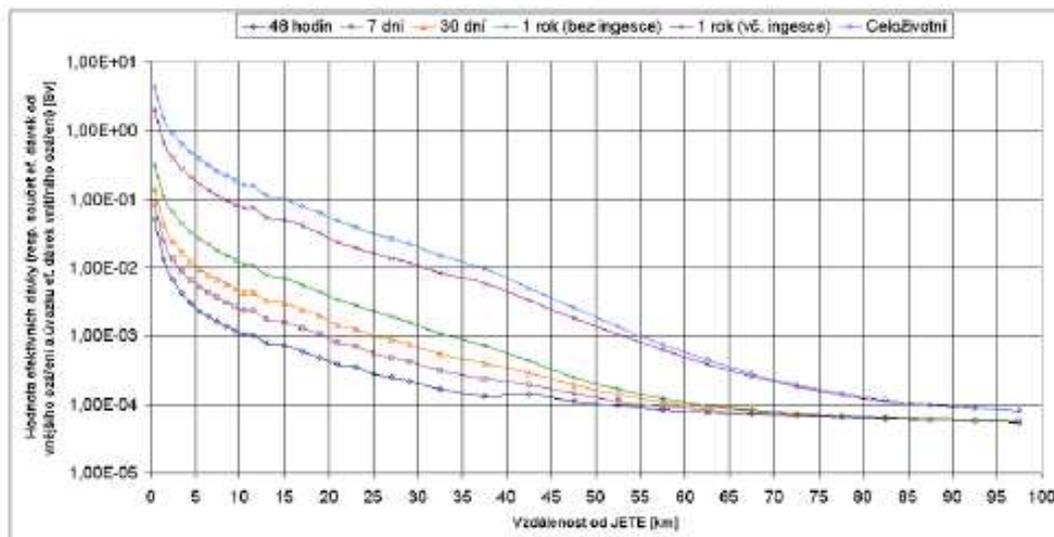
1.2 Auswertung der Strahlenfolgen bei in der Studie der Umweltverträglichkeitsprüfung (EIA) genannten schweren Unfällen

Im Rahmen der Vorbereitungsarbeiten für die Studie der Umweltverträglichkeitsprüfung [1] wurden umfangreiche Berechnungsanalysen zur Auswertung der Strahlenfolgen von schweren Unfällen durchgeführt. Für das konservativ gewählte Quellenglied wurden unterschiedliche Varianten der Berechnungen mit Orientierung auf unterschiedliche Ausbreitungsrichtungen der radioaktiven Stoffe, auf Auswertung unterschiedlicher Expositionswege und -dauern, Wettereinflüsse, Alter des repräsentativen Individuums (Kind oder Erwachsener), Zusammensetzung des Warenkorb, Abstand vom KKW (bis 100 km) durchgeführt. Hinsichtlich des Abstands wurden detailliert die Bedingungen an der Grenze der Schutzzone (1 – 2 km vom Reaktor), an der Grenze der Planungszone (12 – 14 km) und an den Grenzen zu Österreich (45 – 50 km) und Deutschland (50 – 55 km) ausgewertet. Alle Berechnungen wurden ohne die Einbeziehung beliebiger Schutzmaßnahmen in der Umgebung des KKW's durchgeführt.

In die eigentliche EIA-Studie [1] wurden nur ausgewählte Rechnungsergebnisse aufgenommen, konkret:

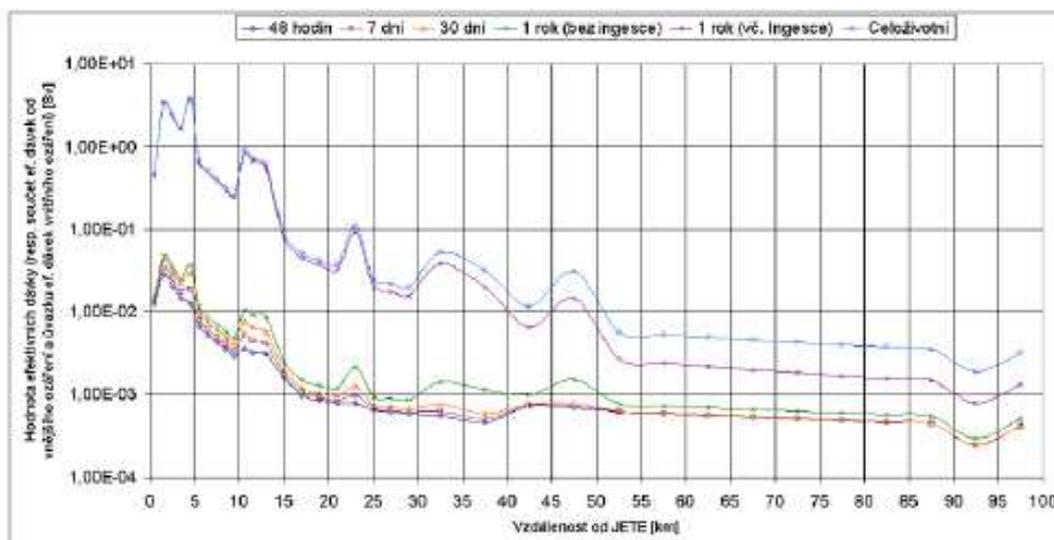
- Für die Auswertung der Maßnahmen auf dem Gebiet Tschechiens eine Variante der Dosisberechnung für ein Kind im Alter von 1 – 2 Jahren, für die Ausbreitung von radioaktiven Stoffen in Richtung Týn nad Vltavou bei der Wetterkategorie mit den größten Folgen in der Umgebung des KKW's,
- Für die Auswertung der Folgen im Grenzgebiet je eine Variante der Dosisberechnung für ein Kind im Alter von 1 – 2 Jahren, für die Ausbreitung von radioaktiven Stoffen in Richtung nächster Entfernung zur österreichischen bzw. deutschen Grenze, bei der den Transport der Aktivität in große Entfernungen stark überhöhenden Wetterkategorie.

Die wichtigsten in der EIA-Studie [1] aufgeführten Ergebnisse werden in den folgenden Graphen 1, 2, 3 präsentiert.



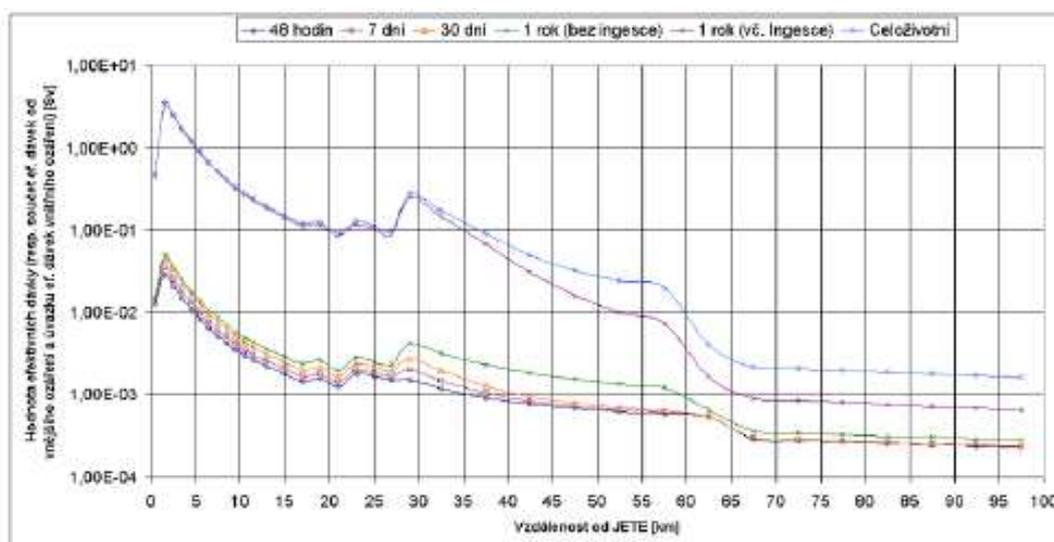
Hodnota efektivní dávky (resp. součet ef. dávek od vnějšího ozáření a úvazku ef. dávek vnitřního ozáření) /Sv/	Wert der effektiven Dosis (res. Summe der effektiven Dosen von äußerer Bestrahlung und der eff.Dosen der inneren Bestrahlung) /Sv/
48 hodin	48 Stunden
7 dní	7 Tage
30 dní	30 Tage
1 rok (bez ingesce)	1 Jahr (ohne Ingestion)
1 rok (včetně ingesce)	1 Jahr (mit Ingestion)
Celoživotní	Lebenslang
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

Graph 1 - Werte der Äquivalentdosen aus der äußeren Strahlenexposition und effektive Folgedosen aus der inneren Strahlenexposition [Sv] in Richtung NO (Týn nad Vltavou), repräsentatives Individuum – Kind von 1-2 Jahren; Wetterkategorie D mit Regen, Ingestion gemäß dem globalen Warenkorb



Hodnota efektivní dávky (resp. součet ef. dávek od vnějšího ozáření a úvazku ef. dávek vnitřního ozáření /Sv/	Wert der effektiven Dosis (res. Summe der effektiven Dosen von äußerer Bestrahlung und der eff.Dosen der inneren Bestrahlung /Sv/
48 hodin	48 Stunden
7 dní	7 Tage
30 dní	30 Tage
1 rok (bez ingesce)	1 Jahr (ohne Ingestion)
1 rok (včetně ingesce)	1 Jahr (mit Ingestion)
Celoživotní	Lebenslang
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

Graph 2 - Werte der Äquivalentdosen aus der äußeren Strahlenexposition und effektive Folgedosen aus der inneren Strahlenexposition [Sv] in Richtung OSO (Österreich), repräsentatives Individuum – Kind von 1-2 Jahren; Wetterkategorie F, Ingestion gemäß dem landwirtschaftlichen Warenkorb (rein lokale Produktion)



Hodnota efektivních dávek (resp. součet ef. dávek od vnějšího ozáření a úvazku ef. dávek vnitřního ozáření /Sv/	Wert der effektiven Dosis (res. Summe der effektiven Dosen von äußerer Bestrahlung und der eff.Dosen der inneren Bestrahlung /Sv/
48 hodin	48 Stunden
7 dní	7 Tage
30 dní	30 Tage
1 rok (bez ingesce)	1 Jahr (ohne Ingestion)
1 rok (včetně ingesce)	1 Jahr (mit Ingestion)
Celoživotní	Lebenslang
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

Graph 3 - Werte der Äquivalentdosen aus der äußeren Strahlenexposition und effektive Folgedosen aus der inneren Strahlenexposition [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind von 1-2 Jahren; Wetterkategorie F, Ingestion gemäß dem landwirtschaftlichen Warenkorb (rein lokale Produktion)

DIE IN DEN UNTERLAGEN FÜR DIE EIA-Dokumentation enthaltenen Berechnungen erfolgten gemäß der Vorgabe, die zum Ziel hatte, die Strahlenfolgen eines schweren Unfalls den Richtwerten für die Ergreifung von dringlichen Maßnahmen bzw. Folgemaßnahmen

gegenüberzustellen (sog. Äquivalentdosis von 5 mSv für 2 Tage als der niedrigste Richtwert für Deckung und 50 mSv für 7 Tage für Evakuierung, 30 mSv/Monat bzw. 1 Sv Lebensdosis für dauerhafte Umsiedlung). Aufgrund der durchgeführten Berechnungen wurden in der EIA-Dokumentation [1] folgende Schlüsse präsentiert:

- Beim Modellieren der Strahlenfolgen eines schweren Unfalls kommt es zu keiner Überschreitung von Richtwerten für die Einführung aller dringlichen Schutzmaßnahmen hinter den Grenzen der bestehenden Planungszonen des KKW's Temelín.
- Was die Folgemaßnahmen auf dem Gebiet Tschechiens betrifft, führen die Analysen zu dem Schluss, dass auch in der nächstgelegenen Wohnzone um das KKW Temelín Folgen mit Notwendigkeit einer dauerhaften Umsiedlung praktisch ausgeschlossen werden können.
- Aus der Auswertung der Strahlenexposition infolge des Verbrauchs von ausschließlich lokalen landwirtschaftlichen Produkten folgt, dass eine vorübergehende Regelung des Verbrauchs und der Verbreitung dieser Produkte bis in eine Entfernung von 40 km in Abhängigkeit von der Ausbreitungsrichtung der Radionuklide von der Quelle nicht ausgeschlossen werden kann.
- Aus der Auswertung der Einflüsse auf das Grenzgebiet ergibt sich, dass bei der Annahme eines sehr konservativ gewählten landwirtschaftlichen Warenkorbs die Überschreitung der unteren Grenze des Richtwerts für die Regelung der Nahrungsmittelketten in einer Entfernung bis zu 60 km von der Quelle nicht ausgeschlossen werden kann.
- Mit mehr als der Hälfte beteiligt sich am Gesamtwert der Strahlenexposition der ingestive Expositionsweg. Daraus kann hergeleitet werden, dass die Einführung einer kurzfristigen Beschränkung des Verbrauchs von lokal produzierten Nahrungsmitteln einen deutlichen Einfluss auf die Senkung der empfangenen Dosis hätte.
- Aus den Berechnungen der radiologischen Auswirkungen von Austritten radioaktiver Stoffe am Modellfall eines schweren Unfalls ergibt sich, dass aus dem Titel des Ausbaus des KKW's Temelín um weitere 2 Blöcke kein Grund für die Erweiterung der bestehenden Planungszone besteht.

Obwohl für die Analyse des Verlaufs und der Folgen schwerer Unfälle im Unterschied zu den anzunehmenden Unfällen gemäß der in Vorbereitung begriffenen neugefassten Verordnung 195/99 GBl. [3], gemäß den Sicherheitsstandards der MAAE [5] sowie dem Dokument European Utility Requirements [6] (EUR) realistische (best-estimate) Verfahren eingesetzt werden können, wurden alle präsentierten Ergebnisse unter Einsatz konservativer Voraussetzungen sowohl hinsichtlich der Wahl des Quellenglieds als auch hinsichtlich des Transports radioaktiver Stoffe in der Umgebung und ihren Gesundheitsfolgen für die Bevölkerung gewonnen. Im nächsten Teil dieses Dokuments sind die Folgen dieser konservativen Vorgehensweisen aufgeführt, die die vorgenannten Schlüsse erklären.

1.3 Ziele dieses Dokuments

Anknüpfend an die in der EIA-Dokumentation aufgeführten Angaben hat dieses Dokument die folgenden Ziele:

- Gewährung ergänzender Informationen zum Vorgehen bei der Erstellung und zu den Ergebnissen der Berechnungsauswertung der Strahlenfolgen bei in der EIA genannten schweren Unfällen.
- Güte- und Mengenauswertung der Bedeutung und der Gewichtung der jeweiligen konservativen, in den Berechnungen angewandten Voraussetzungen.

- Bestätigung, dass die genannten Ergebnisse unter Einsatz der „Hüllen“-Methode der Auswertung (beschränkte Unterlagen zur künftigen Kernkraftanlage) so konservativ sind, dass auch die künftige Auswertung eines schweren Unfalls für die ausgewählte Quelle (Ergebnisse der PSA 1, 2) zu keinen anderen, hinsichtlich der Strahlenfolgen weniger günstigen Folgen eines schweren Unfalls für die Bevölkerung und die Umwelt führt.

2 KONSERVATIVE BESTIMMUNG DES QUELLENGLIEDS

2.1 Grundsätze des Verfahrens zur Bestimmung des Quellenglieds

Das sich aus Menge, Zusammensetzung und zeitlicher Verteilung der bei gegebenem Strahlungsunfall außerhalb des Sicherheitsbehälters freigesetzten radioaktiven Stoffe ergebende Quellenglied bestimmt maßgeblich die möglichen radiologischen Folgen eines solchen KKW-Unfalls. Im EIA-Dokument [1] wurde das Quellenglied konservativ mit der „Hüllen“-Methode geschätzt – d. h. mit der oberen Schätzung des möglichen Austritts für die einzelnen ausschlaggebenden Radionuklide. Für diese obere Schätzung wurden die unüberschreitbaren Grenzwerte für die Freisetzung bestimmter radioaktiver Isotope angewandt, die in den Ausschreibungsunterlagen einheitlich für alle potenziellen Auftragnehmer festgelegt wurden. Die Wahl der spezifischen technischen Mittel zur Einhaltung dieser Grenzwerte (z. B. Art der Sicherstellung der Sicherheitsbehälterintegrität, Stabilisierung geschmolzener Aktivzone, ausreichende Dichtigkeit des Sicherheitsbehälters, Ausschließen eines Sicherheitsbehälter-Bypasses, Verwendung von Dushsystem, Verwendung eines doppelten Sicherheitsbehälters mit gefiltertem Zwischenraum u. Ä.) obliegt dem Auftragnehmer. In dieser Phase der Auswahl eines Auftragnehmers wurde dieses Verfahren für besser geeignet und konservativer erachtet als die Übernahme der spezifischen Quellenglieder aus der inoffiziellen Sicherheitsdokumentation der einzelnen Reaktortypen, die zu einer unbegründeten Begünstigung eines bestimmten Auftragnehmers führen könnte, weil die spezifischen Projektlösungen für die neue Kernkraftanlage in Temelín nicht bekannt sind und dem Auftragnehmer stehen technische Mittel zur Verfügung, um diese Lösungen gemäß den Forderungen des Auftraggebers zu modifizieren. Es wäre unvernünftig, die ganze Ausschreibung durch die Verwendung von unbestätigten Angaben in Zweifel zu ziehen, die außerdem aufgrund von konkreten Vereinbarungen präzisiert werden können. Aus den gleichen Gründen wurde bei der Bestimmung des Quellenglieds den öffentlich zugänglichen und international verwendeten Unterlagen Vorzug vor den spezifischen Unterlagen der einzelnen Auftragnehmer gegeben.

In Abhängigkeit von den chemischen und physikalischen Formen der jeweiligen, bei einem schweren Unfall freigesetzten Radioisotope und von den radiologischen/gesundheitlichen Folgen können die Radioisotope in mehrere Gruppen gegliedert werden. Das Verhalten jeder dieser Gruppen kann durch ein charakteristisches/repräsentatives Radioisotop beschrieben werden. Eine ausreichende Erhöhung der maximalen zulässigen Aktivität für die Freisetzung dieses repräsentativen Radionuklids stellt dann sicher, dass die geschätzten Strahlenfolgen auch bei der Betrachtung aller weiteren Radioisotope in der gegebenen Gruppe konservativ sein werden. Die in der Regel verwendeten Isotopengruppen (z. B. gemäß dem Dokument NUREG-1465 [7]) und charakteristische Radionuklide in jeder Gruppe sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 1 - Isotopengruppen gemäß NUREG-1465

Nummer der Gruppe	Bezeichnung der Gruppe	Elemente in der Gruppe	Charakteristisches Isotop
1	Edelgase	Xe, Kr	Xe 133
2	Halogene	I, Br	I 131
3	Alkalimetalle	Cs, Rb	Cs 137
4	Tellurgruppe	Te, Sb, Se	Te 131m

5	Strontium	Sr	Sr 90
6	Edelmetalle	Ru, Rh, Pd, Mo, Tc, Co	Ru 103
7	Lanthanoide	La, Zr, Nd, Eu, Nb, Pm, Pr, Sm, Y, Cm, Am	La 140
8	Cergruppe	Ce, Pu, Np	Ce 141
9	Barium	Ba	Ba 140

2.2 Verfahren zur Bestimmung des Quellenglieds

Eine Bedingung für die Teilnahme eines jeden Auftragnehmers an der Ausschreibung ist die Erfüllung der auf dem Dokument EUR [6] basierenden Ausschreibungsunterlagen. Die Ausschreibungsunterlagen enthielten auch Beschränkungen für die maximal zulässige Freisetzung von Aktivität in die Umgebung für ausgewählte Isotope unter den Bedingungen schwerer Unfälle. Durch die Verwendung der gleichen Ausschreibungsunterlagen auch für die Zwecke der EIA wird sichergestellt, dass in keinem konkreten Entwurf des KKW-Projekts die in der EIA präsentierten Strahlenfolgen überschritten werden.

Das Dokument EUR [6] enthält mehrere Kriterien, die die Austritte radioaktiver Stoffe in die Umgebung begrenzen. Von diesen Kriterien begrenzend sind folgende zwei:

- Ausschließen, dass die Bevölkerung innerhalb von 7 Tagen ab Entstehung des Unfalls in einer Entfernung von über 800 m ab dem Reaktor evakuiert wird,
- Einschränkung solcher wirtschaftlicher Folgen des Unfalls, die die Bedrohung des freien Handels mit Lebensmitteln und des Verzehrs von Lebensmitteln auf einem großen Gebiet für eine lange Dauer bedeuten würden. Das bedeutet selbstverständlich nicht, dass gefordert würde, dass sämtliche Maßnahmen in der landwirtschaftlichen Produktion in der Planungszone ausgeschlossen sind.

Unter Einsatz der genannten zwei Kriterien wurde in den Ausschreibungsunterlagen die Einhaltung der nachfolgenden Anforderungen vorgeschrieben, wobei die konkret verwendeten technischen Lösungen dem Beschluss eines jeden Auftragnehmers unterliegen:

- Der Gesamtaustritt des Isotops Cs-137 darf 30 TBq nicht überschreiten (begrenzt die langfristigen Folgen des Unfalls).
- Für die lineare Kombination der in die Umgebung innerhalb von 24 Stunden nach dem Unfall freigesetzte Aktivität muss für die charakteristischen Isotope die Ungleichheit (charakterisiert die für die Planung dringlicher Maßnahmen wichtigen, kurzfristigen Strahlungswirkungen des Unfalls)

$$\sum_{i=1}^9 R_{ig} C_{ig} + \sum_{i=1}^9 R_{ie} C_{ie} < 5 \times 10^{-2}$$

erfüllt sein, wo R_{ig} und R_{ie} (ausgedrückt in TBq) die kumulierten erdnahen Austritte bzw. Höhengaustritte der einzelnen Isotope im Verlauf von 24 Stunden ab Entstehung des Unfalls sind, und die Koeffizienten C_{ig} und C_{ie} sind in der nachstehenden Tabelle ersichtlich:

Tabelle 2 - Koeffizienten der Radionuklide für erdnahen Austritt und Höhengaustritt

Isotop	Koeffizienten für erdnahen Austritt C_{ig}	Koeffizienten für Höhengaustritt C_{ie}
--------	--	---

Xe-133	6.5×10^{-8}	1.1×10^{-8}
I-131	5.0×10^{-5}	3.1×10^{-6}
Cs-137	1.2×10^{-4}	5.4×10^{-6}
Te-131m	1.6×10^{-4}	7.6×10^{-6}
Sr-90	2.7×10^{-4}	1.2×10^{-5}
Ru-103	1.8×10^{-4}	8.1×10^{-6}
La-140	8.1×10^{-4}	3.7×10^{-5}
Ce-141	1.2×10^{-3}	5.6×10^{-5}
Ba-140	6.2×10^{-6}	3.1×10^{-7}

Es muss betont werden, dass die Ausschreibungsunterlagen einschließlich der genannten Koeffizienten der linearen Kombination für die Zwecke der EIA nur zur konservativen Bestimmung des Quellenglieds verwendet wurden, wohingegen die Strahlungswirkungen für die Umgebung des KKW für die konkreten Charakteristika des Standorts Temelín festgelegt wurden. Aus der Sicht der bewerteten Strahlenfolgen ist es deshalb unwesentlich, dass die Werte der Koeffizienten im Dokument EUR [6] unter dem Einsatz von Charakteristika abgeleitet wurden, die sich vom Standort Temelín unterscheiden.

Für die Zwecke der Bestimmung des Quellenglieds wurde die erste der beiden Forderungen quantitativ ohne Änderung verwendet, wohingegen der Austritt gemäß der zweiten Forderung konservativ ungefähr auf das 2,4-fache in der nachstehend beschriebenen Weise erhöht wurde.

Für die Bestimmung des Austritts von Edelgasen ging man von der Voraussetzung aus, dass der gesamte Beitrag zum oben aufgeführten Kriterium nur aus dem Radionuklid Xe-133 besteht. Unter der Voraussetzung eines nur erdnahen Austritts, der konservativ bei der Berechnung der Strahlungsexposition angenommen wird, gilt dann für Xe-133, dass $C_{ig} (6,5 \text{ E-}8) < 5\text{E-}2$, d. h. Aktivität.Xe-133 $< 7,69 \text{ E}5 \text{ TBq}$ (gerundeter Grenzwert beträgt $770\,000 \text{ TBq}$).

Ähnlich ging man zur Bestimmung der Jodaustritte davon aus, dass der gesamte Beitrag zum oben aufgeführten Kriterium nur aus Radionuklid I-131 besteht. Unter der Voraussetzung eines nur erdnahen Austritts gilt dann für I-131, dass $C_{ig} (5,0 \text{ E-}5) < 5\text{E-}2$, d. h. Aktivität I-131 $< 1,0 \text{ E}3 \text{ TBq}$, (Grenzwert beträgt $1\,000 \text{ TBq}$).

Für die übrigen Isotope (Te-131m, Sr-90, Ru-103, La-140, Ce-141, Ba-140) ging man folgendermaßen vor:

- Es wurde die Gesamtaktivität jedes Radioisotopen in der Aktivzone für jedes der vorausgesetzten Projekte der neuen Kernkraftanlage (NJZ) geschätzt.
- Für Cs-137 und jedes weitere Isotop wurde die gemäß dem Dokument NUREG-1465 für Druckwasserreaktoren in den Sicherheitsbehälter freigesetzte Gesamtaktivität geschätzt; die Verhältnisswerte der freigesetzten Aktivität in Beziehung zur Gesamtaktivität des Isotops in der aktiven Zone waren wie folgt: Xe-133 = 1; I-131 = 0,75; Cs-137 = 0,75; Sr-90 = 0,12; Te-131m = 0,305; Ru-103 = 0,005; La-140 = 0,0052; Ce-141 = 0,0055; Ba-140 = 0,12. Diese Werte stellen die freigesetzten Gesamtaktivitäten für alle Phasen des Unfalls ab seiner Entstehung bis zu den langfristigen Prozessen außerhalb des Reaktorbehälters

dar, was für einen Druckwasserreaktor gemäß dem Dokument NUREG-1465 ungefähr 14 Stunden sind.

- Des Weiteren ging man davon aus, dass in die Umgebung des KKW der Grenzwert von 30 TBq Cs-137 austritt, die übrigen Isotope setzen sich direkt proportional zu diesem Wert im gleichen Verhältnis frei, wie diese Isotope in die Atmosphäre des Sicherheitsbehälters freigesetzt werden. Aufgrund der erhältlichen Unterlagen für die potenziellen Reaktorprojekte wurde überprüft, dass diese Voraussetzung mit ausreichender Genauigkeit erfüllt wurde.

Das genannte Vorgehen wurde für jeden der geplanten Reaktoren wiederholt, und zur Bestimmung der maximalen Austritte wurde die schlimmste Variante gewählt. Es muss gesagt werden, dass der Bezug der Austritte aller Isotope auf den gleichen Bezugswert des Austritts von Cs-137 (30 TBq) die Unterschiede zwischen den Reaktoren deutlich reduziert (hinsichtlich der freigesetzten Aktivität). Mit anderen Worten bedeutet dies, dass für einen kleineren Reaktor die Freisetzung eines höheren Anteils des Inventars an Isotopen in der aktiven Zone erlaubt ist (bzw. dass bei einem größeren Reaktor strengere Bedingungen an die Fähigkeiten des Sicherheitsbehälters und seiner Systeme gestellt werden).

Das Quellglied geht von der Ausbeute an Spalt- und Aktivierungsprodukten der Kernreaktionen im Brennstoff mit UO₂, das mit U-235 angereichert ist und als Energiequelle in allen geplanten Druckwasserreaktoren genutzt wird, aus. Die Vertretung und die gegenseitigen Verhältnisse der einzelnen maßgeblichen Radionuklide ergeben sich demnach durch objektive physikalische Gesetze und hängen nicht von der konkreten Konstruktion des Reaktors oder dessen Lieferanten ab. Deshalb war es möglich, auch vor Beendigung der Ausschreibung die Gruppe der Radionuklide zu bestimmen, deren Vertretung im Quellglied für die Ergebnisse der Sicherheitsanalysen ausschlaggebend sein wird und von ihnen solche Repräsentanten auszuwählen, dass das aus ihnen zusammengestellte vereinfachte Quellglied mit ausreichender Genauigkeit die Auswertung der Strahlenfolgen des bei einem Unfall in die Umwelt freigesetzten Gesamtinventars an Radionukliden ermöglicht.

Das genannte Vorgehen stellt die Konservativität bei der Bestimmung des Quellglieds aus folgenden Gründen sicher:

- Bei Xe-133 und I-131 wird ein solcher Wert einzeln für jedes der Isotope vorausgesetzt, der zu den gleichen Folgen führen würde, die gemäß den an den Auftragnehmer gestellten Forderungen die ganze Gruppe der 9 Isotope aufweist.
- Der Austritt von Cs-137 ist mit dem Einsatz des Werts 30 TBq für die einzelnen Projekte um das 5- bis 20-fache stark überhöht (dies folgt aus dem Vergleich mit der verfügbaren Sicherheitsdokumentation), sodass mit dem genannten Verfahren auch alle übrigen Isotope überbewertet sein werden, die sich in die Atmosphäre des Sicherheitsbehälters in Form von Aerosolen freisetzen. Ähnlich wurde durch den Vergleich mit der verfügbaren Sicherheitsdokumentation bestätigt, dass der Austritt von Xe-133 1,7- bis 400-fach und der Austritt von I-131 2- bis 40-fach überhöht wurde.
- Obwohl die Freisetzung der Isotope aus dem Brennstoff in die Atmosphäre des Sicherheitsbehälters in Wirklichkeit während einiger Stunden stattfindet, wird für die Berechnung die Freisetzung der Gesamtmenge auf Einmal unmittelbar nach Entstehung des Unfalls vorausgesetzt.
- Pessimistisch wird vorausgesetzt, dass sich die Gesamtmenge an Radioisotopen in die Umwelt mit konstanter Geschwindigkeit im Verlauf von 6 Stunden nach Entstehung des Unfalls freisetzt, obwohl in Wirklichkeit der Austritt im Verlauf von mehreren Tagen erfolgen würde.

Das so bestimmte Quellglied geht von der Voraussetzung aus, dass die Integrität des Sicherheitsbehälters erhalten bleibt, respektiert aber auch Austritte durch Bypässe des Sicherheitsbehälters. Durch Vergleich mit der verfügbaren Sicherheitsdokumentation der neuen Kernkraftanlagen wurde bestätigt, dass die Frequenz der Nichterfüllung mit ausreichender Reserve niedriger als der Sollwert von $1 \cdot 10^{-7}$ /Jahr ist.

Die Bestimmung des Quellglieds mit dem vorstehend angegebenen Verfahren ist für die einzelnen Projekte in den folgenden Tabellen 3, 4, 5 aufgeführt.

2.3 Quantitative Bestimmung des Quellenglieds für die einzelnen Projekte

Tabelle 3 - EPR

Radionuklid	Anfangsaktivität in AZ nach SAR (TBq)	In den SB freigesetzte Aktivität nach NUREG-1465 (TBq)	In die Umgebung nach dem beschriebenen Verfahren freigesetzte Aktivität (TBq)
Xe-133	9,7E+6	(1,0000) 9,7E+6	7,70E+5
I-131	4,8E+6	(0,7500) 3,6E+6	1,00E+3
Cs-137	6,4E+5	(0,7500) 4,8E+5	3,00E+1
Te-131m	9,2E+5	(0,3050) 2,81E+5	1,76E+1
Sr-90	4,7E+5	(0,1200) 5,64E+4	3,53E+0
Ru-103	7,4E+6	(0,0050) 3,70E+4	2,31E+0
La-140	9,4E+6	(0,0052) 4,89E+4	3,06E+0
Ce-141	8,1E+6	(0,0055) 4,46E+4	2,79E+0
Ba-140	8,9E+6	(0,1200) 1,07E+6	6,69E+1

Tabelle 4 - WWER

Radionuklid	Anfangsaktivität in AZ nach SAR (TBq)	In den SB freigesetzte Aktivität nach NUREG-1465 (TBq)	In die Umgebung nach dem beschriebenen Verfahren freigesetzte Aktivität (TBq)
Xe-133	7,03E+6	(1,0000) 7,03E+6	7,70E+5
I-131	2,81E+6	(0,7500) 2,11E+6	1,00E+3
Cs-137	2,89E+5	(0,7500) 2,17E+5	3,00E+1
Te-131m	4,81E+5	(0,3050) 1,47E+5	2,03E+1
Sr-90	2,66E+5	(0,1200) 3,19E+4	4,41E+0
Ru-103	2,74E+6	(0,0050) 1,37E+4	1,89E+0
La-140	5,92E+6	(0,0052) 3,08E+4	4,25E+0
Ce-141	5,18E+6	(0,0055) 2,85E+4	3,94E+0
Ba-140	5,92E+6	(0,1200) 7,10E+5	9,81E+1

Tabelle 5 - AP 1000

Radionuklid	Anfangsaktivität in AZ nach SAR (TBq)	In den SB freigesetzte Aktivität nach NUREG-1465 (TBq)	In die Umgebung nach dem beschriebenen Verfahren freigesetzte Aktivität (TBq)
Xe-133	7,03E+6	(1,0000) 7,03E+6	7,70E+5
I-131	3,56E+6	(0,7500) 2,67E+6	1,00E+3
Cs-137	4,18E+5	(0,7500) 3,14E+5	3,00E+1
Te-131m	5,18E+5	(0,3050) 1,58E+5	1,51E+1
Sr-90	3,07E+5	(0,1200) 3,68E+4	3,52E+0
Ru-103	5,37E+6	(0,0050) 2,69E+4	2,57E+0
La-140	6,73E+6	(0,0052) 3,50E+4	3,34E+0
Ce-141	6,03E+6	(0,0055) 3,32E+4	3,17E+0
Ba-140	6,33E+6	(0,1200) 7,60E+5	7,26E+1

Im Einklang mit dem oben beschriebenen Verfahren wurden für die Radioisotope Xe-133, I-131 und Cs-137 bei allen vorausgesetzten Projekten der NJZ Aktivitäten von 770 000 TBq für Xe-133, 1000 TBq für I-131, 30 TBq für Cs-137 angenommen. Für die übrigen ausgetretenen Radioisotope sind deren Aktivitäten der Aktivität von Cs-137 im gleichen Verhältnis direkt proportional, in welchem die Aktivitäten dieser Radioisotope zu Cs-137 in der Atmosphäre des Sicherheitsbehälters vertreten sind.

2.4 Bestimmung des verallgemeinerten Quellenglieds

Durch Vergleich der in die Umgebung freigesetzten Aktivitäten in vorstehenden Tabellen nach dem entworfenen Verfahren und mit Aufrundung, mit sinngemäßen Maß an Konservativität, wurde das nachfolgende Quellenglied ausgewählt (Tabelle 6), unter der Voraussetzung, dass sich jedes Isotop in die Umgebung innerhalb von 6 Stunden freisetzt:

Tabelle 6 - Konservatives Quellenglied

Radionuklid	In die Umgebung freigesetzte Aktivität (TBq)
Xe-133	770.000
I-131	1000
Cs-137	30
Te-131m	20
Sr-90	5
Ru-103	3
La-140	5
Ce-141	4
Ba-140	100

3 AUSWERTUNG DER STRAHLENFOLGEN EINES SCHWEREN UNFALLS

3.1 Verfahren zur Auswertung der Strahlenbelastung

Im Rahmen der Unterlagen für die EIA-Dokumentation für die neue Kernkraftanlage wurde der Einfluss eines hypothetischen schweren Unfalls auf die Umwelt, insbesondere dann auf die Bevölkerung in der Umgebung, begutachtet. Dieser Einfluss ist durch die Werte der Äquivalentdosen (bzw. durch die Summe der Werte der Äquivalentdosen aus der äußeren Strahlenexposition und der effektiven Folgedosen aus der inneren Strahlenexposition) bei einem repräsentativen Individuum ausgedrückt. Wie bereits begründet, wurde bei der Auswertung der Strahlenbelastung der Bevölkerung das konservative Verfahren durch den Einsatz einer ganzen Reihe von Voraussetzungen, die diese Belastung stark überhöhen, verwendet. Zu den wichtigsten Faktoren zählen:

- Wahl des Quellglieds,
- Wege der Strahlenexposition,
- Warenkorb,
- Alter des repräsentativen Individuums,
- Zeitpunkt der Unfallentstehung,
- Residenzzeit,
- Ergreifung von Schutzmaßnahmen,
- Verteilung der in die Umgebung freigesetzten Jodformen,
- meteorologische Bedingungen zum Zeitpunkt des Unfalls,
- Umrechnungsfaktoren für die Berechnung der Folgedosen durch innere Strahlenexposition,
- Transport radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre,
- Einfluss umliegender Gebäude,
- Entfernung der auf der Oberfläche abgelagerten Radionuklide.

Das Vorgehen beim Einsatz dieser Faktoren sowie die qualitative und quantitative Auswertung der Folgen konservativer Voraussetzungen werden nachstehend besprochen.

3.2 Quellglied

Im Kapitel 2 wurde schon gesagt, dass mit dem beschriebenen Verfahren im Quellglied der Austritt von Cs-137 durch die Verwendung des Werts 30 TBq für die einzelnen Reaktoren um das 5- bis 20-fache überhöht und mit diesem Verfahren ist auch der Austritt der übrigen Isotope mindestens um Dutzende Prozent bis um zwei Größenordnungen überhöht. Für eine ungefähre Auswertung der Strahlungseffekte dieser Überhöhung kann die schon aufgeführte kriteriale Beziehung (lineare Kombination der Austritte der einzelnen Isotope) verwendet werden. Die Endsumme der linearen Kombination sollte nämlich ungefähr der Äquivalentdosis direkt proportional sein, wobei die einzelnen Glieder dieser Kombination die Beiträge der einzelnen Radioisotope darstellen. Für das gewählte Quellglied ist die Endsumme der linearen Kombination gleich 0,119, was im Vergleich mit dem Kriterium (0,05) ein 2,37-facher Wert ist. Die größten Beiträge zur Äquivalentdosis stellen die Isotope Xe-133 und I-131 dar. Für die verfügbaren Reaktoren und die in den Sicherheitsberichten angegebenen Austrittswerte waren hingegen die Summen der linearen Kombination deutlich niedriger als das Kriterium – sie stellten 10 bis 65 % des Kriteriumswerts dar. Beim Vergleich mit tatsächlichen NJZ sind somit die Strahlenfolgen eines schweren Unfalls bei dem

gewählten Quellenglied um das 4- bis 20-fache überhöht. Diese Reserven sollten ausreichend sein, um die Wirkungen weiterer (anderer als charakteristischer), in der Dosisberechnung nicht eingesetzter Radioisotope ausreichend abzudecken.

Als weitere konservative Voraussetzungen wurden die folgenden Bedingungen der Berechnung angenommen:

- Höhe des Austritts – erdnahe Austritt,
- Wärmeleistung der Quelle gleich Null,
- kurze Austrittsdauer (6 Stunden).

3.3 Wege der Strahlenexposition

Die sich ergebende Bestrahlung eines repräsentativen Individuums setzt sich aus den Beiträgen folgender Expositionswege zusammen:

- äußere Strahlenexposition aus Wolke,
- innere Strahlenexposition aus Inhalation (einschließlich Resuspension),
- äußere Strahlenexposition aus Ablagerung,
- innere Strahlenexposition aus Ingestion.

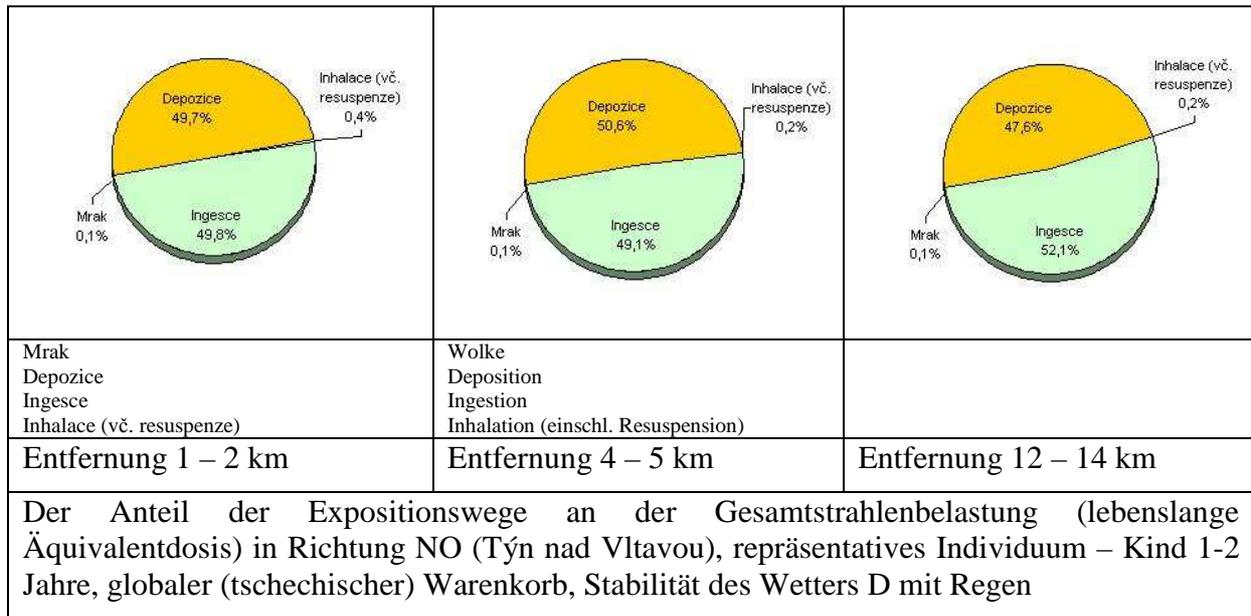
Die ersten drei Wege sind maßgeblich für die kurzfristige Strahlenexposition (48 Stunden, 7 Tage, 30 Tage), Ingestion und Ablagerung sind für langfristige Strahlenexposition (Monate bis Jahrzehnte) maßgeblich. Um die Notwendigkeit der Ergreifung dringlicher Maßnahmen zu beurteilen, sind somit die Dosis aus der Wolke, Ablagerung und Inhalation wichtig, für die Beurteilung der Folgemaßnahmen muss man die Ablagerung und Ingestion kennen.

Beim Anteil der einzelnen Wege an der gesamten, langfristigen Strahlenexposition von Personen hängt das gegebene Quellenglied vor allem von der Entfernung von der Quelle, den meteorologischen Bedingungen zum Zeitpunkt des Durchzugs der kontaminierten Luftmassen durch die gegebene Lokalität (Beeinflussung des Ablagerungsmaßes und der anschließenden Ingestion z. B. durch Regen – siehe nachstehend) sowie vom Alter und Zusammensetzung des Warenkorbs (Beeinflussung der Ingestion) ab.

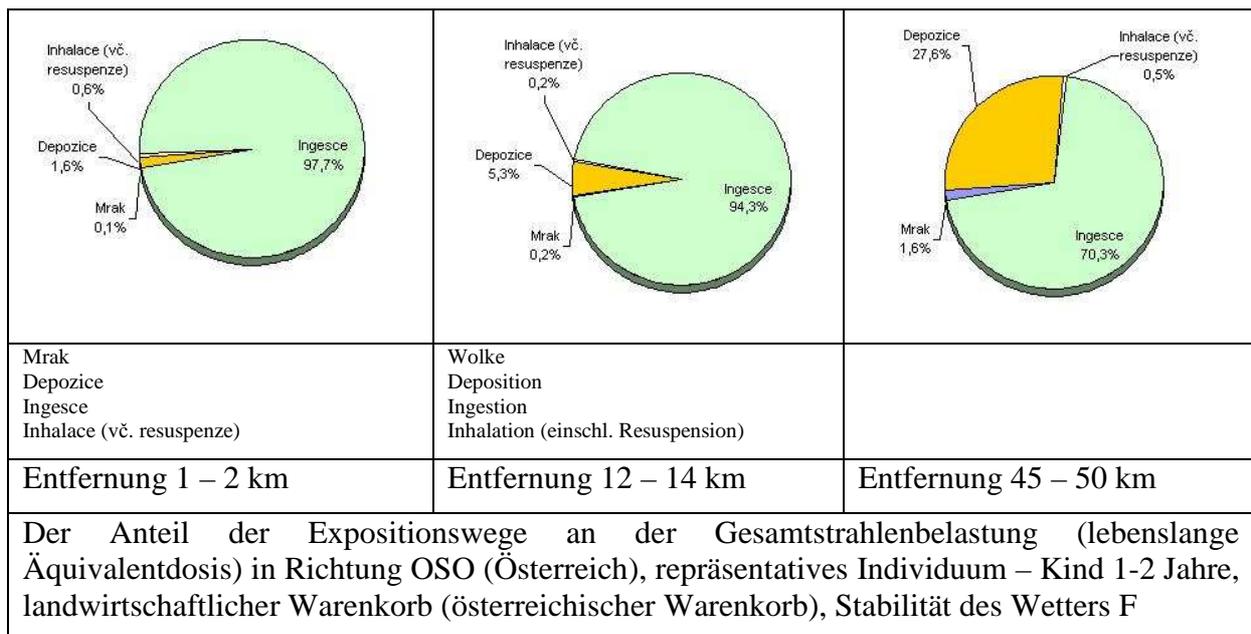
Wie nachstehend demonstriert wird, hat das gewählte Quellenglied hinsichtlich der Auswertung von Strahlenfolgen bestimmte Spezifika:

- hohe Vertretung an Jod (mit kurzer Halbwertszeit des Aktivitätsabfalls) führt dazu, dass man keinen bedeutenden Unterschied zwischen den Äquivalentdosen von der äußeren Strahlenexposition bereits nach einer Dauer von 30 Tagen erwarten kann, ähnlich wird es keinen bedeutenden Unterschied zwischen der jährlichen und der lebenslangen Dosis bei unter Einbeziehung der Ingestion geben,
- unter vorausgesetztem Verzehr von nur kontaminierten Produkten (landwirtschaftlicher Warenkorb – siehe nachstehend) wird der Anteil der Dosis aus Ingestion insbesondere für Kinder (aufgrund des hohen Jodanteils und des Trinkens kontaminierter Milch) auf Kosten der Dosis von der äußeren Strahlenbelastung (Ablagerung) steigen.

In den nachstehenden Graphen 4 und 5 ist zur Verdeutlichung der Anteil der einzelnen Expositionswege an der lebenslangen Äquivalentdosis für zwei Richtungen der Ausbreitung radioaktiver Stoffe und für zwei Typen von Wetter aufgeführt, wo der Einfluss des Regens und des unterschiedlichen Warenkorbs demonstriert wird. Weiter Argumente sind in den Abschnitten 3.4 (Einfluss des Warenkorbs), 3.5 (Einfluss des Alters des repräsentativen Individuums) und 3.9 (Einfluss der Formen des in die Umgebung freigesetzten Jods) aufgeführt.



Graph 4 - Anteil der Expositionswege an der Gesamtstrahlenbelastung in Richtung NO (Týn nad Vltavou)



Graph 5 - Anteil der Expositionswege an der Gesamtstrahlenbelastung in Richtung OSO (Österreich)

Die nachstehende Tabelle gibt die zeitliche Entwicklung der Äquivalentdosis (ohne Ingestion) in unterschiedlichen Entfernungen vom KKW in der Planungszone für verschiedene Wetterkategorien wieder. Aus der Tabelle folgt, dass ein bedeutender Teil dieser Gesamtdosis innerhalb der ersten zwei Tage nach dem Unfall (außer der Kategorie D – mit Regen, d. h. mit einem deutlichen Einfluss der Ablagerung) aufgenommen wird, aber außerhalb der nächsten Nähe des KKW sind auch unter den Bedingungen eines schweren Unfalls diese Dosen gering.

Tabelle 7 - Zeitliche Entwicklung der kurzfristigen Äquivalentdosis (ohne Ingestion) in Richtung NO (Erwachsener)

Kategorie	Entfernung von	Äquivalentdosis in Abhängigkeit von der Zeit (mSv)
-----------	----------------	--

Wetter	der Quelle	48 Stunden	7 Tage	30 Tage	1 Jahr
D ohne Regen	1,5 km	33,00	40,00	52,00	54,00
	13,0 km	1,90	2,30	3,00	3,10
	47,5 km	1,30	1,50	1,90	2,00
D mit Regen	1,5 km	48,00	90,00	160,00	170,00
	13,0 km	2,60	6,00	11,00	12,00
	47,5 km	0,16	0,28	0,46	0,50
F	1,5 km	100,00	130,00	160,00	170,00
	13,0 km	6,10	7,10	8,80	9,00
	47,5 km	1,60	1,70	1,80	1,90

3.4 Warenkorb

Der Anteil der Ingestion an der lebenslangen Äquivalentdosis hängt insbesondere von der Entfernung von der Quelle, den meteorologischen Bedingungen (Typ, Geschwindigkeit des Fallouts – trocken, nass) zum Zeitpunkt des Durchzugs der kontaminierten Luftmassen durch die gegebene Lokalität (Beeinflussung des Ablagerungsmaßes und der anschließenden Ingestion), vom Alter der kontaminierten Person, Zusammensetzung des Warenkorbs sowie von der oben bereits genannten Zusammensetzung des Quellenglieds ab. Nicht zu vernachlässigen ist der Einfluss des Jahreszeitraums zum Zeitpunkt des Unfalls (Vegetationszeit, Transfer Boden – Flora – Fauna), Einfluss des Geländes am gegebenen Niederschlagsort u. Ä.

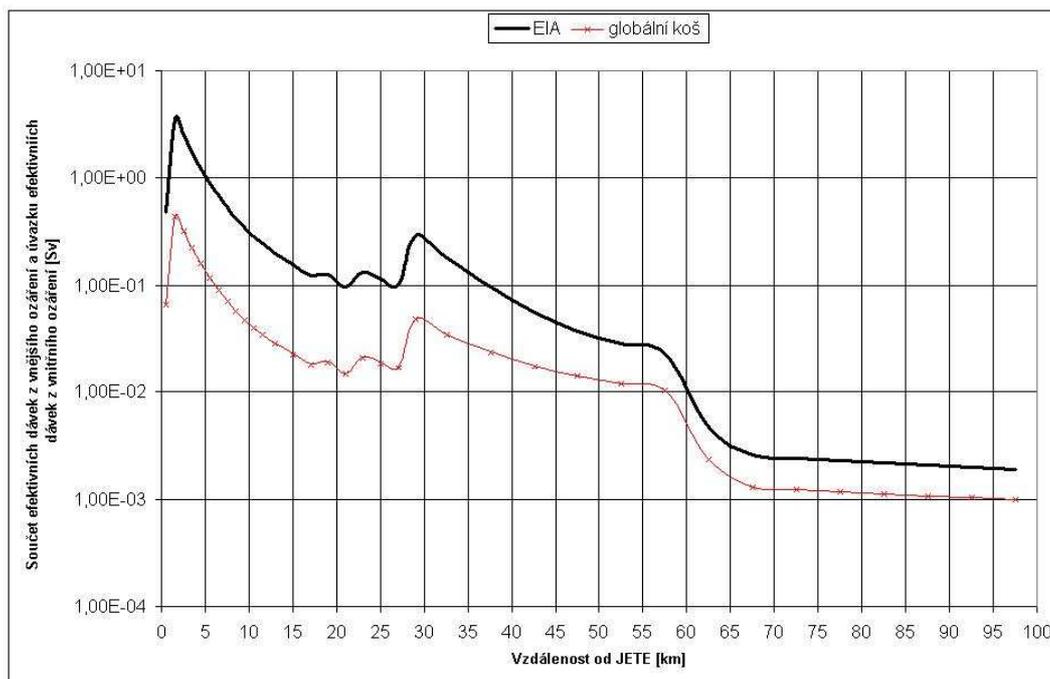
Der Anteil der Ingestionsdosis an der gesamten Jahres-/Lebensdosis bewegt sich in Abhängigkeit von den genannten Faktoren von ca. 50 bis über 90 %.

Der Einfluss des Warenkorbs wird im nachfolgenden Text diskutiert, weitere Faktoren werden getrennt bewertet.

Beim Warenkorb gibt den Ausschlag die Menge der aus lokalen (und somit kontaminierten) Quellen konsumierten Lebensmittel. Es ist also offensichtlich, dass die Auswahl des Warenkorbs für die Ergebnisse der Berechnung eine außerordentliche Bedeutung besitzt. Gleichzeitig ist klar, dass die Einführung eines kurzfristigen kontrollierten und geregelten Verbrauchs an lokal produzierten Lebensmitteln ein wirksames Mittel zur Minimierung der Dosis ist.

In der EIA-Studie wurde für die Berechnung der Jahres-/Lebensdosen mit Rücksicht auf grenzüberschreitende Einflüsse (Richtung nach Deutschland und Österreich) konservativ der sog. landwirtschaftliche Warenkorb (nach der Vereinbarung von Melk für das Gebiet Österreichs) verwendet, der von der Voraussetzung lokalen Verzehrs aller aus dem betroffenen Gebiet stammenden Lebensmittel ausgeht. Dieser lokale Verzehr wurde für die gesamte Dauer der Exposition vorausgesetzt (obwohl, wie bereits gesagt, bei diesem Quellenglied ist der Unterschied zwischen der Jahres- und Lebensdosis nicht bedeutend), und darüber hinaus konservativ – für Kinder mit 1 bis 2 Jahren.

Bei den Strahlenfolgen für die Bewohner Tschechiens wurde ein realitätsnäherer, sog. globaler Warenkorb verwendet (der von den Daten des Tschechischen Statistischen Amtes ausgeht). Bereits dieser Fakt führte zu einer deutlichen Senkung der Lebensdosis, wie es in Graph 6 ersichtlich ist, wo die Lebensdosen für die in der EIA-Dokumentation verwendeten Warenkörbe verglichen werden (Kurve mit Beschreibung EIA ist durch den Warenkorb für das Gebiet Deutschland charakterisiert, zweite Kurve gehört zum sog. globalen Korb, der für die Berechnungen auf dem Gebiet Tschechiens verwendet wurde).



Součet efektivních dávek z vnějšího ozáření a úvazku efektivních dávek vnitřního ozáření /Sv/	Summe der effektiven Dosen aus äußerer Bestrahlung und effektiver Dosen innerer Bestrahlung /Sv/
EIA	EIA
globální koš	globaler Korb
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

Graph 6 - Einfluss der Warenkörbe auf die Werte der lebenslangen (70 Jahre) Dosen [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; Wetterkategorie F

Bis zu einer Entfernung von über 55 km vom KKW sank der Wert der Lebensdosis um das 2,5- bis 10-fache, eine Überschreitung des für eine dauerhafte Umsiedlung ausschlaggebenden Werts von 1000 mSv würde an keinem Ort eintreten; ein Wert der Strahlenexposition von unter 100 mSv würde schon einige wenige km (~ 6 km) vom KKW erreicht.

Für Konservativität mit Rücksicht auf den Anteil der Ingestion erachten kann man auch die Auswahl der Phänologie für Ebenen und die verwendete Voraussetzung – Fortsetzung der Fütterung von Nutztieren im kontaminierten Gebiet nach den ursprünglichen Verfahren (einschließlich des Zyklus von drei Mahden von Futterpflanzen pro Jahr und Verfütterung von kontaminiertem Heu in den Wintermonaten).

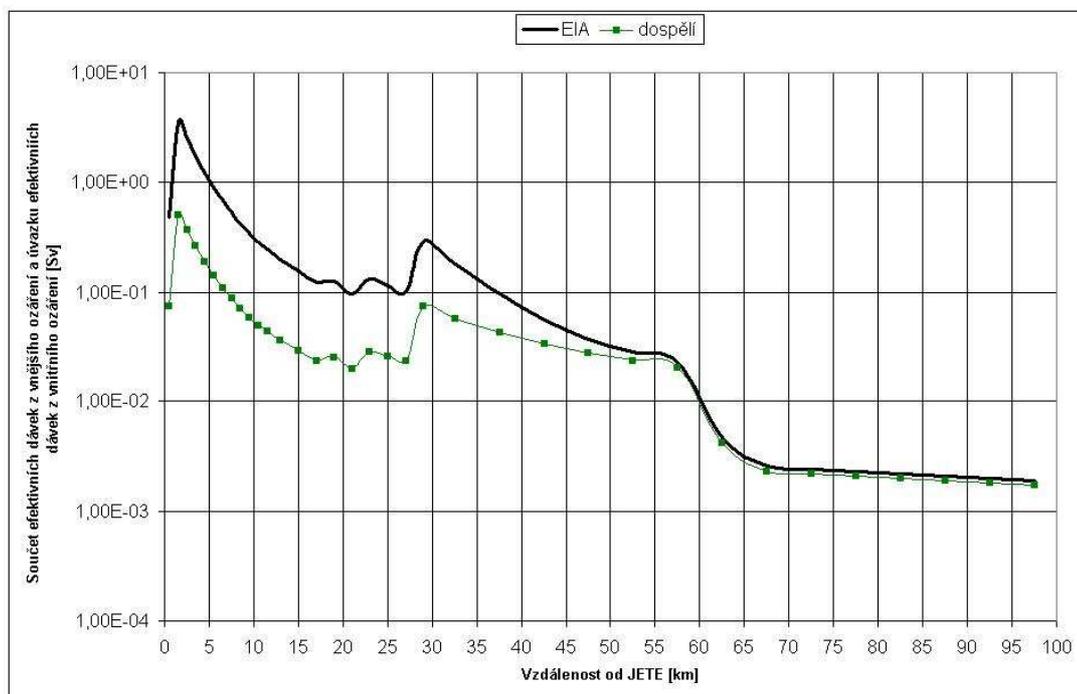
3.5 Alter des repräsentativen Individuums

In der EIA-Studie wurde konservativ das Alter des repräsentativen Individuums mit 1-2 Jahren gewählt, die angegebenen Ergebnisse beziehen sich also nur auf diesen Teil der Population. Hypothetisch und konservativ wurde vorausgesetzt, dass das Kind am gewählten Aufenthaltsort verbleibt, wo es allmählich altert und kontaminierte Lebensmittel während der gesamten 70 Jahre verzehrt. Das Alter wird hinsichtlich der Strahlenexposition der betreffenden Person allgemein in Folge mehrerer Faktoren eingesetzt:

- Umrechnungsfaktoren zwischen der effektiven Folgedosis von der inneren Exposition und dem Empfang von Radionukliden (Sv/Bq) sind bei Kindern deutlich ungünstiger / ihr Wert ist höher,

- Die Residenzzeit (Ausgesetzt sein der Person dem Empfang von Radionukliden während der gesamten Integrationsdauer der Folgedosis) beträgt bei Kindern 70 Jahre anstelle der bei Erwachsenen verwendeten 50 (dieser Unterschied ist aber im gegebenen Fall nicht bedeutend),
- Die Zusammensetzung der Nahrung hat einen deutlichen Einfluss, insbesondere im Fall des gewählten Quellglieds (deutliche Vertretung an Jod) und des landwirtschaftlichen Warenkorbs – bei Kindern im Alter von 1 bis 2 Jahren hat nämlich Milch einen deutlichen Anteil am Warenkorb.

Für den landwirtschaftlichen Warenkorb ist bei der SW-Richtung der Ausbreitung der Abluffahne im nachfolgenden Graph 7 der Unterschied zwischen den Werten bei Erwachsenen und Kindern der gewählten Alterskategorie (1-2 Jahre) dargestellt. Bis zu einer Entfernung von 30-35 km vom KKW ist die Dosis beim Erwachsenen im Vergleich mit einem Kind mehrfach (4- bis 8-fach) niedriger. Wenn man außerdem den globale Warenkorb in Betracht ziehen würde, würde sich die Dosis noch in dem, im Graph 6 im Abs. 3.4 aufgeführten Verhältnis senken.



Součet efektivních dávek z vnějšího ozáření a úvazku efektivních dávek vnitřního ozáření /Sv/	Summe der effektiven Dosen aus äußerer Bestrahlung und effektiver Dosen innerer Bestrahlung /Sv/
EIA	EIA
dospělí	Erwachsener
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

Graph 7 - Einfluss des unterschiedlichen Alters auf die Werte der lebenslangen (70 Jahre Integration der Folgedosen) Dosen [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F

Ähnlich würde hinsichtlich der langfristigen Schutzmaßnahmen – Einschränkung des Milchverbrauchs (insbesondere bei Kindern) auf bedeutende Weise die Dosis durch Ingestion sinken.

3.6 Zeitpunkt der Unfallentstehung

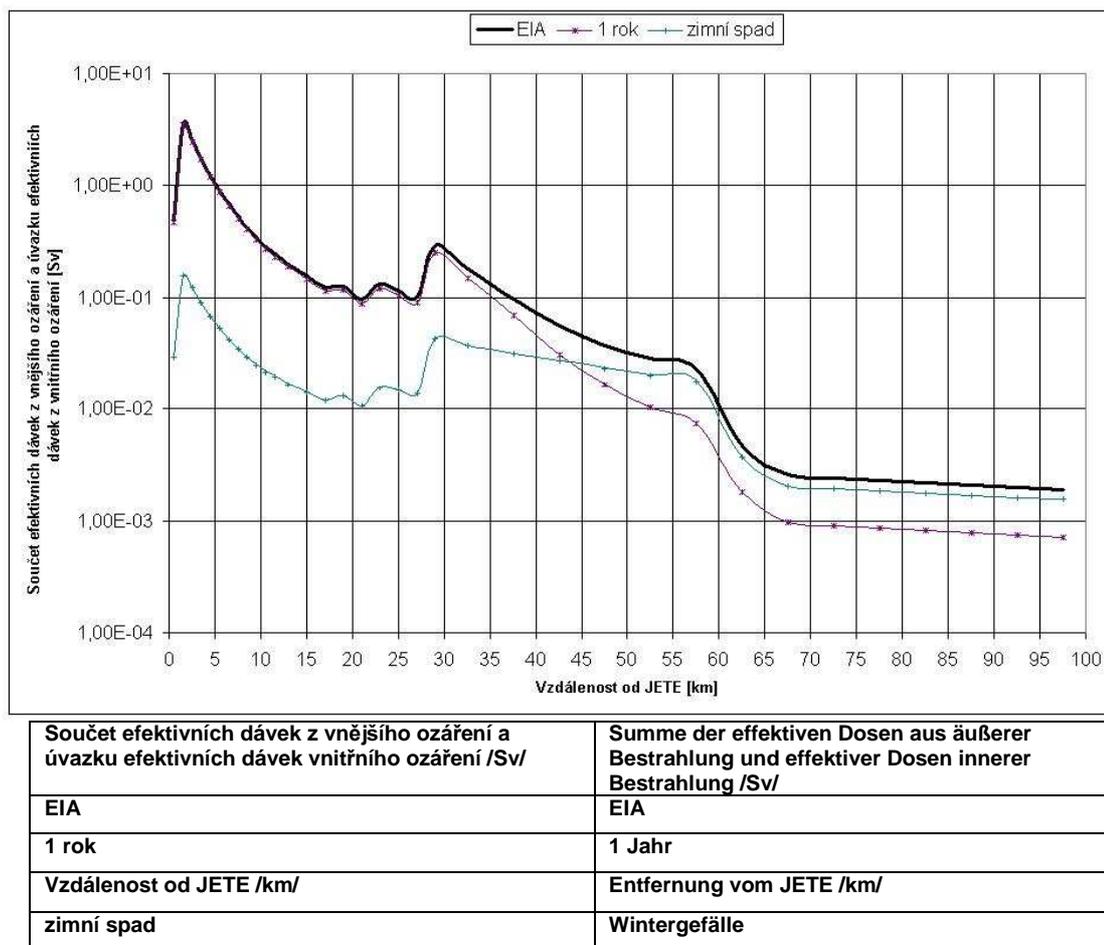
In der EIA-Studie wurde konservativ die Entstehung des Unfalls im Sommer vorausgesetzt, also mitten in der Vegetationszeit. Angesichts der Bedeutung der Ingestion und insbesondere für den landwirtschaftlichen Warenkorb spielt diese Voraussetzung zur Bestimmung der effektiven Folgedosis eine bedeutende Rolle. Bei Fallout im Sommer ist die aktuelle Ernte betroffen (Exposition der Früchte über die Blätter) und bei Annahme von Ingestion der kontaminierten Früchte kommt es zu höheren Werten bei den effektiven Folgedosen pro Jahr und lebenslang. Im Graph 8 im Abs. 3.7. sind zum Vergleich die Werte der lebenslangen Dosen für einen Fallout im Sommer (in der EIA-Dokumentation angegeben) und für einen Unfall in der Winterzeit (Fallout im Winter) aufgeführt. Es ist verständlich, dass die Dosiswerte für einen Fallout im Sommer im Vergleich zum Fallout im Winter, und zwar vor allem in der Umgebung des KKW's (bis über 30 km) um mehr als eine Größenordnung höher sind (unter ansonsten gleichen Bedingungen). Bei Verwendung eines der Realität näheren Warenkorbs wäre dieser Unterschied wesentlich geringer.

3.7 Residenzzeit

Bei Berechnung der Lebensdosis in der EIA-Dokumentation wurde, wie bereits gesagt, bei einem repräsentativen Individuum (Kind mit 1 bis 2 Jahren) die Aussetzung dem Verzehr von kontaminierter Nahrung während der gesamten Integrationszeit vorausgesetzt (70 Jahre). Für die Berechnung der Lebensdosis wurde des Weiteren konservativ der Aufenthalt des Individuums am gleichen Ort vorausgesetzt, und zwar sogar nur im offenen Raum, ohne Migration an andere Orte und ohne Wirkung einer ganzen Reihe natürlicher, sich automatisch an einer Senkung der Dosen beteiligenden Barrieren (ohne jeden Einfluss von abschirmenden und filtrierenden Strukturen, Nullfaktor des Aufenthalts innerhalb von Objekten).

Zur Verdeutlichung ist im nachfolgenden Graph 8 der Vergleich zwischen der in der EIA-Dokumentation präsentierten und derjenigen Lebensdosis, die das repräsentative Individuum empfangen würde, wenn es sich am gegebenen Ort, unter ansonsten den gleichen Bedingungen, nur für die Dauer von einem Jahr aufhält (und kontaminierte Nahrung verzehrt). Bis zu einer Entfernung von 30-35 km vom KKW ist der Einfluss der Residenzzeit gering, in größeren Entfernungen sind dann die Lebensdosen bei lebenslangem Empfang im Vergleich mit den Dosen nach einjährigem Empfang 2- bis 3-fach.

Der genannte Schluss gilt im vollen Umfang für die Wetterkategorie F, bei der die Ablagerung in der Nähe des KKW's gering ist. Für die Wetterkategorie D mit Regen und damit mit hoher Ablagerung, wäre der Einfluss der Residenzzeit viel höher.

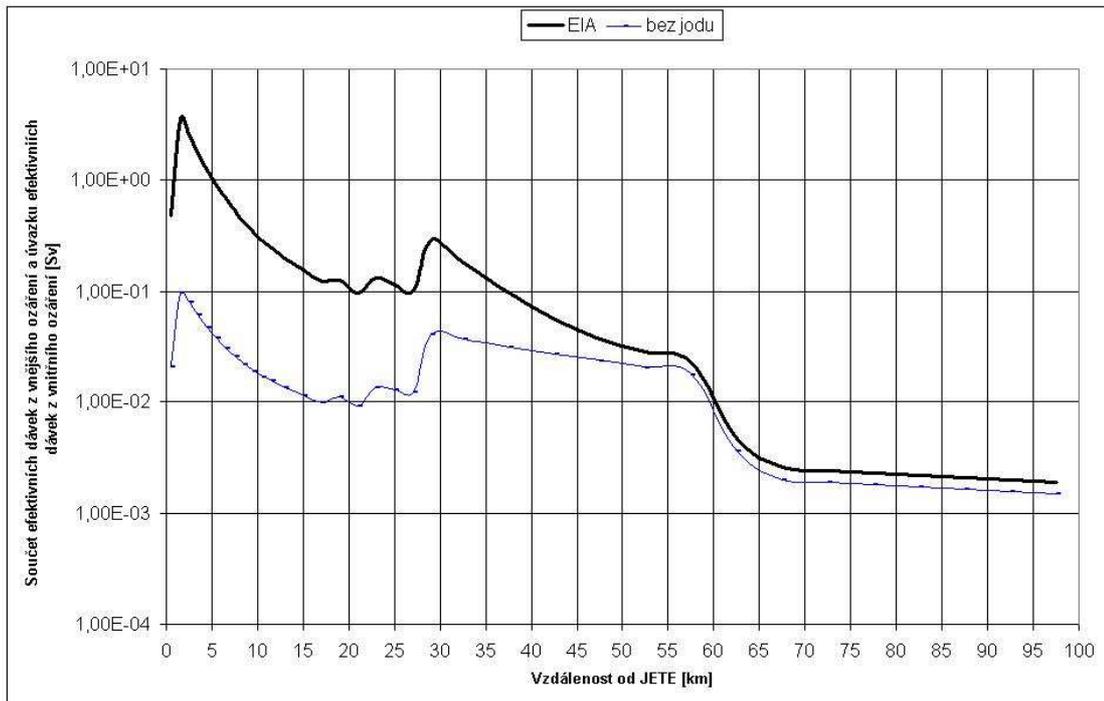


Graph 8 - Einfluss der jährlichen Zeit (Fallout) und der Residenzzeit auf die Werte der lebenslangen Dosis [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F

3.8 Ergreifung von Schutzmaßnahmen

Eine weitere Konservativität in der EIA-Dokumentation bestand darin, dass bei den Berechnungen der Äquivalentdosen / effizienten Folgedosen keine Schutzmaßnahmen angenommen wurden. In der Situation eines eingetretenen oder drohenden außerordentlichen Vorfalls der Stufe III (Verordnungen der SÚJB Nr. 307/2002 GBl. und Nr. 319/2002 GBl. in gültiger Fassung), der einen schweren Unfall bedeutet, geht das System der tschechischen Notfallplanung von der Voraussetzung aus, dass in der Umgebung des KKW's a priori (ohne auf das Ergebnis der Überwachung zu warten) dringliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden, wie Unterbringung der Bewohner in der Planungszone und Jodprophylaxe. Aus dem vorstehenden Text ist ersichtlich, dass im vorliegenden Fall, wenn im Austritt die Radionuklide des Jods bedeutend vertreten sind, gerade die Jodprophylaxe eine den Wert der effektiven Folgedosis insbesondere aus der Inhalation in der Flucht- und frühen Betriebsphase deutlich senkende Maßnahme wäre.

Zur Verdeutlichung der Wirkung der Jodprophylaxe sind im nachstehend aufgeführten Graph 9 die dem oben (in der EIA-Dokumentation) beschriebenen Quellenglied entsprechenden Werte der Lebensdosen bei Anwendung einer Jodprophylaxe und ohne Prophylaxe, ansonsten unter den gleichen Bedingungen, gegenübergestellt. Die Dosis insbesondere bis zu einer Entfernung von 30 km vom KKW sank um mehr als eine Größenordnung.



Součet efektivních dávek z vnějšího ozáření a úvazku efektivních dávek vnitřního ozáření /Sv/	Summe der effektiven Dosen aus äußerer Bestrahlung und effektiver Dosen innerer Bestrahlung /Sv/
EIA	EIA
bez jodu	ohne Jod
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

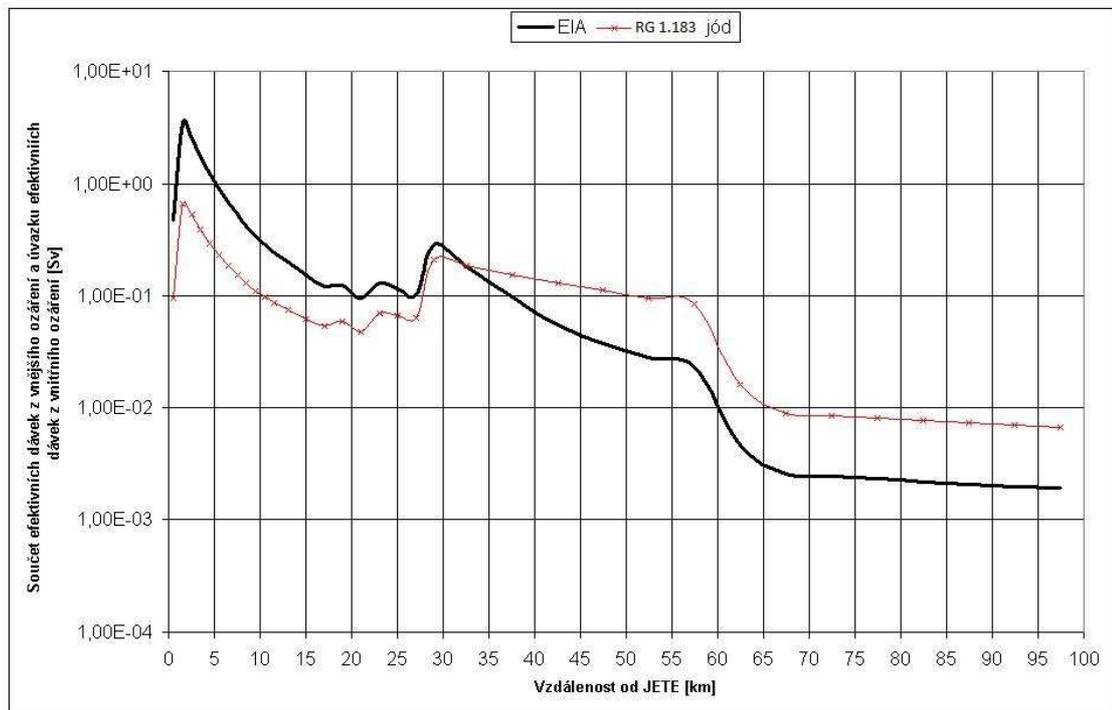
Graph 9 - Einfluss von I-131 auf die Werte der lebenslangen Dosen [Sv] in Richtung SW (Deutschland), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F – für den Fall ohne Anwendung und mit Anwendung der Jodprophylaxe

3.9 Verteilung der in die Umgebung freigesetzten Jodformen

Die verschiedenen Jodformen (Aerosol, organisch, elementar) verhalten sich unterschiedlich bei ihrem Transport in der Umgebung und haben auch unterschiedliche Auswirkungen auf die Gesundheit. In gesundheitlicher Hinsicht ungünstig sind vor allem die Formen organisch und elementar. In der EIA- Dokumentation wurden die Anteile der einzelnen physikalisch-chemischen Jodformen gemäß den für die Vergleichsanalyse beim tschechisch-österreichischen Workshop aus dem Prozess in Melk verwendeten Verhältnisse gewählt, mit 5 % Vertretung der Aerosolform, 5 % organischer und 90 % elementarer Form. Üblicher ist die empfohlene Vertretung (z. B. in RG 1.183 [8], EUR [6]), d. h. 95 % in Form von Aerosolen, 4,85 % in elementarer Form und 0,15 % in organischer Form.

Der Vergleich der Ergebnisse der Berechnung von lebenslangen Dosen für diese unterschiedlichen Vertretungen der Jodformen wird im folgenden Graph 10 aufgeführt. Die in RG 1.183 empfohlene Verteilung der Jodformen führt bis 30 km vom KKW (unter ansonsten den gleichen Bedingungen) zu deutlich niedrigeren Dosen, als die in der EIA-Dokumentation verwendete Verteilung; d. h., dass in der nächsten Umgebung des KKW die Schätzungen im Allgemeinen konservativ sind, wenn der Austritt an Radionukliden mit der höchsten Vertretung der elementaren Jodform angenommen wird. In größeren Entfernungen vom KKW

ist dies umgekehrt. Diese Tatsache hängt mit der verschiedenen Ablagerung der einzelnen Jodformen bei trockenem Fallout (wie im angenommenen Fall) zusammen, wobei sich die Vertretung der einzelnen Jodformen mit der Entfernung vom KKW ändert – es erhöht sich der Anteil der Aerosolform auf Kosten der Elementarform.



Součet efektivních dávek z vnějšího ozáření a úvazku efektivních dávek vnitřního ozáření /Sv/	Summe der effektiven Dosen aus äußerer Bestrahlung und effektiver Dosen innerer Bestrahlung /Sv/
EIA	EIA
RG 1.183 jód	RG 1.183 Jod
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

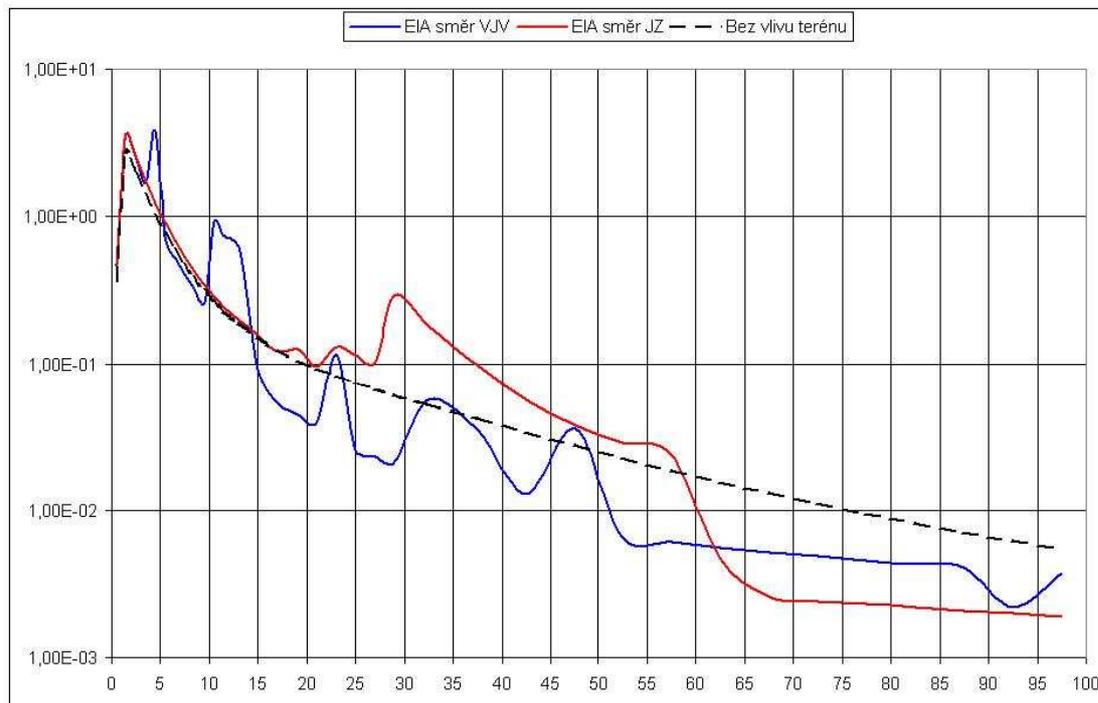
Graph 10 - Einfluss der Formen des I-131 auf die Werte der lebenslangen Dosen [Sv] in Richtung SW (Deutschland), Lebensdosis (70 Jahre), repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F – Unterschiedliche Zusammensetzung der Jodformen im Austritt

3.10 Gelände unter der Abluffahne

In der EIA-Dokumentation wurden konkrete Charakteristika des tatsächlichen Geländes in der KKW-Umgebung verwendet, die selbstverständlich in unterschiedlichen Richtungen anders sind. Die Geländeeigenschaften sind ein unveränderbarer Faktor, nichtsdestotrotz haben sie einen Einfluss auf die Berechnung.

Der Geländeeinfluss ist im nachfolgenden Graph 11 ersichtlich, wo die Abhängigkeiten der Lebensdosen von der Entfernung vom KKW für die unterschiedlichen Ausbreitungsrichtungen der Radionuklide gegenübergestellt werden. Zwei entsprechen den in der EIA-Dokumentation gewählten Ausbreitungsrichtungen der Radionuklide – in Richtung Österreich (blau) und Deutschland (rot), die dritte (unterbrochen) entspricht den Dosiswerten bei Ausbreitung über ebenem Gelände (Grasfläche über die gesamte Länge) mit einer konstanten Seehöhe (500 m ü. M.). Die Variabilität des Geländes entlang der Strecke der Abluffahne verursacht lokale Schwankungen bei den Werten der Äquivalentdosen. Es macht

sich vor allem der Einfluss des Auffangens von radioaktiven Stoffen im Waldbereich bemerkbar, mit einer Erhöhung der Dosen in diesem Bereich, mit anschließender Senkung der Dosen hinter diesem Bereich.



EIA směř VJV	EIA Richtung OSO
EIA směř JZ	EIA Richtung SW
Bez vlivu terénu	Ohne Terraineinfluss

Graph 11 - Einfluss des Geländes auf die Werte der lebenslangen Dosen [Sv] für unterschiedliche Ausbreitungsrichtungen, repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F

3.11 Meteorologische Bedingungen zum Zeitpunkt des Unfalls

Es wurde bereits gesagt, dass die meteorologischen Bedingungen die Strahlenfolgen der Unfälle deutlich beeinflussen. Es handelt sich um die gewählte Windrichtung und -geschwindigkeit und die Wetterkategorie (bzw. Niederschlagsmenge). Die Wetterkategorie wird in der sog. Pasquill-Skala der Wetterstabilität angegeben. Für die Modellierung der Folgen eines schweren Unfalls auf dem Gebiet Tschechiens und für die Modellierung der grenzüberschreitenden Einflüsse (Richtung Österreich und Deutschland) wurden in der EIA die folgenden drei Varianten meteorologischer Bedingungen gewählt:

Tabelle 8 - Die einzelnen Varianten der meteorologischen Bedingungen

Variante des Szenarios	1	2	3
Richtung der Ausbreitung	NO	OSO	SW
Windgeschwindigkeit [m/s]	5	2	2
Wetterkategorie	D	F	F

Niederschlagsmenge [mm/h]	10	0	0
------------------------------	----	---	---

Stabilitätsklasse der Wärmeschichten der Luft nach der Pasquill-Skala:

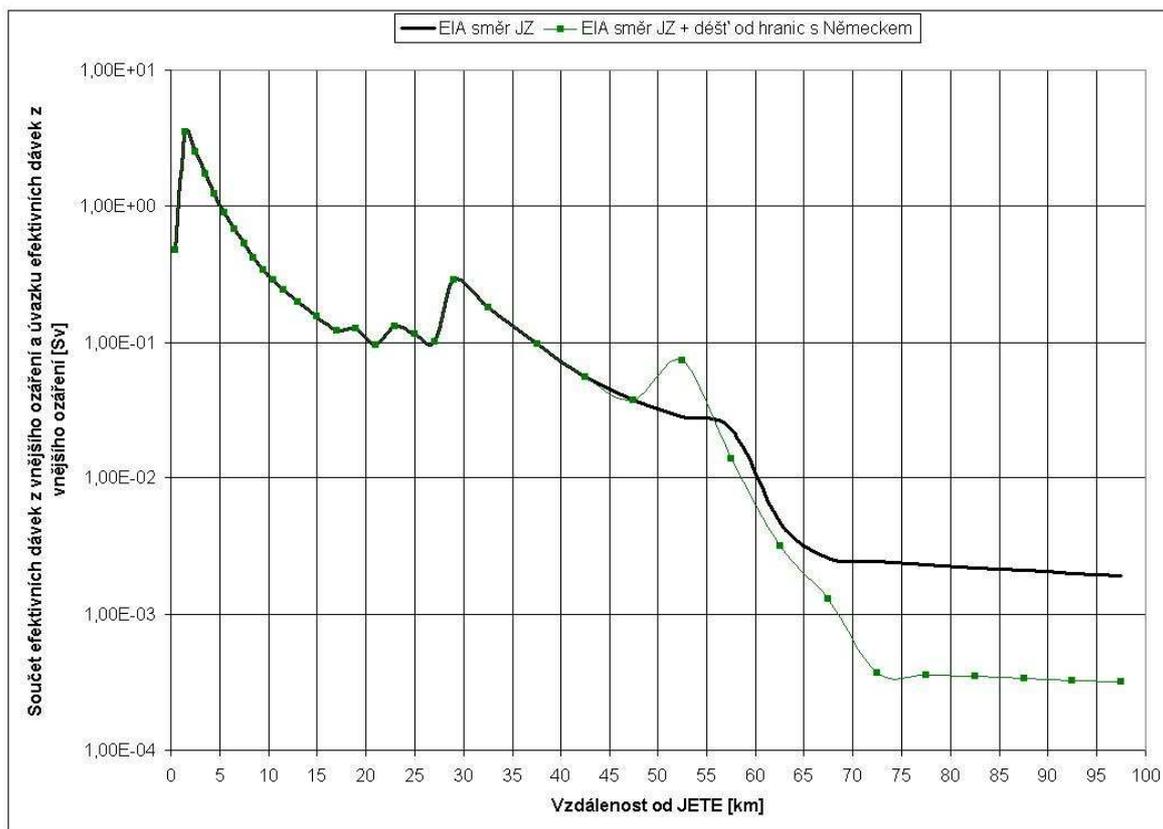
D – normale atmosphärische Stabilität; mittlere Windgeschwindigkeit – häufigste Bedingungen im Jahresverlauf;

F – sehr stabile Bedingungen; niedrige Windgeschwindigkeit – geringe Streuung, hohe Stabilität.

Zur Auswertung von langfristigen Maßnahmen auf dem Gebiet Tschechiens wurde die 1. Variante (NO) gewählt, d. h. Ausbreitungsrichtung über die nächste größere Stadt Týn nad Vltavou, Wetter vom Typ D mit vorhandenen Niederschlägen, die die Folgen in kürzeren Entfernungen in längeren Zeiten (30 und mehr Tage) erhöhen (siehe Graphen 4 und 5 im Abs. 3.3.). Für sehr kurze Entfernungen (siehe Tab im Abs. 3.3.) und Dauer der Exposition von 2 und 7 ist zwar F etwas schlechter als D, aber angesichts dessen, dass nach den Verordnungen der SÚJB die Unterbringung der Bevölkerung und die Jodprophylaxe in der Planungszone a priori ohne das Warten auf die Ergebnisse der Überwachung erfolgen, ist der Unterschied mit Rücksicht auf die Wirkung dringlicher Maßnahmen und andere Konservativitäten bereits für 7 Tage unbedeutend. Zum Modellieren der Folgen eines schweren Unfalls für die Nachbarländer wurde die 2. (OSO) und 3. (NW) Variante der meteorologischen Bedingungen gewählt – Ausbreitungsrichtung OSO – Österreich – und NW – Deutschland, d. h. die Richtungen der kürzesten Entfernungen zu den Grenzen dieser Nachbarländer. Die Wetterkategorie F führt konservativ unter ansonsten den gleichen Bedingungen zu höheren Strahlenfolgen in größeren Entfernungen als die für Tschechien gewählte Kategorie D. In der Berechnung wurden konstante meteorologische Bedingungen für die Gesamtdauer der Ausbreitung der Abluftfahne vorausgesetzt, obwohl die Annahme zeitlich wechselhaften Wetters zu der Realität näheren Ergebnissen führen könnte. Die Wahl einer konstanten Windrichtung und -geschwindigkeit führt zu stark überhöhten Dosen unter der Fahnenachse. Das durch die erhöhten Dosen betroffene Gebiet ist aber relativ schmal.

Die Voraussetzung von Niederschlägen und ihre Menge erhöhen lokal die Geschwindigkeit des Auswaschens der Spaltprodukte aus der Abluftfahne. In der Folge empfängt dann am Ort der Niederschläge das kritische Individuum eine höhere Dosis, als wenn die Niederschläge gleich Null wären. Zur Verdeutlichung des Einflusses der Niederschläge, die nur in einem bestimmten Gebiet auftreten, wurde eine Variante des Unfalls modelliert, die aus den gleichen Voraussetzungen wie die in der EIA-Dokumentation für die SW-Richtung der Fahnenausbreitung (kürzeste Entfernung zur Grenze mit Deutschland) ausgeht, mit Ausnahme der Niederschlagsmenge. Diese sind in den Entfernungen 0 bis 50 km und 75 bis 100 km vom KKW gleich Null. Im Gebiet 50 bis 75 km (d. h. ab der deutschen Grenze) dann in einer Menge von 10 mm/h.

Im nachfolgenden Graph 12 sind die Rechnungswerte der Dosen für diese Variante und für die zugehörige, in EIA aufgeführte Variante (Wetter Typ F ohne Niederschläge) eingetragen.



Součet efektivních dávek z vnějšího ozáření a úvazku efektivních dávek vnitřního ozáření /Sv/	Summe der effektiven Dosen aus äußerer Bestrahlung und effektiver Dosen innerer Bestrahlung /Sv/
EIA směr JZ	EIA Richtung SW
EIA směr JZ + déšť od hranic s Německem	EIA Richtung SW + Regen von der deutschen Grenze
Vzdálenost od JETE /km/	Entfernung vom JETE /km/

Graph 12 - Einfluss lokaler Niederschläge ab der deutschen Grenze auf die Werte der lebenslangen Dosen [Sv] in Richtung SW, repräsentatives Individuum – Kind 1-2 Jahre; landwirtschaftlicher Warenkorb, Wetterkategorie F

Im Graph 12 ist der Einfluss des Regens auf die lokale Erhöhung der Dosis infolge des Auswaschens radioaktiver Stoffe aus der Abluftfahne, mit anschließender Senkung in den Gebieten hinter dem Regen, ersichtlich. Die Erhöhung erfolgt jedoch in beträchtlicher Entfernung vom KKW, wo die Äquivalentdosis schon relativ niedrig ist.

3.12 Umrechnungsfaktoren für die Berechnung der Folgedosen durch innere Strahlenexposition

Im Abs. 3.5 wurde schon gesagt, dass die Umrechnungsfaktoren zwischen der effektiven Folgedosis von der inneren Exposition und dem Empfang von Radionukliden (Sv/Bq) bei Kindern deutlich ungünstiger sind / ihr Wert höher ist als bei Erwachsenen.

Bei der Ingestion wurden die ungünstigsten Werte dieser Umrechnungsfaktoren (nach dem Typ der Absorption des betreffenden Radionuklids im Verdauungstrakt) ausgewählt; ähnlich wurden bei der Inhalation die konservativsten Werte (in Abhängigkeit vom Typ der Absorption in der Lunge) ausgewählt.

3.13 Transport radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre

Im Auswertungsverfahren für den Transport der radioaktiven Stoffe wurden einige weitere konservative Voraussetzungen gewählt.

Aus der Literatur übernommene, halbempirische Formeln für die Berechnung der Dispersionskoeffizienten sind mit Geländeexperimenten bis in eine Entfernung von circa 10 km von der Quelle belegt. Ihre exponentiellen Abhängigkeiten in größeren Abständen sind mit der Semi-Box-Annäherung korrigiert, wo ab einer bestimmten Entfernung von der Quelle eine vertikale Homogenisierung in der Grenzschicht eintritt und außerdem der Dispersionskoeffizient in Richtung der Ausbreitung proportional der zweiten Wurzel der Entfernung genommen wird. Die Schadstoffkonzentrationen verdünnen sich also konservativ im Rahmen des abgesteckten Gebiets.

Ähnlich wurde keine Korrektur zur Erhöhung der horizontalen Dispersion (und damit zur Senkung der axialen Konzentrationen) infolge der horizontalen Fluktuationen für eine längere Dauer des Austritts durchgeführt – mehrere Stunden „plume meandering“ (in unserem Fall wurde eine Austrittsdauer von 6 Stunden angenommen und eine solche Korrektur wäre realistisch und würde zur Vergrößerung der horizontalen Dispersion um circa 50 % und damit zu einer Senkung der axialen Konzentrationen führen).

Es wurde keine vertikale Durchdringung der Schadstoffe über die Obergrenze der Mischschicht angenommen und die gesamte Kontamination ist konservativ unter dem „Deckel“ (plume penetration) gehalten, der sich durch H_{mix} (200 Meter für die Stabilitätskategorie F, 560 m für Kat. D) ergibt. Ebenso wurde keine vertikale Windscherung angenommen.

Konservativ ist ein Szenario mit vertikalem Moment gleich Null und der Wärmegehalt der austretenden Gasstoffe angesichts der Umgebungstemperatur gleich Null eingeführt (diese Voraussetzung muss jedoch nicht in großen Entfernungen von der Quelle konservativ sein). Als Größe der Aerosolteile wurde $1 \mu\text{m}$ AMAD gewählt.

3.14 Einfluss umliegender Gebäude

Konservativ wurde nicht der Einfluss des Umbaus des Reaktors, einschließlich der Kühltürme (nahe stehender Objekte) auf die sprunghafte Anfangserhöhung der peripheren Dispersion betrachtet. Die Abluftfahne ist also schmal mit höheren Konzentrationen unter der Wolkenachse.

3.15 Entfernung der auf der Oberfläche abgelagerten Radionuklide

Bei den Berechnungen wurde ebenfalls nicht der Effekt der Entfernung der auf der Oberfläche abgelagerten Radionuklide infolge natürlicher Witterungseinflüsse und der Migration in untere Bodenschichten betrachtet. Konservativ wurde nur der radioaktive Zerfall der langlebigen Nuklide betrachtet (Anwendung der Migration führt immer zu einer wesentlichen Senkung der langfristigen Strahlenexposition aus Ablagerung von Sr, Cs). Bei den Berechnungen der Exposition aus Ablagerung wurde die Abschirmung durch den Boden bzw. Geländeunebenheiten nicht betrachtet und es wird die Verteilung der Aktivität auf einer ideal ebenen Oberfläche vorausgesetzt. Ebenso wurde die Abreicherung der Aktivität im Boden durch Abtransport der kontaminierten Ernte nicht angenommen.

4 SCHLUSS

1. Dieses Dokument bietet ergänzende Informationen zur Auswertung der Strahlenfolgen schwerer Unfälle in der Umgebung (bis 100 km) der neuen Kernkraftanlage für den Standort Temelín, die in der Dokumentation der Umweltverträglichkeitsprüfung (EIA) aufgeführt wurde. Diese ergänzenden Informationen betreffen vor allem die Ergebnisse der Berechnung der lebenslangen Ganzkörperdosis, die ein repräsentatives Individuum aus der Bevölkerung empfängt.
2. Es ist zu betonen, dass bereits die Entstehung des in der Auswertung der Strahlenfolgen vorausgesetzten schweren Unfalls äußerst unwahrscheinlich ist. Die Auswertung der Strahlenfolgen deckt schwere Unfälle mit einer Entstehungsfrequenz bis 10^{-7} pro Jahr ab.
3. Obwohl die Auswertung der Folgen schwerer Unfälle unter weniger konservativen Voraussetzungen erfolgen könnte, wegen der beschränkten Unterlagen und um mögliche Zweifel über ausreichende Sicherheitsreserven auszuschließen, erfolgten die Berechnungen mithilfe des konservativen Verfahrens sowohl hinsichtlich der Festlegung des Quellenglieds als auch hinsichtlich der Auswertung des Transports radioaktiver Stoffe in der KKW-Umgebung und ihrer Auswirkungen auf die Strahlenexposition der Bevölkerung.
4. Das gewählte Quellenglied deckt mit ausreichender Reserve die Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung für bekannte Projekte neuer Kernkraftanlagen ab, die für eine Umsetzung in ČR in Frage kommen, und seine Anwendung führt somit zu einer starken Überhöhung der Strahlungsdosen, die die Bewohner der Umgebung potenziell empfangen würden.
5. Ausschlaggebend ist der Anteil der Ingestion an der lebenslangen Äquivalentdosis und es ist also offensichtlich, dass die Wahl der Lebensmittelanteils aus lokalen Quellen im Warenkorb für die Ergebnisse der Berechnung bestimmend ist.
6. In der EIA-Dokumentation wurde für die Berechnung der Einflüsse des Unfalls im Grenzgebiet der hoch konservative, sog. landwirtschaftliche Warenkorb verwendet, der von der Voraussetzung lokalen Verzehrs aller aus dem betroffenen Gebiet stammenden Lebensmittel ausgeht. Der Einsatz des realitätsnäheren Warenkorbs mit wahrscheinlichem Anteil an Lebensmitteln aus dem Handelsnetz würde auch ohne jede Regelung des Lebensmittelverbrauchs die Äquivalentdosen um das 2,5- bis 10-fache senken. Der Vollständigkeit halber muss gesagt werden, dass auch die Einführung einer kurzfristigen Kontrolle und Regelung der lokal produzierten, kontaminierten Lebensmittel ein sehr wirksames Mittel zur Minimierung der Dosis wäre.
7. In der Berechnung wurden nicht wechselnde meteorologische Bedingungen (z. B. Windrichtung) während der Gesamtdauer des Austritts von Radionukliden und der Ausbreitung der Abluffahne vorausgesetzt, was in Bezug auf Strahlenexposition von Personen ebenfalls eine konservative Voraussetzung darstellt. Die Annahme von „realem“ Wetter aus Langzeitmessungen würde mit Sicherheit zu weniger konservativen Schätzungen der Dosen führen.
8. In der EIA-Dokumentation wurden die Dosen unter einer weiteren konservativen Voraussetzung festgelegt, und zwar Absehen von allen Schutzmaßnahmen. Im Fall eines eingetretenen oder drohenden, erwarteten außerordentlichen Vorfalls der Stufe III (Verordnungen der SÚJB Nr. 307/2002 GBl. und Nr. 319/2002 GBl. in gültiger Fassung), der einen schweren Unfall bedeutet, geht das System der tschechischen Notfallplanung von der Voraussetzung aus, dass in der Umgebung des KKW's a priori (ohne auf das

Ergebnis der Überwachung zu warten) dringliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden, wie Unterbringung der Bewohner in der Planungszone und Jodprophylaxe. Aus dem vorstehenden Text ist ersichtlich, dass im vorliegenden Fall, wenn im Austritt die Radionuklide des Jods bedeutend vertreten sind, gerade die Jodprophylaxe eine den Wert der effektiven Folgedosis insbesondere aus der Inhalation in der Flucht- und frühen Betriebsphase deutlich senkende Maßnahme wäre (Jodprophylaxe könnte in der Umgebung des KKW's bis 30 km die Strahlenexposition von Personen bis um eine Größenordnung senken). Ähnlich hinsichtlich der nachfolgenden Schutzmaßnahmen – Einschränkung des Milchverbrauchs (insbesondere bei Kindern) würde auf bedeutende Weise die Dosis durch Ingestion senken. Tatsächlicher Umfang, Ort der Durchführung und Dauer der nachfolgenden Schutzmaßnahmen würden von Ablauf und Entwicklung des Unfalls und den realen meteorologischen Bedingungen und insbesondere von den Ergebnissen der umfassenden Strahlungsüberwachung im betroffenen Gebiet ausgehen.

9. In der Berechnung wurden weitere konservative Voraussetzungen angewandt, die die Strahlenexposition von Personen beeinflussen, diese aber können nicht bzw. es ist nicht zweckmäßig sie a priori auszuschließen – es handelt sich z. B. um die Voraussetzung, dass der Unfall mitten in der Vegetationsperiode entsteht, Wahl eines Kindes als repräsentativen Individuums. Außerdem wurden im Modell des Transports von radioaktiven Stoffen in die Umwelt konservativ angewandt: Umrechnungskoeffizienten für Folgedosen durch die innere Exposition, der Einfluss umliegender Gebäude wurde vernachlässigt, die Durchdringung von auf der Oberfläche abgelagerten Radionuklide in untere Bodenschichten (sei es auf natürlichem Wege oder durch landwirtschaftliche Nutzung des Bodens) wurde ausgelassen, Ernte kontaminierter Früchte.
10. Die bereits in der EIA-Dokumentation durchgeführten Analysen haben nachgewiesen, dass die Strahlenfolgen der analysierten Unfälle annehmbar sind. Aufgrund der in diesem Dokument aufgeführten, ergänzenden Auswertungen kann aber gesagt werden, dass es durch Anwendung realistischerer und ausreichend glaubwürdiger Unterlagen zu weiterer, sehr bedeutender Senkung der berechneten Äquivalentdosen und der effektiven Folgedosen sowohl in nächster Umgebung des KKW's als auch in den Grenzgebieten käme.

5 LITERATUR

- [1] Nový jaderný zdroj v lokalitě Temelín včetně vyvedení výkonu do rozvodny Kočín, Dokumentace vlivu záměru na životní prostředí dle přílohy č. 4 k zákonu č. 100/2001 Sb., v platném znění, Mai 2010.
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection, IAEA, Vienna (2007)
- [3] Entwurf der SÚJB vom 8. Juni 2010 der modifizierten Verordnung Nr. 195/1999 GBl. der Staatlichen Behörde für Atomsicherheit „Über Anforderungen an Kernkraftanlagen zur Sicherstellung der nuklearen Sicherheit, des Strahlenschutzes und der Vorbereitung auf Unfälle“.
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants, 75-INSAG-3 Rev.1, INSAG-12, IAEA, Vienna (1999).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Facilities and Activities, General Safety Requirements No. GSR Part 4, Vienna (2009).
- [6] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. Revision C, April 2001.

- [7] L. Soffer et al, Accident Source Terms for Light-Water Nuclear Power Plants, Final Report, NUREG-1465, US NRC, February 1995.
- [8] Alternative Radiological Source Terms for Evaluating Design Basis Accidents at Nuclear Power Reactors, Regulatory Guide 1.183, US NRC, July 2000.

Anlage 1.2

**Ergänzende Angaben zur Sicherung mit dem Wasser aus der Moldau
bei extremen Witterungsbedingungen**

SICHERUNG MIT WASSER AUS DER MOLDAU BEI EXTREMEN WITTERUNGSBEDINGUNGEN

1. Berücksichtigung extremer Witterungsbedingungen

Die Problematik der Sicherung mit Wasser wird in der Dokumentation in den Kapiteln C.2.4. Oberflächen- und Grundwasser (Seite 276 der Dokumentation ff., wo unter anderem die Angaben zu den auch durch klimatische Änderungen beeinflussten hydrogeologischen Verhältnissen im Wassergebiet genannt sind) sowie D.I.4. Einflüsse auf Oberflächen- und Grundwasser (Seite 422 der Dokumentation ff., wo unter anderem der Einfluss auf die hydrologischen Verhältnisse im Wassergebiet begutachtet wird) behandelt. Des Weiteren ist ein Bestandteil der Dokumentation die Anlage 5.1 Studie der möglichen Sicherstellung von Wasserentnahmen, die durch das Wasserforschungsinstitut Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Praha, erstellt wurde. Auf diese Studie verweisen wir in den Einzelheiten, nachstehend sind zusammenfassende Angaben aufgeführt.

Die meteorologischen und hydrologischen Daten für das Bilanzmodell der unbeeinflussten Durchflüsse wurden aus zwei Zeiträumen herangezogen (1940-1958 und 1980-2005), wobei die Durchflussreihen aus dem ersten Zeitraum als unbeeinflusst und die Durchflussreihen aus dem zweiten Zeitraum mithilfe der Daten über Manipulationen an den jeweiligen Wasserbecken in den unbeeinflussten Zustand umgerechnet wurden.

Weil jedoch die hydrologische Bilanz neben dem derzeitigen Zustand auch für die Zukunft modelliert ist (bis zum Zeitraum 2085), wurden auch die Szenarien klimatischer Änderungen für die Jahre 2020, 2025, 2050 und 2085 einbezogen. Der Grund besteht darin, dass klimatische Änderungen (mittels potenzieller Änderung der Niederschlagssumme bzw. weiterer Faktoren – Verteilung der Niederschläge innerhalb des Jahres, Temperaturverlauf u. Ä.) einen Einfluss auf die Durchflüsse in den Wasserläufen haben können, insbesondere in der Moldau, die die Quelle von Rohwasser für das Kraftwerk ist. Hier die einbezogenen Szenarien:

Jahr 2020 Zu diesem Jahr steht kein Output eines physikalisch gesteuerten Klimamodells zur Verfügung (zum Zeitpunkt der Studienbearbeitung). Die Schätzung der Änderungen der erforderlichen meteorologischen Größen erfolgte aufgrund der Analyse der derzeitigen Zeitreihen unter Berücksichtigung der Klimamodelle für den weiter entfernten Zeitraum (d. h. 2071-2100) sowie der Schlüsse des Berichts des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC, 2007).

Die Änderung der Lufttemperaturen ist für die einzelnen Szenarien konstant und ihre Größe bewegt sich im Bereich von +0,7 °C bis +1,1 °C. Dasselbe gilt für die Änderung der durchschnittlichen Niederschlagssumme, wo sich die Änderung im Bereich von -4 % bis + 4 % bewegt. Die Werte der Luftfeuchtigkeit blieben wie in der Gegenwart, außer des Szenarios 2020_C, wo ein Anstieg von 2 % modelliert wurde.

Jahr 2025 Für die Szenarien der Klimaänderung für den Zeithorizont des Jahres 2025 wurden die Outputs aus dem regionalen klimatischen Modell ALADIN – CLIMATE/CZ angewandt, deren Vorbereitung einen Bestandteil des Projekts VaV bildet, das sich mit der Konkretisierung der Folgen der Klimaänderung in unterschiedlichen Bereichen befasst (Pretel a kol., 2008). 2008 wurde an der Fakultät für Mathematik und Physik der Karlsuniversität die Integration des regionalen klimatischen Modells ALADIN – CLIMATE/CZ mit dem Emissionsszenario A1B (für den Zeitraum 1961-2050) fertiggestellt. Das Modell weist eine horizontale Auflösung von 25 km auf. Die Outputs des Modells ALADIN in der Form von Reihen für die Zeiträume 1961-1990 mit einer zeitlichen Auflösung von 6 Stunden wurden in Tagesdaten umgerechnet. Berechnet wurden durchschnittliche, maximale und minimale Tagestemperaturen der Luft und die täglichen Niederschlagssummen. Danach erfolgte die Validierung der Rechnungswerte mittels Gegenüberstellung mit der Datei mit Messwerten, die durch Übertragung der erhältlichen Stationsdaten in das Netz des Modells ALADIN erhalten wurden.

Das Modell ALADIN simuliert für die Zeiträume 2010-2039 einen Temperaturanstieg für alle Monate. Die Änderung beträgt bis 2 °C. Die Simulation der Niederschlagssumme hat gezeigt, dass die Änderungen dieser Größe problematische sind und auch die übrigen regionalen Klimamodelle keine große Änderung der Niederschlagssumme voraussetzen, weshalb diese Größe erhalten blieb (wie die Gegenwart). Bei der relativen Luftfeuchtigkeit wird ein durchschnittlicher Rückgang von ca. 2 % angenommen.

Jahr 2050

Für den Horizont des Jahres 2050 wurden die erhältlichen Outputs der regionalen Klimamodelle angewandt. Zur Verfügung standen insgesamt 8 Szenarien, ausgehend von den Ergebnissen der Berechnung für zwei Modelle (britisches HadCM2 und deutsches ECHAM4), zwei Emissionsszenarien (SRES A2 und SRES B1) und zwei Varianten der Temperaturempfindlichkeit des Modells (Kalvová a kol., 2002). Die Szenarien bieten die Information über Änderungen der Lufttemperatur, der Niederschlagssummen und des Wasserdampfdrucks, alles für die jeweiligen Monate.

Das globale Klimamodell HadCM2 für das Emissionsszenario SRES B1 weist eine niedrige Temperaturempfindlichkeit auf, die durchschnittliche Monatstemperatur der Luft wird für diesen Bezugszeitraum um 0,5 bis 1,3 °C steigen. Die durchschnittliche Niederschlagssumme pro Monat wird um bis zu 8 % steigen und in den Sommermonaten ist ein Rückgang simuliert, wobei in den Monaten August und September dieser Rückgang der durchschnittlichen Monatswerte bis zu 7 % beträgt.

Jahr 2085

Die langfristigen Szenarien für den Zeitraum des Jahres 2085 gehen vom europäischen Projekt PRUDENCE aus, das mit den Emissionsszenarien SRES arbeitet und ein gemeinsames Projekt von fünfundzwanzig, sich mit dem Modellieren von Klima und dessen Änderungen befassenden europäischen Institutionen ist und dessen Ziel darin besteht, die Ergebnisse der Klimamodelle mit großer zeitlicher Auflösung zugänglicher zu machen und eine Methodik für die Schätzung der Unsicherheiten von Klimamodellen zu erstellen. Im Rahmen dieses Projekts stehen die Ergebnisse der Abläufe einer größeren Anzahl von Modellen zur Verfügung, von denen zwei die Unterlage für die Erstellung der Szenarien für die Tschechische Republik für den Zeitraum der Jahre 2071-2100 bildeten. Die Szenarien der Klimaänderungen für die Tschechische Republik wurden 2005 an der Fakultät für Mathematik und Physik der Karlsuniversität erstellt (Kalvová, 2005). Diese Szenarien gehen von den Ergebnissen der Abläufe der regionalen Klimamodelle HIRHAM und des Modells RCAO für die Jahre 2071-2100 bei angenommener Entwicklung nach den Emissionsszenarien SRES A2 und SRES B2 aus und geben in einer räumlichen Auflösung von ca. 50 x 50 die Änderungen von Temperatur, Niederschlagssummen und der Temperatur des Taupunkts für die ganze Tschechische Republik wieder. Gleichzeitig steht auch die monatliche Verteilung der Änderungen zur Verfügung. Durch Kombination der genannten Klimamodelle und Emissionsszenarien SRES A2 und SRES B2 entstanden vier Szenarien der Klimaänderung, von denen für die Zwecke der Studie (mit Rücksicht auf die Anzahl der begutachteten Varianten) drei ausgewählt wurden – das als 2085_A bezeichnete Szenario, das dem die deutlichste Klimaänderung voraussagenden Szenario entspricht, das Szenario 2085_B, das die geringste Klimaänderung gegenüber der Gegenwart repräsentiert, und das Szenario 2085_0, das in etwa der Mitte dieses Intervalls entspricht.

Die Temperaturänderungen im Jahresverlauf sind beim Zeithorizont des Jahres 2085 ziemlich variabel, nichtsdestotrotz stimmen alle angenommenen Szenarien in der maximalen Erwärmung im August überein, und zwar in einem Bereich von 5 bis 7 °C, die geringste Erwärmung fällt auf den Zeitraum Januar bis März (1 bis 4 °C). Nach den unterschiedlichen Klimamodellen wird auf dem Gebiet Tschechiens keine deutlichere Änderung der jährlichen Niederschlagssummen vorausgesetzt. Nichtsdestotrotz stellt hinsichtlich des Abflusses die vorausgesetzte Änderungen des Jahresverlaufs der Niederschläge eine sehr wichtige Tatsache dar. Für die Schätzung der Änderung der Niederschlagssummen auf dem Gebiet ganz

Tschechiens ist eine deutliche Erhöhung der Niederschlagssummen in den Wintermonate (Dezember – März) deutlich, im modellierten Gebiet in einem Bereich von ca. +20 bis +50 %, und ebenso deren deutlicher Rückgang in den Sommermonaten (Juni – September) – im modellierten Gebiet in einem Bereich von ca. -20 bis -50 %.

Aus der vorgenannten Aufzählung ergibt sich, dass alle für die Tschechische Republik relevanten Klimaszenarien berücksichtigt wurden.

2. Wasserversorgung unter Berücksichtigung extremer Witterungsbedingungen

In der mittelfristigen, durch die Bezugsjahre 2020 bzw. 2025 bestimmten Aussicht können für alle begutachteten Leistungsalternativen der neuen Kernkraftanlage und unter allen angenommenen Szenarien Wasserentnahmen für das Kraftwerk Temelín (ETE) mit ausreichender Sicherheitsstufe sichergestellt werden, d. h. ohne Störung in der Versorgung bzw. mit der durch die Norm ČSN 75 2405 empfohlenen Sicherheitsstufe. Ausreichend sichergestellt sind auch die Forderungen an den Erhalt der Mindestdurchflüsse unter den Stauanlagen Lipno I, Lipno II, Hněvkovice und Kofensko sowie die Forderung an die Erreichung des Schifffahrtspegels in der Stauanlage Hněvkovice. Unter der Voraussetzung, dass das gesamte Reservevolumen des Beckens Lipno I für die Wasserakkumulation genutzt wird, können für alle begutachteten Leistungsalternativen der neuen Kernkraftanlage Wasserentnahmen für das Kraftwerk Temelín mit ausreichender Sicherheitsstufe sichergestellt werden, und zwar auch bei einer eventuellen Beschränkung des Reservevolumens der Stauanlage Hněvkovice durch den Bedarf den geforderten Wasserpegel für die Erholungsschifffahrt sicherzustellen.

Im langfristigen Vorausblick, der durch das Bezugsjahr 2085 bestimmt ist, sind für die Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe Entnahmen für alle geplanten Szenarien einer Klimaänderung sichergestellt, und zwar unter der Voraussetzung, dass das gesamte vorhandene Reservevolumen des Staubeckens Lipno I zur Akkumulation genutzt wird (bei relativ hoher Absicherung des Schifffahrtspegels der Stauanlage Hněvkovice von $p_t = 94,06 \%$). Zum Bezugsjahr 2085 sind auch für fast alle Szenarien klimatischer Änderungen Wasserentnahmen für die Leistungsalternative 2 x 1700 MW_e unter ausreichender Absicherung sichergestellt (unter Nutzung des gesamten Reservevolumen des Staubeckens Lipno I zur Akkumulation). Eine Ausnahme bildet jedoch das kritische, pessimistische Szenario der Klimaänderung 2085_A (HIRHAM-A2), das von ungünstiger Entwicklung der Emission von Treibhausgasen ausgeht. Unter Nutzung des gesamten Reservevolumen des Staubeckens Lipno I zur Akkumulation sind aber auch in diesem Fall Entnahmen für die Leistungsalternative von 2 x 1700 MW_e mit einer Wahrscheinlichkeit von $p_t = 99,01 \%$ sichergestellt.

Die Ergebnisse der Studie erwiesen keine maßgebliche ungünstige Wirkung der geplanten Wasserentnahmen für ETE auf sonstige Anforderungen an die Wassernutzung (einschließlich der Stromproduktion) an der Moldau. Potenzielle Probleme mit der Sicherstellung der Forderungen an Mindestdurchflüsse bzw. ein vermindertes Potenzial an Stromproduktion in der Moldaukaskade müssen primär und zum ausschlaggebenden Maß den möglichen Folgen einer Klimaänderung zugerechnet werden, und nur zu einem deutlich geringeren Maß den Forderungen an Entnahme (bzw. Verbrauch) von Wasser für das Kraftwerk.

3. Mögliche Maßnahmen bei Wassermangel

Der Betrieb der neuen Kernkraftanlage wird gemäß verbindlicher Vorschriften und Regeln (wasserwirtschaftlicher Beschluss) erfolgen. Unter solchen Bedingungen, wenn es nicht möglich sein wird, eine Wassermenge für alle Blöcke zu 100 % Leistung zu entnehmen, werden betriebliche Maßnahmen ergriffen, dass die geforderte Wassermenge so gesenkt wird, dass der Betrieb der neuen Kernkraftanlage den an diese gestellten gesetzlichen Forderungen entspricht, d. h. dass der Mindestrestdurchfluss im Wasserlauf wegen der Absicherung des Leistungsbetriebs der Kernkraftanlage nicht unterschritten wird. Zu solchen Maßnahmen kann auch eine zeitweise Senkung der Leistung bzw. Verlängerung der Stillstandzeit der während dessen zwecks regelmäßiger Wartung und Brennstoffwechsel stillgelegten Blöcke gehören.

Die Maßnahmen einer zeitweisen Leistungssenkung bzw. Abstellung von Blöcken wurden während einer Welle extremer Hitzen, die Europa im Jahr 2003 erreicht haben, in einer Reihe von KKW's in Frankreich, Deutschland und Rumänien ergriffen. Die Wasserentnahme und der Wasserverlust durch Verdampfung

sinkt ungefähr direkt proportional zur Leistung der Blöcke. Bei vollständiger Leistungsabstellung ist der Entnahmebedarf an Rohwasser minimal, in einer Größenordnung von Dutzenden Litern pro Sekunde, und außerdem sinkt er mit der Zeit nach der Abstellung. Der Bedarf an Rohwasser zur Sicherstellung von Kühlung der abgestellten Blöcke hat also praktisch keinen Einfluss auf den Durchfluss in der Moldau. Für die bestehenden 2 Kernkraftblöcke am Standort Temelín ist eine ausreichende Wasserquelle direkt am Standort Temelín für über 30 Tage für die Bedingungen eines Stillstands sichergestellt, ohne dass Rohwasser aus der Moldau entnommen werden müsste.

4. Allgemeine Angaben

Die Wasserentnahme für die neue Kernkraftanlage wird im Einklang mit dem erlassenen wasserwirtschaftlichen Beschluss erfolgen.

Der Betrieb der Wasserkanonen unterliegt der Manipulationsordnung. Die Mindestdurchflüsse unterhalb der Staubecken der Moldaukaskade ergeben sich aus deren Manipulationsordnungen und ihre "Sicherstellung" ist die Sache aller Nutzer dieser Stauanlagen. Der Mindestdurchfluss unter der Stauanlage ergibt sich aus der wasserrechtlichen Lösung der betreffenden Stauanlage und ist mit einem bestimmten vorgeschriebenen Maß an Sicherstellung festgelegt, in der Regel handelt es sich um einen prioritären Anspruch mit höchster Sicherheitsstufe. Der Mindestrestdurchfluss ist im Gesetz Nr. 254/2001 GBl. ("Wassergesetz") im § 36 definiert:

Mindestrestdurchfluss

(1) Unter Mindestrestdurchfluss versteht sich der Durchfluss von Oberflächengewässern, der die allgemeine Verfügung über die Oberflächengewässer sowie ökologische Funktionen des Wasserlaufs ermöglicht.

(2) Den Mindestrestdurchfluss legt die Wasserrechtsbehörde in der Genehmigung zur Verfügung über Gewässer fest. Die Wasserrechtsbehörde berücksichtigt dabei die Bedingungen des Wasserlaufs, den Charakter der Verfügung über die Gewässer und geht von den Maßnahmen zur Erreichung der im Plan des Einzugsgebiets gemäß § 26 angenommenen Ziele des Gewässerschutzes aus. Des Weiteren legt sie den Ort und das Verfahren für die Messung des Mindestrestdurchflusses und die Häufigkeit für die Vorlage der Ergebnisse dieser Messungen bei der Wasserrechtsbehörde fest.

(3) Das Verfahren und die Kriterien für die Festlegung des Mindestrestdurchflusses gemäß Absatz 2 legt die Regierung durch Verordnung fest.

Der Mindestdurchfluss im bedeutenden Wasserlauf Moldau unterhalb der Stauanlage Hněvkovice ist derzeit auch Bestandteil der Genehmigung zur Entnahme von Oberflächengewässern für das bestehende Kraftwerk Temelín.

Die Manipulationsordnung der Stauanlagen Lipno I und Lipno II (Januar 2009) gibt als Zweck und Nutzung der SA Lipno I die Sicherstellung des Mindestdurchflusses in der Moldau (1. in der Reihenfolge der Wichtigkeit), Verbesserung und Unterstützung des Durchflusses in das Staubecken Hněvkovice zur Sicherstellung des Mindestdurchflusses unterhalb der Staubecken Hněvkovice und Kořensko (2. in der Reihenfolge der Wichtigkeit) an, und des Weiteren u. a. die Nutzung des Abflusses aus dem Staubecken zur Stromerzeugung (5. in der Reihenfolge der Wichtigkeit) sowie Erholung und Wassersport (9. in der Reihenfolge der Wichtigkeit). Der Hauptzweck der Stauanlage ist also die Erfüllung der Reservefunktion (d. h. durch Verbesserung der Durchflüsse), die durch das Wirtschaften mit dem Wasser im Reservevolumen des Staubeckens sichergestellt wird.

Anlage 1.3

Ergänzende Angaben zur Sicherstellung der Ersatzspannungsquellen

SICHERUNG DER ERSATZSPANNUNGSQUELLEN FÜR NEUE KERNKRAFTANLAGEN DES JETE

Anknüpfend an die EIA-Dokumentation

B.I.6. Beschreibung der technischen und technologischen Lösung des Vorhabens
..... S. 109

B.I.6.3.2. Elektrotechnischer Teil S. 151

B.I.6.3.2.1. Beschreibung der Integration in das tschechische Stromversorgungsnetz

Die Leistungsabführung von den Blöcken erfolgt mithilfe zweier selbstständiger Außenleitungen 400 kV in die HöS-Schaltanlage 400 kV Kočín, die derzeit an das Stromversorgungsnetz mit fünf Leitungen 400 kV angeschlossen ist.

Die Reservestromversorgung des Eigenverbrauchs erfolgt mithilfe zweier selbstständiger Außenleitungen 110 kV ebenfalls aus der Schaltanlage Kočín. Die Reservestromversorgung des Eigenverbrauchs der Blöcke 3 und 4 wird gegenseitig redundiert.

Die Leistungsabführung und die Versorgung des Eigenbedarfs stellen sicher, dass eventuelle äußeren und inneren Störungen des Stromnetzes den Betrieb des Reaktors und die Systeme der Wärmeableitung möglichst wenig beeinflussen und dass die für den Betrieb des Kraftwerks wichtigen Anlagen aus zwei unterschiedlichen Quellen gespeist werden können (eigener Generator und das Stromversorgungsnetz).

B.I.6.3.2.2. Elektrisches System

B.I.6.3.2.2.1. Betriebsstromversorgung

Als Quelle zur Betriebsstromversorgung des Eigenverbrauchs jedes der Produktionsblöcke werden Anzapf-Regeltransformatoren dienen. Diese Anzapftransformatoren werden aus dem Turbogenerator oder über einen Blocktransformator aus der HöS-Schaltanlage 400 kV Kočín gespeist werden können, in die die Leistung der Blöcke abgeführt wird.

B.I.6.3.2.2.2. Reservestromversorgung

Als Quelle zur Reservestromversorgung des Eigenverbrauchs für jeden der Produktionsblöcke werden Reserve-Regeltransformatoren dienen. Diese Transformatoren werden aus der HöS-Schaltanlage 110 kV Kočín gespeist. Die Reservestromquellen werden im Normal- und Abnormalbetrieb sowie unter Unfallbedingungen beim teilweisen oder vollständigen Verlust der Betriebsstromversorgung genutzt.

B.I.6.3.2.2.3. Notstromversorgung

Zur Versorgung von Systemen, die wichtig hinsichtlich der Kernkraftsicherheit sind, werden im Einklang mit der Grundkonzeption des Primärteils Systeme gesicherter Stromversorgung gebildet. Die Notstromversorgung erfolgt mithilfe von Notstromaggregaten mit automatischem Anlass und Anschluss und/oder mit Akkumulatorbatterien und Systemen unterbrechungsfreier Versorgung. Für Anlagen, die hinsichtlich der Kernkraftsicherheit nicht wichtig, aber hinsichtlich des Personen- oder Sachanlagenschutzes wichtig sind, erfolgt die Notstromversorgung mithilfe von Notstromaggregaten mit automatischem Anlass und Anschluss.

B.I.6.4.4.8. Objekte zur Notstromversorgung von hinsichtlich der Kernkraftsicherheit wichtigen Anlagen

Objekte zur Notstromversorgung der hinsichtlich der Kernkraftsicherheit wichtigen Anlagen dienen der Unterbringung von Notstromaggregaten für Wechselstrom. In diesen Objekten können auch je eine Pumpstation für wichtiges technisches Wasser und eine Hochdruck-Kompressorstation untergebracht werden.

Die wichtigste technologische Ausrüstung bilden in der Regel Dieselaggregate oder Gasturbinen mit allen notwendigen Hilfssystemen und Brennstofflagerung, die eine unabhängige Stromquelle für hinsichtlich der Kernkraftsicherheit wichtige Anlagen sicherstellen und bei Verlust der Betriebs- und Reservestromversorgung in Gang gesetzt werden.

Inhalt

Einleitung

1. Beschreibung der Integration der Neuen Kernkraftanlage in das Stromversorgungsnetz
2. Elektrisches System
 - 2.1. Grundlegende Anforderungen an das elektrische System
 - 2.2 Äußeres elektrisches System
 - 2.3 Elektrische Systeme innerhalb des Kraftwerks
 - 2.4 Station Blackout

Ersatzstromquellen für einen eventuellen Ausfall der Betriebsstromversorgung (in der Anfrage steht "beim Ausfall der Primärquelle") sind mittels des vorausgesehenen definierten geregelten Wechsels vom Betriebsstrom auf Reservestrom und bei Bedarf auf Notstrom sichergestellt. Vereinfacht kann die anzunehmende Sequenz der jeweiligen Betriebszustände der Stromversorgung folgendermaßen definiert werden: Beim Ausfall der Betriebsstromversorgung erfolgt die Aktivierung der Reservestromversorgung. Bei gleichzeitigem Ausfall der Betriebsstromversorgung und der Reservestromversorgung erfolgt die Aktivierung der Notstromversorgung. Im Rahmen des Projekts der Stromversorgungssysteme der neuen Kernkraftanlage wird auch die Problematik des Auftretens von Zuständen eines vollständigen Verlusts der Stromversorgung (sog. "Station Blackout") behandelt.

Erklärungen und Unterlagen zur Bearbeitung der Antwort:

Die Problematik des Übergangs zwischen den jeweiligen Versorgungsarten ist sehr komplex und hängt bereits mit der Konfiguration des Anschlusses der neuen Kernkraftanlage an das tschechische Stromversorgungssystem sowie von der Projektlösung des äußeren und inneren Stromsystems der neuen Kernkraftanlage zusammen. Aus diesem Grund werden im folgenden Text die Beschreibung des Anschlusses der neuen Kernkraftanlage an das Stromversorgungssystem (siehe 1) und die grundlegenden Forderungen an das Stromversorgungssystem der neuen Kernkraftanlage (siehe 2.1) vorgestellt. Des Weiteren werden die spezifischen Forderungen an das äußere Stromversorgungssystem der neuen Kernkraftanlage (siehe 2.2), spezifische Forderungen an das innere Stromversorgungssystem der neuen Kernkraftanlage (siehe 2.3) sowie Forderungen an die Meisterung des Zustands "Station Blackout" (siehe 2.4) vorgestellt. Diese Forderungen definieren in ihrer Zusammenfassung und Komplexität den oben genannten Übergang von Betriebsstromversorgung auf Reservestromversorgung bzw. auf Notstromversorgung.

1. Beschreibung der Integration der Neuen Kernkraftanlage in das Stromversorgungsnetz

Die NKKa Temelín ist in der Region Südböhmen lokalisiert. Die Leistung der NKKa wird in die nahestehende Schaltanlage 400 kV Kočín, die derzeit an das Stromversorgungsnetz mit fünf Leitungen 400 kV angeschlossen ist, abgeführt. Zwei Leitungen führen den Großteil der Leistung in das energetisch anspruchsvolle Gebiet Mittelböhmen und die Hauptstadt Prag

(Schaltanlagen Řeporyje und Chodov) ab, zwei Leitungen gehen in die Schaltanlage 400 kV Dasný, die hinsichtlich der Versorgung von Südböhmen dominant ist, und eine Leitung ist an die Schaltanlage 400 kV Přeštice angeschlossen, die einen bedeutenden Anteil an der Versorgung der westböhmisches Agglomeration hat und des Weiteren ist sie die Grenzschanlage zu der deutschen E.ON (Leitung 400 kV Přeštice – Etzenricht). Die Schaltanlage Kočín ist gleichzeitig ein Umspannwerk 400/110 kV mit zwei Transformatoren 250 MVA. Die Transformatoren dienen in erster Linie als Quelle der Reservestromversorgung für den Eigenbedarf (RSEB) des KKW's Temelín aus dem Netz 110 kV und werden im gewissen Maß für die Versorgung der benachbarten südböhmischen Region genutzt. Am Standort gibt es auch die Möglichkeit der Versorgung aus dem Wasserkraftwerk Lipno und dem Kleinwasserkraftwerk Hněvkovice.

Die Schaltanlage 110 kV Kočín arbeitet parallel mit der ca. 30 km entfernten Schaltanlage Dasný, mit der sie über eine Doppelleitung 110 kV verbunden ist. Auf dem Spannungsniveau 400 kV ist die Schaltanlage Dasný über eine 400 kV-Leitung mit der Schaltanlage Slavětice verbunden.

Die Schaltanlagen Kočín und Dasný stellen also eine elektrisch kompakte Einheit dar, die sowohl auf dem Niveau 110 kV als auch 400 kV verbunden ist, und die eine ausreichende Leistungsfähigkeit der Quellen (Spannungsstarre) und die Fähigkeit, die Transformatoren 400/110 kV zu redundieren, garantieren.

Im Zusammenhang mit dem Bau der NKKKA wird für jeden Block eine neue Leitung 400 kV zur Leistungsabführung und eine 110 kV-Leitung RSEB installiert. Aus diesem Grund wird die Schaltanlage Kočín entsprechend erweitert (beide Teile, d. h. 400 kV und 110 kV) und mit geeigneter technologischer Anlage für den Anschluss der neuen Leitungen, Leistungsabführung und RSEB ausgerüstet. Im Zusammenhang mit der Leistungserhöhung der angeschlossenen Quellen wird entsprechend auch die Kurzschlussfestigkeit erhöht (beide Teile, d. h. 400 kV und 110 kV).

2. Elektrisches System

2.1 Grundlegende Anforderungen an das elektrische System

Elektrische Systeme stellen die Leistungsabführung in das Stromversorgungsnetz sowie Betriebs-, Reserve- und Notstromversorgung des Eigenbedarfs sicher, einschließlich der, hinsichtlich Kernkraftsicherheit wichtigen Systeme. Die Hauptaufgabe der elektrischen Systeme besteht darin, die vorgeschriebenen Qualitäts- und Quantitätsparameter der Stromversorgung sicherzustellen, die den zu versorgenden technologischen Systemen eine zuverlässige Funktion, und bei hinsichtlich der Sicherheit wichtigen Systemen die zuverlässige Erfüllung aller vorgeschriebenen Sicherheitsfunktionen ermöglichen.

2.1.1 Allgemeine Anforderungen an die Struktur elektrischer Systeme

Die elektrischen Systeme des KKW's werden in Blöcken gelöst. Jeder der KKW-Blöcke wird an das äußere elektrische System angeschlossen (siehe Kapitel 2.2), ist Bestandteil des inneren elektrischen Systems (siehe Kapitel 2.3) und wird die nachstehend aufgeführten Netze und Quellen zur Verfügung haben. Die elektrischen Systeme werden im Einklang mit den Anforderungen an maschinell-technologische Systeme, Kontroll- und Regelsysteme und

Bausysteme sowie im Einklang an die Erfüllung der vorgeschriebenen Sicherheitsfunktionen so entworfen, dass das festgelegte Niveau für die Erfüllung der Prinzipien des Mehrbarrierenkonzepts, der Prinzipien der Festigkeit gegen eine Störung mit gemeinsamer Ursache und die Erfüllung des Kriteriums der einfachen Störung nicht gesenkt wird.

Elektrische Verteilungsnetze für den Eigenbedarf

Die Stromversorgung der hinsichtlich der Kernkraftsicherheit wichtigen Verbraucher erfolgt aus den Netzen der I. und II. Kategorie der gesicherten Stromversorgung, wobei die konkrete Art der technischen Umsetzung dieser Netze im Projekt der NKKA spezifiziert wird. Diese Netze werden normalerweise aus der Betriebsstromversorgung des Eigenbedarfs (BSEB) oder der Reservestromversorgung des Eigenbedarfs (RSEB) gespeist, wobei im Falle eines gleichzeitigen Ausfalls von BSEB und RSEB diese Netze automatisch auf die Versorgung aus Notstromquellen wechseln. Quellen und Netze der I. und II. Kategorie der gesicherten Versorgung werden in Systemen der gesicherten Versorgung zusammengestellt. Diese Reserve- und Notstromsysteme werden voneinander unabhängig, getrennt (in elektrischer, baulicher, brandschutztechnischer Hinsicht usw.), gegen Umgebungseinflüsse in der NKKA beständig sein, und zwar einschließlich Sicherstellung des erforderlichen Niveaus elektromagnetischer Verträglichkeit (EMC) und Seismizität und sie werden ebenfalls gegen transiente Erscheinungen aus dem äußeren Stromsystem (dem übergeordneten Stromversorgungssystem) und dem inneren Stromsystem (Stromnetze für den Eigenbedarf des Kraftwerks) beständig sein. Die Systeme der gesicherten Stromversorgung werden als unterstützende Sicherheitssysteme für den entsprechenden Bereich der Leistungs- und Schutzsicherheitssysteme dienen.

Die Netze der normalen Versorgung (sog. III. Kategorie der ungesicherten Versorgung) werden nur aus den Betriebsstrom- und Reservestromquellen gespeist, d. h. ohne die Möglichkeit einer Absicherung aus den Notstromquellen. Aus diesen Netzen werden nur die hinsichtlich der Kernkraftsicherheit nicht wichtigen Verbraucher gespeist. Die Netze der Normalversorgung werden gegenseitig (im beschränkten Maß) redundant sein und werden ebenfalls das erforderliche Niveau an elektromagnetischer Verträglichkeit und Beständigkeit gegen transiente Erscheinungen aus dem äußeren und inneren Stromsystem aufweisen.

Betriebsstromquellen

Die Betriebsstromquellen werden einen festen Bestandteil in der Hierarchie des Prinzips des Mehrbarrierenkonzepts im Bereich Sicherstellung der Stromversorgung des KKW bilden. Als Quelle zur Betriebsstromversorgung des Eigenverbrauchs jedes der Produktionsblöcke werden Anzapf-Regeltransformatoren mit Spannungsregelung unter Last dienen. Gespeist werden diese Anzapftransformatoren direkt aus dem Generator des zugehörigen Blocks (Anzapfung zwischen den Klemmen des Generators und dem Blocktransformator installiert) oder von einer Stelle hinter dem Blocktransformator auf der 400 kV-Seite aus (Anzapfung auf der HöS-Seite des Blocktransformators in der Schaltanlage 400 kV auf dem KKW-Gelände installiert). Diese Art der Versorgung erfolgt mittels Generator-Trennschalter und Block-Trennschalter. Der Eigenbedarf wird also aus den Betriebsstromquellen in allen Betriebsmodi gespeist, in denen die Funktion und Kopplung an den Generator oder an das äußere Stromsystem erhalten geblieben ist (Anfahren, Normalbetrieb auf Leistung, normale Abstellung, abnormale Betriebsmodi und Unfallbedingungen im Block, Störungen im Übertragungssystem oder am Turboaggregat bei Erhaltung der Stabilität des Turboaggregats oder des Netzes).

Reservestromquellen

Die Reservestromquellen werden ebenfalls einen festen Bestandteil in der Hierarchie des Prinzips des Mehrbarrierenkonzepts im Bereich Sicherstellung der Stromversorgung des KKW's bilden.

Als Reservestromquelle wird für jeden der Blöcke ein Reservetransformator (bzw. Reservetransformatoren) mit Spannungsregelung unter Last dienen. Der Transformator wird an das Netz 110 kV angeschlossen sein. Auf Reservestromversorgung geht der Block bei teilweisem oder vollständigem Verlust der Betriebsstromquellen über. Die Umschaltung erfolgt prioritär automatisch mit der Möglichkeit auch manueller Umschaltung. Im Rahmen des Prinzips des Mehrbarrierenkonzepts für elektrische Systeme wird die Reservestromversorgung einen teilweisen Ersatz der Betriebsstromversorgung in einem solchen Umfang bieten, dass die Aktivierung der Notstromquellen nicht erforderlich wird.

Notstromquellen für Systeme, die mit Sicherheit und Sachanlagenschutz zusammenhängen

Die Stromquellen werden im Rahmen der Hierarchie des Mehrbarrierenkonzepts im Bereich Sicherstellung der Stromversorgung des KKW's arbeiten.

Sie werden die Stromversorgung von Systemen sicherstellen, die als mit der Sicherheit zusammenhängend klassifiziert sind, kostenaufwendiger Anlagen, vor allem der konventionellen Insel (z. B. Turboaggregat), und weiterer hinsichtlich der Personensicherheit wichtiger Anlagen.

Notstromquellen für Sicherheitssysteme

Die Notstromquellen für Sicherheitssysteme werden Sicherheitsfunktionen erfüllen und stellen gleichzeitig einen Bestandteil der Hierarchie des Mehrbarrierenkonzepts im Bereich Sicherstellung der Stromversorgung des KKW's.

Die Notstromquellen werden für den Fall des gleichzeitigen Verlusts von Betriebs- und Reservestromquellen bestimmt sein und werden in den Systemen der gesicherten Versorgung strukturiert sein, wobei die konkrete Art der technischen Umsetzung der Systeme gesicherter Versorgung und der Notstromquellen im KKW-Projekt spezifiziert sein wird. Diese Systeme gesicherter Stromversorgung (I. und II. Kategorie der gesicherten Versorgung) werden konsequent in Blöcken gelöst sein.

Die Notstromquellen werden auf dem Gelände der NKKa installiert und ihre Funktionstüchtigkeit wird sowohl vom Zustand der Betriebs- und Reservestromquellen als auch vom Zustand des äußeren Stromsystems unabhängig sein.

Die Notstromquellen für Netze der II. Kategorie der gesicherten Versorgung werden Dieselgeneratoren bzw. andere technische Mittel bilden, die die Anforderungen an Sicherheitsfunktionen erfüllen. Bei Verwendung von Dieselgeneratoren wird deren Start automatisch bei Verlust der Versorgung des betreffenden Systems gesicherter Versorgung aus BSEB bzw. RSEB angeregt und ihre Belastung erfolgt nach dem Anschluss an das zugehörige System gesicherter Versorgung automatisch und schrittweise (sequenziell). In den redundanten Kanälen für die Anregung der Notstromquellen wird das Prinzip der funktionellen, konstruktiven und technologischen Diversität geltend gemacht.

Die Notstromquellen für die Netze der I. Kategorie der gesicherten Versorgung werden aus Akkumulatorbatterien mit Systemen unterbrechungsfreier Versorgung (Gleich- und Wechselrichter) bestehen. Im Projekt der Quellen I. Kategorie der gesicherten Versorgung wird das Prinzip der funktionellen, konstruktiven und technologischen Diversität geltend gemacht.

Notstromaggregate für Wechselstrom (AAC)

Notstromaggregate für Wechselstrom sind zur Meisterung und Erholung nach Vorfällen vom Typ Station Blackout bestimmt. Anforderungen an die Meisterung des Vorfalls Station Blackout sind im Kap. 2.4 aufgeführt.

2.1.2 Anforderungen an den Entwurf elektrischer Systeme

Elektrische Systeme werden adäquat überbemessen sein hinsichtlich der allgemeinen technischen Charakteristika (z. B. Leistung, Spannung, elektrische und mechanische Kurzschlussfestigkeit).

[Referenz: VO5/1999 GBll., §7; NS-R-1 rev. 27c, Requirement 30, item 5.51](#)

Elektrische Systeme und Komponenten werden mit Rücksicht auf die Projektcharakteristiken der Umgebung, einschließlich EMC, entworfen.

Elektrische Systeme werden die Anforderungen der grundlegenden Konzeptionsnormen ČSN oder äquivalenter Normen aus dem Land des Auftragnehmers erfüllen.

Elektrische Systeme werden die Anforderungen der tschechischen Gesetze bezüglich Arbeits- und Gesundheitsschutz der Arbeiter erfüllen.

Des Weiteren enthält das Kapitel weitere allgemeine Anforderungen an:

- gesicherte Stromversorgung des eigenen Bedarfs
- Redundanz der Stromversorgungssysteme
- Notstromquellen

2.1.3 Gesicherte Stromversorgung des eigenen Bedarfs

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §29-2](#)

Das Stromnetz zur Versorgung der hinsichtlich der Kernkraftsicherheit wichtigen Anlagen wird neben der Betriebs- und Reservestromversorgung auch die Versorgung aus der Notstromquelle ermöglichen, d. h. die Versorgung dieser Anlagen wird mit der entsprechenden Leistung für die, für eine zuverlässige Funktion des Systems erforderliche Dauer abgesichert sein, unabhängig davon, ob die eigenen Generatoren oder das Stromversorgungsnetz (äußeres Stromsystem) im Betrieb sind. Steuerungs- und Schutzsysteme, die wichtigsten Informationssysteme, Notbeleuchtungen und weitere unerlässliche Anlagen werden unterbrechungsfrei versorgt.

[Referenz: VO5/199 GBl., §3-1](#)

Das Projekt wird so gelöst sein, dass es die Anforderungen aller erforderlichen Systeme und Anlagen erfüllt, die hinsichtlich der Sicherheit unterbrechungsfrei versorgt sein müssen, wobei im Rahmen der Anwendung des Mehrbarrierenkonzepts ein entsprechendes Maß an gesicherter Versorgung auch für mit Sicherheit zusammenhängende Systeme und Systeme zum Sachanlagenschutz implementiert sein wird.

2.1.4 Redundanz der Stromversorgungssysteme

[Referenz: VO195/1999 GBl., §30-1](#)

Systeme, die angesichts der Sicherstellung der Kernkraftsicherheit redundant ausgeführt werden, werden mit Strom so versorgt sein, dass ihre funktionale Unabhängigkeit gewährleistet ist, d. h. die Systeme der Stromversorgung und die entsprechenden Quellen, einschließlich der Systeme und der Quellen der Notstromversorgung, werden voneinander unabhängig sein. Falls die Anzahl der Quellen niedriger sein wird als die Anzahl der unabhängigen Systeme, wird im Projekt nachgewiesen, dass dadurch ihre Zuverlässigkeit nicht beeinträchtigt ist.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §3-1](#)

Das Projekt wird so gelöst sein, dass es die Anforderungen aller erforderlichen Systeme und Anlagen erfüllt, die hinsichtlich der Sicherheit unterbrechungsfrei versorgt sein müssen, wobei im Rahmen der Anwendung des Mehrbarrierenkonzepts entsprechendes Maß an Redundanz auch für mit Sicherheit zusammenhängende Systeme und Systeme zum Sachanlagenschutz implementiert sein wird.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §30-2](#)

Falls eine einfache Störung der zu versorgenden Systeme ihre Funktion nicht beeinträchtigt, wird auch eine einfache Störung des elektrischen Systems oder Quelle zugelassen.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §30-3](#)

Falls zur Sicherstellung der Kernkraftsicherheit die Betriebstüchtigkeit eines bestimmten Systems notwendig sein wird, wird das Stromversorgungssystem die erforderliche Versorgung auch bei einfacher Störung ohne Einschränkung gewährleisten.

2.1.5 Notstromquellen

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §31-1](#)

Systeme, die unterbrechungsfrei versorgt werden müssen (Verbraucher der I. Kategorie) werden aus Quellen gespeist, die Strom sofort zur Verfügung stellen (Batterien oder Batterien mit Wechselrichtern oder Umrichtern).

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §31-2](#)

Quellen und Versorgungssysteme, die erst nach einer gewissen Dauer des abnormalen Betriebs bei Verlust der Versorgung oder unter Unfallbedingungen in Gang gesetzt werden (Netze der II. Kategorie der gesicherten Versorgung), bzw. andere technische Mittel, die die Anforderungen an Sicherheitsfunktionen erfüllen, werden auf die erforderlichen Betriebsparameter mit ausreichender Zeitreserve gegenüber dem durch Sicherheitsanalyse/Projekt für die Inbetriebnahme der Verbraucher geforderten äußersten Zeitpunkt gebracht.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §29-3](#)

Systeme der Notstromversorgung werden die hinsichtlich der Kernkraftsicherheit wichtigen Anlagen mit entsprechender Leistung in allen Betriebszuständen sowie bei jedem anzunehmenden Unfall versorgen, und zwar auch unter der Voraussetzung ihrer einfachen Störung und gleichzeitigem Verlust der äußeren Stromversorgung.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §31-3](#)

Die Möglichkeit zur Durchführung von Funktionsprüfungen der Systeme der Notstromversorgung wird sichergestellt sein.

Referenz: VO 195/1999 GBl., §31-4

Die Möglichkeit eines vollständigen Verlusts der Versorgung in der NKKa, umfassend den gleichzeitigen Verlust aller externen Stromquellen und die Abstellung des Turboaggregats, und zwar einschließlich des Verlusts aller Notstromquellen für die Versorgung von Verbrauchern der II. Kategorie der gesicherten Versorgung, wird überprüft und im Projekt berücksichtigt. Die Problematik des Station Blackouts wird im Kapitel 2.4 behandelt.

Referenz: VO 195/1999 GBl., §31-5

Die Notstromquellen werden so gelöst sein, dass die Bedrohung der Erfüllung ihrer Sicherheitsfunktionen auch für die Fälle minimiert wird, dass Störungen aus gemeinsamer Ursache vorkommen.

2.2 Äußeres elektrisches System

Das äußere elektrische System stellt die Leistungsabführung in das Stromversorgungsnetz sowie Betriebs- und Reservestromversorgung des Eigenbedarfs sicher.

Das äußere elektrische System bildet eine wichtige Schnittstelle zwischen dem Kraftwerk und dem Stromversorgungssystem, die Einfluss auf die Funktion von hinsichtlich der Kernsicherheit wichtigen Systemen hat und auch eine Rolle in der Hierarchie des Mehrbarrierenkonzepts im Bereich Sicherstellung der Stromversorgung für das KKW erfüllt.

Das äußere Stromsystem umfasst für jeden Block der NKKa das Stromversorgungsnetz (präsentiert durch die Schaltanlage 400 kV und 110 kV Kočín), Leitungen zur Leistungsabführung 400 kV und Leitungen der Reservestromversorgung 110 kV, Blocktransformator bzw. -transformatoren, eigenen Generator bzw. Generatoren und des Weiteren Anzapf- und Reservetransformatoren sowie das entsprechende Zubehör der genannten Systeme.

2.2.1 Grundsätze der Leistungsabführung und der Reservestromversorgung der NKKa in Bezug auf das Stromversorgungsnetz

Das Schema der Leistungsabführung der NKKa wird in Blöcken gelöst. Die Leistung jedes Generators bzw. der Generatoren des betreffenden Blocks wird nach der Umspannung in den Blocktransformatoren über eine selbständige Blockleitung in das Übertragungsnetz 400 kV abgeführt. In der Abführung des Generators bzw. der Generatoren des betreffenden Blocks, ggf. erst hinter dem Blocktransformator wird ein Generator-Trennschalter installiert. Als Quelle der Betriebsstromversorgung des Blocks wird eine Anzapfung vom System der Leistungsabführung dienen (von der Generatorspannung bzw. von der 400-kV-Seite hinter dem Blocktransformator). Das Anfahren des Blocks wird aus der Quelle der Betriebsstromversorgung, d. h. aus dem Übertragungssystem 400 kV erfolgen. Zwecks Sicherstellung einer hohen Zuverlässigkeit wird die Leistungsabführung des Blocks in der Anordnung "zwei Trennschalter pro Anzapfung" durchgeführt. Der Block-Trennschalter der Leitung 400 kV wird in der Schaltanlagen Kočín installiert sein. Die elektrischen Systeme jedes der Blöcke und das zugehörige System der Leistungsabführung des Blocks werden mit geeigneten, mit den entsprechenden technischen Systemen des Übertragungssystems 400 kV koordinierten Schutz- und Automatiksystemen, Regelung und Steuerung sowie mit dem Versorgungsschema des Eigenbedarfs der NKKa ausgerüstet sein.

Die Blöcke der NKKa werden an die Schaltanlage 400 kV Kočín angeschlossen, in die derzeit auch die Blöcke ETE 1,2 abgeführt sind. Die Schaltanlage 400 kV wird für den Anschluss der Blöcke der NKKa erweitert, angepasst und verstärkt sein und wird auch eine der Quellen für die Betriebsstromversorgung des Eigenbedarfs bilden.

Die Schaltanlage 110 kV Kočín ist mit dem Übertragungssystem 400 kV über Umspannung 400/110 kV verbunden und verfügt auch über eine Direktverbindung zur Schaltanlage 110 kV Dasný. Die Schaltanlage 110 kV Kočín wird die Quelle der Reservestromversorgung des Eigenbedarfs beider Blöcke der NKKA bilden und bleibt auch die Quelle der Reservestromversorgung des Eigenbedarfs der bestehenden Blöcke ETE 1,2. Die Kapazität der Schaltanlage 110 kV und der Umspannung 400/110 kV wird in der Schaltanlage Kočín für diese Zwecke verstärkt und angepasst. Die Reservestromversorgung wird in Blöcken gelöst und wird das erforderliche Maß an funktioneller Unabhängigkeit von der Betriebsstromversorgung des Eigenbedarfs gewährleisten.

Die Verbindung der beiden Blöcke der NKKA mit der Schaltanlage 400 kV Kočín wird über im gemeinsamen Korridor geführte Außenleitungen 400 kV und 110 kV umgesetzt.

2.2.2 Anforderungen an den Anschluss der NKKA an das Stromversorgungsnetz

[Referenz: IAEA NS-R-1 rev. 27c, 5.67](#)

Im Projekt der NKKA werden die möglichen Interaktionen zwischen der NKKA und ETE 1,2 und dem Stromversorgungsnetz berücksichtigt, einschließlich der Unabhängigkeit und der Anzahl der Leitungen der Leistungsabführung und der Reservestromversorgung. Systeme und Komponenten, die die Verbindung der NKKA mit diesem Netz sicherstellen, werden die für die Versorgung der hinsichtlich der Sicherheit wichtigen Systeme des Kraftwerks erforderliche Zuverlässigkeit erreichen.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §29-1](#)

Die Leistungsabführung jedes der Blöcke der NKKA wird sicherstellen, dass:

- a) die äußeren und inneren Störungen des Stromverteilungsnetzes möglichst wenig den Betrieb des Reaktors und die Systeme der Wärmeableitung beeinflussen,
- b) die für den Betrieb wichtigen Systeme aus zwei unterschiedlichen Stromquellen gespeist werden können (eigener Turbogenerator und das Stromversorgungsnetz).

2.2.3 Anforderungen an das äußere Stromsystem

Das Projekt des äußeren Stromsystems stellt eine solche Lösung der Verbindung mit dem Stromversorgungsnetz sicher, die die Anforderungen der Stromsysteme innerhalb des Kraftwerks erfüllen wird (des Systems der Eigenbedarfversorgung). Die Anforderungen an das innere Stromsystem sind im Kapitel 2.3 aufgeführt.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §29-1](#)

Die Projektlösung der Leistungsabführung jedes der Blöcke der NKKA und seiner Reservestromversorgung wird im vernünftig erreichbaren Maß so entworfen sein, dass sie gegen außerhalb der NKKA und innerhalb der NKKA entstehende Störungen beständig ist und selber keine Quelle von Störungen bildet, die die benachbarten Blöcke des KKW's oder das Stromversorgungsnetz beeinträchtigen könnten. Das bedeutet, dass die Systeme BSEB und RSEB jedes der Blöcke der NKKA auf eine solche Weise gelöst sein werden, dass bei keiner der einfachen Störungen im Rahmen der Verbindungen der Eigenbedarfsquellen mit dem Stromversorgungsnetz ein gleichzeitiger Verlust der Versorgung bei den Quellen für die BSEB und RSEB des betreffenden Blocks eintreten darf.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §3-1, 5a,b,c;](#)

Die Quelle für die Reservestromversorgung des Eigenbedarfs jedes der Blöcke der NKKA wird im ausreichenden Maß imstande sein, die Quellen für die Betriebsstromversorgung des Eigenbedarfs im normalen und abnormalen Betrieb des Blocks sowie bei Entstehung von

Unfallbedingungen im Block zu ersetzen. Diese Fähigkeit muss auch bei einfachen Ausfällen der Systeme bzw. der Komponenten und bei geplanten Prüfständen im Rahmen des inneren Stromsystems (NKKK) und des äußeren Stromsystems (zugehöriges Stromversorgungsnetz) gewährleistet sein.

2.3 Elektrische Systeme innerhalb des Kraftwerks

Das innere Stromsystem stellt die Betriebs-, Reserve- und Notstromversorgung des Eigenbedarfs sicher, einschließlich der, hinsichtlich Kernkraftsicherheit wichtigen Systeme. Die Hauptaufgabe des inneren elektrischen Systems besteht darin, die vorgeschriebenen Qualitäts- und Quantitätsparameter der Stromversorgung sicherzustellen, die den zu versorgenden technologischen Systemen eine zuverlässige Funktion (d. h. insbesondere die zuverlässige Stromproduktion), und bei hinsichtlich der Sicherheit wichtigen Systemen die zuverlässige Erfüllung aller vorgeschriebenen Sicherheitsfunktionen ermöglichen.

Die Stromsysteme innerhalb des Kraftwerks der NKKK umfassen sämtliche elektrischen Systeme und Komponenten, die nicht Bestandteil des im Kapitel 2.2 definierten äußeren Stromsystems bilden.

2.3.1 Allgemeine Anforderungen an elektrische Systeme

[Referenz: VO5/1999 GBll., §3-1; NS-R-1 rev. 27c, Requirement 7](#)

Zur Einschränkung der Folgen von Störungen in der Versorgung des Eigenbedarfs des NKKK wird auch für die Stromsysteme das Mehrbarrierenkonzept erstellt und angewandt, dessen Bestandteil unter anderem auch der automatische sukzessive und gesteuerte Übergang der Stromversorgungsquellen von BSEB auf RSEB bzw. auf Notstromquellen ist.

[Referenz: VO5/1999 GBll., §4-4,5,6; NS-R-1 rev. 27c, Requirement 23](#)

Die Stromsysteme werden die durch das NKKK-Projekt an die Stromversorgung von Systemen/Verbrauchern gestellte Anforderungen erfüllen, insbesondere in den Bereichen Maschinentechnologie, Bau sowie Kontroll- und Regelsysteme. Diese Anforderungen an Stromsysteme werden aus der grundlegenden Klassifikation der Systeme, Komponenten, Anlagen und Bauten in hinsichtlich der Kernkraftsicherheit wichtige und unwichtige sowie aus der Kategorisierung ausgewählter Anlagen in Sicherheitsklassen (SK) gemäß der zu erfüllenden Sicherheitsfunktionen ausgehen. Aufgrund dieser Sicherheitsklassifikation werden spezifische Anforderungen an die Robustheit der Projektlösung, Qualifikation und Zuverlässigkeit der Stromsysteme einschließlich der Anforderungen an die maximal zulässige Dauer der Stromversorgung bzw. Dauer ihrer Unterbrechung, an ausreichende Kapazität, Leistung, Spannung und weitere Parameter gestellt.

[Referenz: VO 195/1999 GBll., §4-2](#)

Die Systeme der Stromversorgung werden so entworfen, dass sowohl die äußeren als auch die inneren Netzstörungen den Betrieb der NKKK minimal beeinflussen. Die Versorgung der Verbraucher des Eigenbedarfs wird deshalb unter mehrere Verteilungsanlagen, Speisesysteme und Speisequelle aufgeteilt und so umgesetzt, dass bei äußeren und inneren Störungen der Stromsysteme die Beeinträchtigungen des Reaktorbetriebs und der Systeme der Wärmeableitung sowie der zur Stromerzeugung bestimmten Systeme minimiert werden.

[Referenz: NS-R-1 rev. 27c, 5.41; VO5/1999 GBll., §4-2](#)

Die Beständigkeit und Robustheit des Schemas, das Maß an Zuverlässigkeit, Redundanz, Diversität und Unabhängigkeit der Stromsysteme werden den Ansprüchen an Robustheit,

Zuverlässigkeit und weiteren funktionellen Anforderungen der zu versorgenden Systeme/Verbraucher angepasst sein, die sich allgemein aus den Forderungen der sonstigen technologischen Systeme der NKKK (insbesondere der maschinell-technologische, baulichen und der Kontroll- und Regelsysteme) ergeben.

2.3.2 Anforderungen an elektrische Systeme der normalen Versorgung

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §3-1](#)

Der Eigenbedarf jedes der Blöcke der NKKK im Bereich der Verbraucher, die keine redundante Versorgung aus Notstromquellen erfordern (Netz der Normalstromversorgung), wird prioritär aus dem eigenen Turbogenerator bzw. aus dem Netz 400 kV über das System der Leistungsabführung des Blocks (Quelle der Betriebsstromversorgung des Eigenbedarfs – BSEB) versorgt, oder beim Verlust dieser Betriebsstromversorgung aus dem Netz der Reservestromversorgung (Quelle der Reservestromversorgung des Eigenbedarfs – RSEB).

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §3-1](#)

In der Projektlösung werden Maßnahmen ergriffen, die auf ein vernünftiges Mindestmaß die Wahrscheinlichkeit minimieren, dass im Normalbetrieb oder bei durch das Projekt angenommenen Störungen und Umgebungsbedingungen ein gleichzeitiger Verlust der Betriebs- und der Reservestromquellen des Eigenbedarfs eintritt.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §3-1, 5a, 5b, 5c, 7](#)

Die Quellen für die Betriebsstromversorgung des Eigenbedarfs werden imstande sein, die Stromversorgung im normalen und abnormalen Betrieb des Blocks sowie bei Entstehung von Unfallbedingungen im Block sicherzustellen, wenn diese Versorgung zur Verfügung steht.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §3-1, 5a, 5b, 5c, 7](#)

Die Reservestromquellen des Eigenbedarfs werden im ausreichenden Maß imstande sein, die Quellen für die Betriebsstromversorgung des Eigenbedarfs im normalen und abnormalen Betrieb des Blocks sowie bei Entstehung von Unfallbedingungen im Block zu ersetzen, wenn diese Versorgung zur Verfügung steht (insbesondere hinsichtlich der Leistung und der Kurzschlussverhältnisse).

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §3-1, 7](#)

Die Reservestromquellen beider Blöcke der NKKK werden einander teilweise redundant sein können.

2.3.3 Anforderungen an elektrische Systeme der gesicherten Versorgung

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §3-1, 7](#)

Bei einem gleichzeitigen Verlust der Eigenbedarfversorgung jedes der Blöcke der NKKK aus Betriebs- und Reservestromquellen wird die Versorgung der hinsichtlich Kernkraftsicherheit wichtigen Systeme aus Notstromquellen mithilfe von Systemen gesicherter Versorgung (SGV) erfolgen.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §30-1](#)

Die SGV und ihre Notstromquellen werden von den Betriebs- und Reservestromquellen des Eigenbedarfs des Blocks unabhängig sein.

Referenz: IAEA NS-R-1 rev. 27c, Requirement 68

Die SGV und ihre Notstromquellen werden so gelöst sein, dass sie mit ausreichender Reserve die Anforderungen der zu versorgenden Verbraucher der wichtigen Systeme erfüllen (Robustheit, Zuverlässigkeit, gegenseitige Unabhängigkeit, Redundanz, Kapazität, Qualität der Versorgung, Dauer des Übergangs der SGV auf Notstromquellen, Beständigkeit gegen Umgebungseinflüsse einschließlich EMC, Seismizität). Die zur Versorgung von Sicherheitssystemen bestimmten SGV werden im Rahmen jeden Blocks ein gegen eine einfache Störung beständiges Versorgungssystem bilden.

Referenz: VO5/1999 GBl., §4-2; IAEA NS-R-1 rev. 27c, Requirement 29

Die SGV und ihre Notstromquellen werden des Weiteren so entworfen sein, dass sie die Durchführung von Zustandskontrollen, Prüfungen der Funktionstüchtigkeiten und der Zuverlässigkeit, Tests, Revisionen und Reparaturen, Ersatz von Komponenten und Eichung ohne Beeinträchtigung der Kernkraftsicherheit ermöglichen.

Referenz: VO 195/1999 GBl., §31-2

Die Notstromquellen der II. Kategorie der gesicherten Versorgung und die Systeme ihrer Steuerung werden imstande sein, die Versorgung der Verbraucher in den SGV gemäß dem Programm der sukzessiven Belastung in einer kürzeren Zeit zu übernehmen, als die Anforderungen an deren Versorgung betragen. Des Weiteren ermöglichen sie anschließenden Anschluss und Trennung der Verbraucher, Eingriffe der Bedienung oder der Automatik und stellen auch die Versorgung der Verbraucher während der technologisch erforderlichen Dauer sicher. Im Projekt werden unterschiedliche Kombinationen und Zeitsequenzen von technologischen Unfällen und Verlusten der Versorgung in Betracht gezogen.

Anmerkung:

Anforderungen an Notstromquellen der II. Kategorie der gesicherten Stromversorgung werden angewandt, falls sie im Projekt vorkommen. Sie sind hingegen nicht relevant im Fall einer anderen Projektlösung – d. h. bei Verwendung anderer technischer Mittel als der Notstromquellen für die Stromversorgung der II. Kategorie, wenn diese sämtliche Anforderungen an Sicherheitsfunktionen erfüllen.

Referenz: VO 195/1999 GBl., §4-1

Im Verlauf der Belastungssequenz gemäß dem Projekt und während des Betriebs der Notstromquellen darf es nicht zu ihrer Überlastung oder Abstellung weder durch den Eingriff von Schutz- oder Begrenzungseinrichtungen, noch durch den Eingriff des Kontroll- und Regelsystems kommen. Die Logik der Steuerungsautomatiken und -systeme muss eine wiederholte Anregung der Vorbereitungs- und Belastungssequenz bei Übergangsprozessen im Stromnetz verhindern, falls das SGV bereits aus der Notstromquelle der II. Kategorie der gesicherten Versorgung gespeist wird.

2.4 Station Blackout

Der Vorfall Station Blackout (SBO) ist eine der postulierten Anregungsvorfälle, die zu auslegungsüberschreitenden Unfällen einschließlich schwerer Unfälle führen können.

Unter dem Vorfall Station Blackout versteht sich ein gleichzeitiger Verlust der Betriebs- und Reservestromversorgung des Eigenbedarfs beider Blöcke der NKKA, d. h. Verlust der Stromversorgung aus dem äußeren Stromsystem (Netze 400 kV und 110 kV), wobei mindestens bei einem der Blöcke außerdem der Generator abgestellt wird.

Stromsysteme zur Meisterung und Erholung von Vorfällen des Typs Station Blackout sind Bestandteil des Systems des Mehrbarrierenschutzes und sind zur Meisterung von auslegungsüberschreitenden Unfällen, einschließlich schwerer Unfälle, bestimmt. Die Anforderungen sind so eingestellt, dass auch ein langfristiges Station Blackout gemeistert wird.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §31-4](#)

Im Projekt der elektrischen Systeme der NKKK wird die Möglichkeit eines vollständigen Verlusts der Versorgung (Vorfall vom Typ Station Blackout), umfassend den gleichzeitigen Verlust aller externen Stromquellen, Abstellung des Turbogenerators, falls dessen Nachlauf als Notstromquelle genutzt wird, und auch einschließlich des Verlusts aller Notstromquellen für die SGV der II. Kategorie überprüft und berücksichtigt.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §3-1, 5d](#)

Aufgrund der Analyse der Möglichkeit, dass ein vollständiger Verlust der Versorgung eintritt, wird im Projekt die Installation einer Ersatzquelle für die Wechselstromversorgung (AAC) zur Meisterung und Erholung von Vorfällen des Typs SBO als Präventivmaßnahme gegen einen Aufbau von Vorfällen in Stromnetzen bis zu einem schweren Unfall im nuklearen Bereich des Blocks berücksichtigt. Die AAC-Quelle wird sowohl von BSEB und RSEB als auch von Notstromquellen für die SGV der II. Kategorie, sofern diese im Projekt vorkommen, unabhängig sein, wobei für die genannte AAC-Quelle die beeinträchtigenden Folgen eines SBO-Vorfalles minimiert werden müssen.

[Referenz: VO 195/1999 GBl., §4-6b](#)

Für Systeme und Komponenten, die zur Meisterung eines SBO-Vorfalles bestimmt sind, wird im Projekt die Fähigkeit nachgewiesen sein, die geforderten Funktionen unter den SBO-Bedingungen zu erfüllen.

Anlage 1.4

Ergänzende Angaben zur Seismizität

Überwachung der seismischen Aktivität in der Umgebung des KKW Temelín

1. Einleitung

Das lokale seismologische Netz in der Umgebung des KKW's Temelín (Abkürzung DSR JETE – Detaillierte seismische Polaraufnahme des KKW's Temelín) ist im Betrieb seit 1991. Garant des Projekts war der Staatsbetrieb s.p. Geofyzika Brno, später das Institut für Physik der Erde bei der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Masaryk-Universität in Brunn (ÚFZ). Die Hauptaufgabe der DSR JETE ist die Erfassung lokaler Mikroerschütterungen mit einer Magnitude im Intervall 1-3 im Einklang mit TECDOC - 343 (IAEA, 1985). Seismische Ereignisse werden in 4 Kategorien erfasst: teleseismische Ereignisse in einer Entfernung von über 2 000 km, regionale Ereignisse (200 – 2 000 km), nahe Ereignisse (50 – 200 km) und lokale Ereignisse (<50 km). Außer tektonischer Erdbeben werden durch das Netz der Stationen auch induzierte Gebirgsschläge und industrielle Sprengungen erfasst. Eine wichtige Aufgabe bei der Überwachung der seismischen Aktivität kommt der Gewinnung von Unterlagen zur Bestätigung des seismotektonischen Modells des weiter gefassten Standorts des KKW's Temelín zu.

2. Technische Parameter des Netzes der detaillierten seismischen Polaraufnahme

2.1 Konfiguration des Netzes DSR JETE

Bis Ende 2005 erfolgte die Überwachung mittels des lokalen seismischen Netzes, das mit 3-Komponenten-Velocimetern Mark mit Eigenfrequenz 2 Hz ausgerüstet war, und mittels der digitalen seismologischen Apparatur Lennartz 5800. Die Station STRU war außerdem mit dem 3-Komponenten-Accelerometer MR 2002 (Syscom A.G.) ausgerüstet. Seit dem 01.01.2006 ist im vollem Betrieb das neue telemetrische Netz mit den Apparaturen RefTek DAS 130, 3-Komponenten-Velocimetern Geosig VE-56 mit Eigenfrequenz 1 Hz und einem Accelerometer Geosig AC-63. Die kontinuierlichen seismologischen Daten werden aus den Stationen per Funk an das Subzentrum und weiter über eine Internetleitung in die Bearbeitungszentrale im ÚFZ übertragen.

Obr. 1 Karte mit Stationen des Netzes DSR ETE. Weiße Kästchen – seismologische Stationen, schwarzes Kästchen – Subzentrum, schwarzes Dreieck – KKW Temelín.

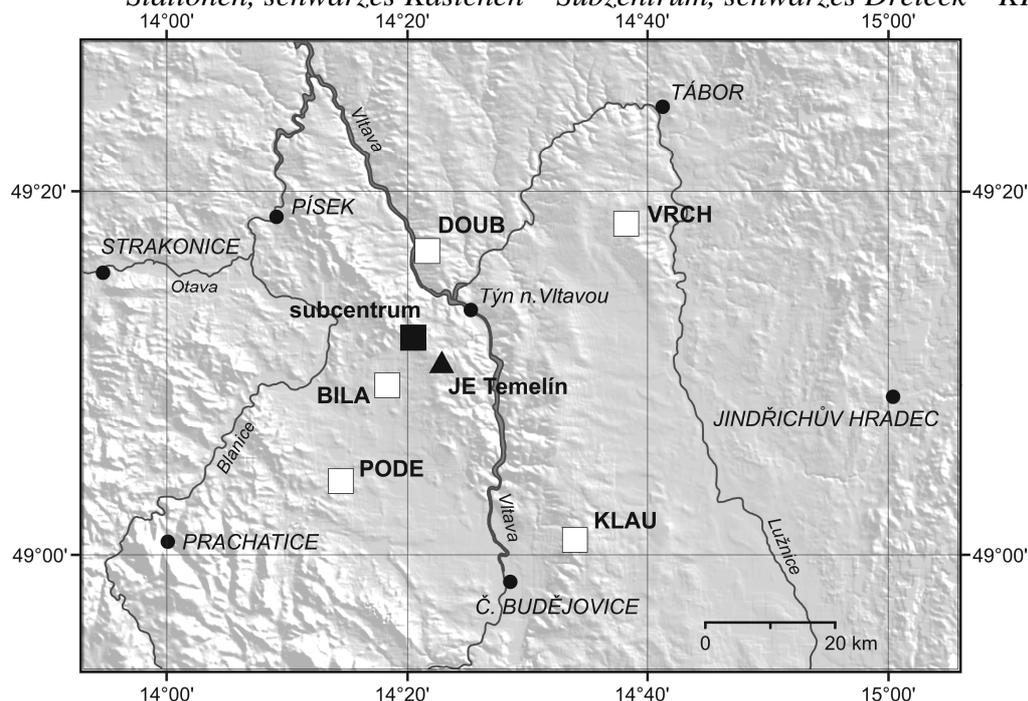
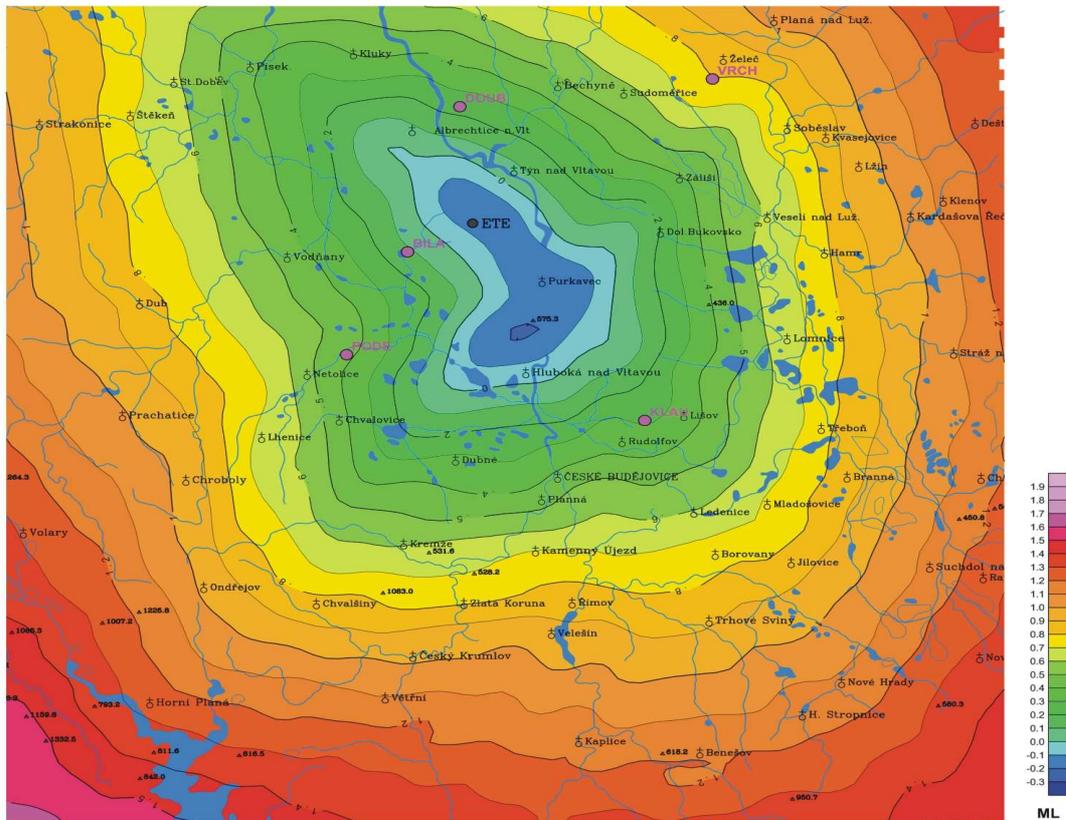


Tabelle 1 Geographische Koordinaten der Stationen des Netzes DSR ETE

Station	Code der Station	Koordinaten WGS-84		Koordinaten S-JTSK		Seehöhe (m ü. M.)	Entf. von JETE (km)	Betriebsdaten	
		Breite (°)	Länge (°)	X (km)	Y (km)			ab	bis
Struha	STRU	49,156	14,402	1145,49	758,36	443	3,4	01.09.1991	31.12.2005
Nuzice	NUZI	49,269	14,467	1133,615	751,89	409	12,0	01.09.1991	30.11.1994
Bílá Hůrka	BIHU	49,155	14,305	1144,55	765,315	429	5,8	01.09.1991	30.11.1994
U Janečků	JANE	49,069	14,445	1155,465	756,515	450	13,4	01.09.1991	09.12.1992
Jelmo	JELM	49,029	14,559	1161,035	748,845	514	21,5	10.12.1992	31.12.2005
Kouba	KOUB	49,127	14,126	1145,885	778,745	558	19,1	01.09.1991	23.07.2001
Helpenburg	HELF	49,138	14,018	1143,52	786,302	568	26,5	24.07.2001	31.12.2005
Hláška	HLAS	49,068	14,24	1153,47	771,38	435	15,9	01.09.1991	31.12.2005
Paseky	PASE	49,262	14,289	1132,66	764,84	479	11,0	01.09.1991	31.12.2005
Bílá Hůrka	BILA	49,156	14,306	1144,485	765,258	435	5,8	01.01.2006	im Betrieb
Poděřístě	PODE	49,068	14,241	1153,522	771,311	441	16,0	01.01.2006	im Betrieb
Vrchy	VRCH	49,304	14,637	1131,448	739,142	525	23,4	01.01.2006	im Betrieb
Klauda	KLAU	49,014	14,566	1162,714	748,592	563	23,1	01.01.2006	im Betrieb
Doubravka	DOUB	49,279	14,361	1131,487	759,409	496	11,0	01.01.2006	im Betrieb
Subzentrum	subc	49,199	14,342	1140,11	762,001	-	-	01.01.2006	im Betrieb

Aufgrund der in den Jahren 2003 bis 2004 bei der Auswahl der Standorte für die seismologischen Stationen durchgeführten Rauschmessungen wurde eine Karte der Empfindlichkeit erstellt (Abb. 2). In der Praxis erweist sich, dass das Netz noch empfindlicher ist und häufig gelingt es, auch viel schwächere Erschütterungen nachzuweisen und zu lokalisieren.

Obr. 2 Karte der Empfindlichkeit des seismologischen Netzes. Die Karte gibt an, wie hoch die minimale Magnitude M_L eines seismischen Ereignisses im betreffenden Gebiet sein muss, um durch das Netz zuverlässig erfasst zu werden.



Detaillierte Informationen über das neue Netz wurden in der Fachpresse veröffentlicht (Nehybka et al. 2006, Hanžlová et al. 2007a). Zur Anschauung ist die Station Vrchy in Abb. 3 dargestellt.

Obr. 3 Seismologische Station Vrchy (VRCH). Im Hintergrund Antennenmast für die Funkübertragung der Daten an das Subzentrum.



2.2 Technische Ausrüstung der Stationen

Alle seismologischen Stationen, die das KKW Temelín überwachen, sind mit seismischen Apparaturen des amerikanischen Unternehmens Reftek und Sensoren der Schweizer Firma Geosig ausgerüstet. Die Apparaturen Reftek DAS 130–01 stellen die modernste Generation von Anlagen zur Gewinnung seismischer Daten mit weitem Bereich der Dynamik dar. Die seismologischen Daten werden mit dem Zeitnormal mittels eines GPS-Signal-Empfängers synchronisiert. Alle Stationen sind mit dem Velocimeter VE-53 (Abb. 4) ausgerüstet und die Station PODE ist außerdem mit dem Accelerometer AC-63 für eine zuverlässige Erfassung eventueller starker Erschütterungen ausgerüstet. Parameterübersicht der technischen Ausrüstung der Stationen ist in Tab. 2 aufgeführt.

Die Messdaten werden sofort mithilfe von Funkverbindungen an das sog. Subzentrum übertragen, das im Observatorium des Tschechischen hydrometeorologischen Instituts (ČHMÚ) in Temelín errichtet ist, und danach ebenfalls mittels Funkverbindung an den Internetanbieter und dann über das Internet an die Bearbeitungszentrale im Institut ÚFZ in Brünn weitergeleitet. Die Funkverbindungen arbeiten im Duplexbetrieb auf vorbehaltenen Frequenzen im Band 3,5 GHz. Durch diesen Aufbau werden alle Daten in Realzeit übertragen und können unmittelbar visualisiert und bearbeitet werden. In der Gegenrichtung, also aus dem Institut für Physik der Erde, können das ganze Netz, alle Parameter des Funknetzes und des seismologischen Netzes, der Zustand der unterbrechungsfreien Stromversorgung UPS (Uninterruptible Power Supply), die Temperatur in den Racks, in denen die gesamte

Ausrüstung untergebracht ist, und weitere Daten überwacht werden. So kann operativ die Einstellung der Netzparameter in Abhängigkeit von der gegebenen Situation geändert, der Datenfluss kontrolliert und bei jedem Problem unverzüglich eingegriffen werden. Das System enthält eine Vielzahl von Kontrollen, Wächtern und Backups, wodurch die Möglichkeit von Ausfällen und Datenverlust minimiert ist. Bei Stromausfall ist die Funkverbindung zur Datenübertragung für die Dauer von mindestens 5 Stunden gesichert und die seismischen Daten werden im internen Speicher der seismischen Apparatur mindestens 48 Stunden lang hinterlegt. Bei einer Störung der Funkverbindung zur Datenübertragung sind die seismologischen Daten in der seismischen Apparatur für die Dauer von mindestens 7 Tagen sichergestellt.

Tabelle 2 Übersicht der wichtigsten technischen Parameter der eingesetzten Geräteausrüstung

<i>Einrichtung</i>	<i>Größe</i>	<i>Wert</i>
Velocimeter VE-53	Eigenfrequenz	1 Hz
	Empfindlichkeit	1000 V/m/s
Accelerometer AC-	Empfindlichkeit	1g/10 V
Seismische Reftek DAS 130-01	LSB	49 nV
	Abtastfrequenz	250 Hz

Obr. 4 Installation des Velocimeters VE-53 in der Station Klauda (KLAU).

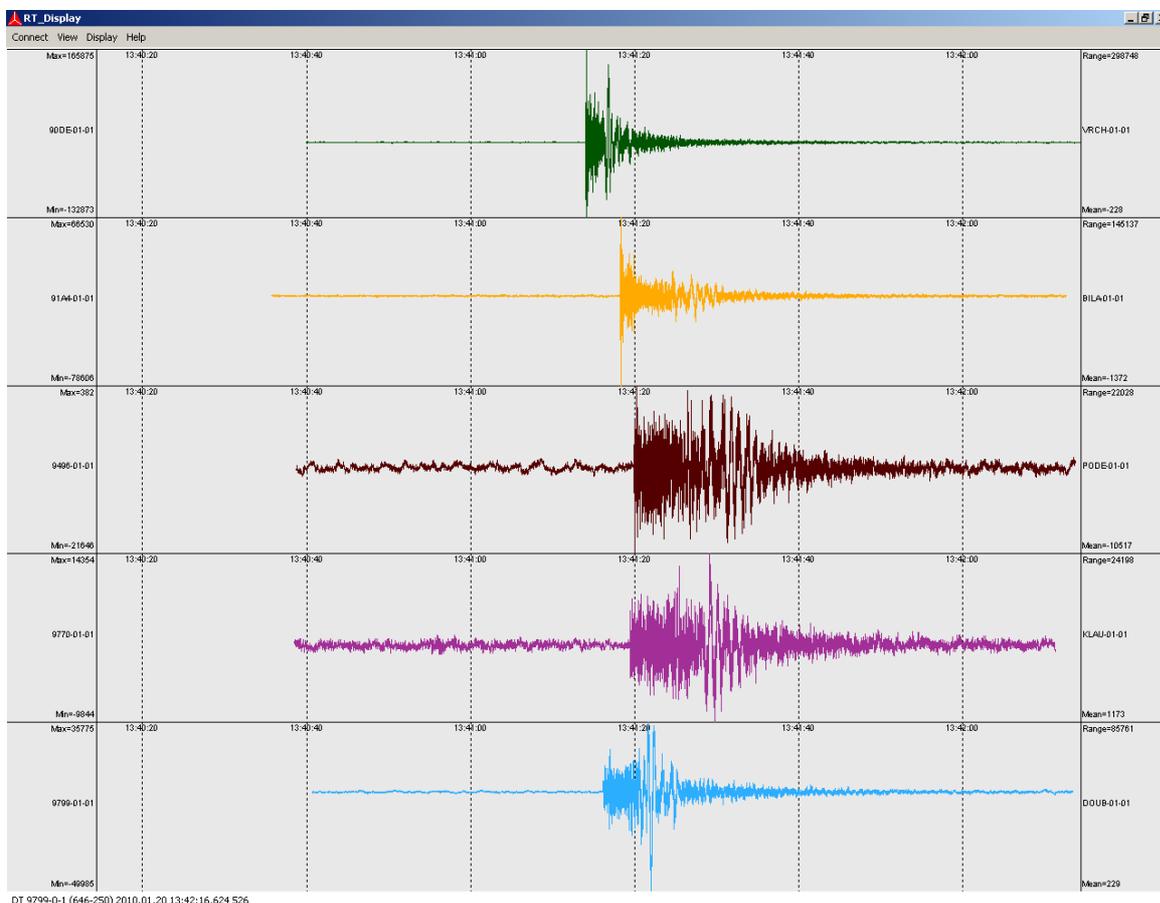


2.3 Datengewinnung

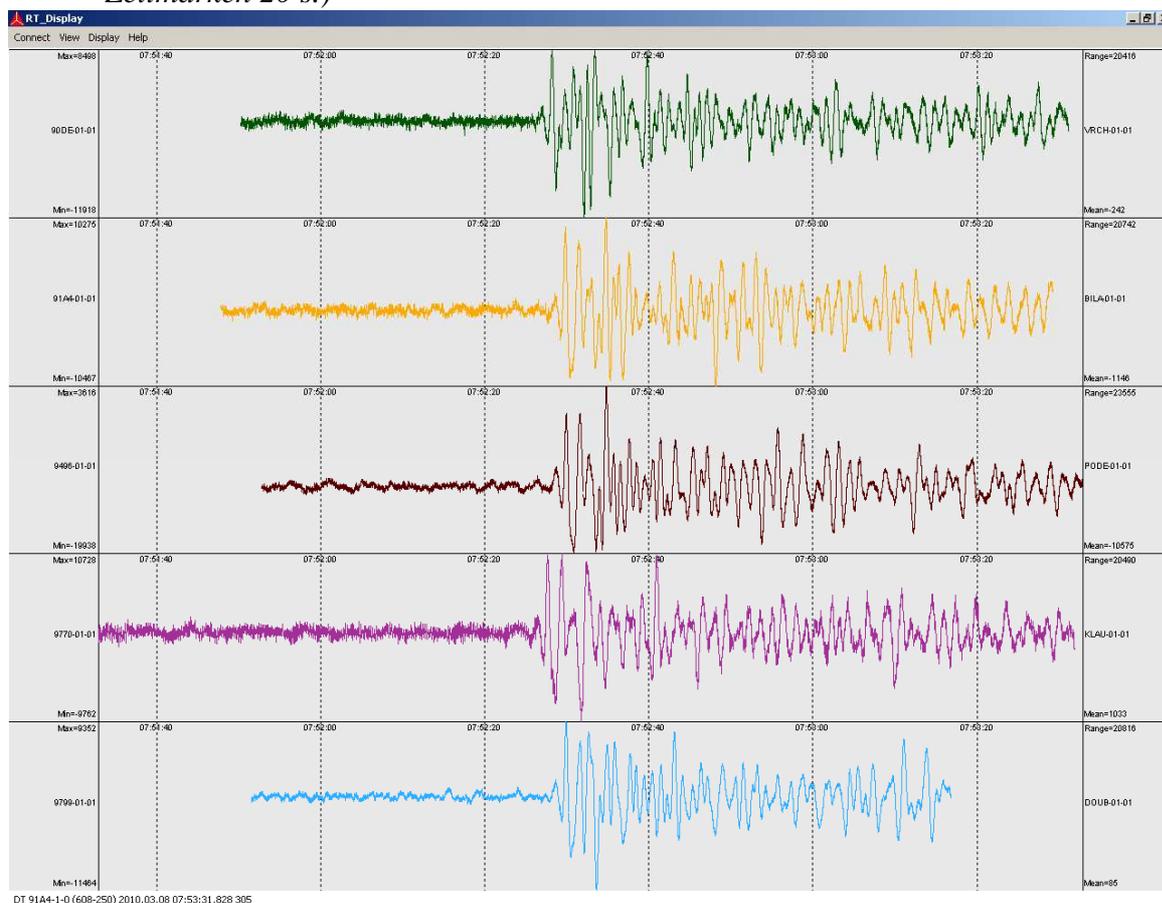
Die Daten von allen fünf Stationen werden kontinuierlich per Funk an das Subzentrum zur weiteren Auswertung übertragen. Für die Übertragung können bis zu acht sog. Streams mit unterschiedlichen Parametern definiert werden. Der Haupt-Datenstream enthält die kontinuierlichen seismischen Daten mit einer Abtastfrequenz von 250 Hz. In der Betriebsstation SUN im Subzentrum läuft ständig das Programm *rtpd*, das eine Datenbank mit seismologischen Daten im Format Reftek zusammenstellt. Die Betriebsstation SUN ist mittels Funkverbindung an einen Internetanbieter angeschlossen und weiter nach Brünn an das ÚFZ über eine Internetleitung mit Übertragungsgeschwindigkeit von 256 kb/s. Die Leitung und die anknüpfende Funkverbindung ermöglichen beidseitigen Zugriff auf den Rechner im Subzentrum sowie auf die Messapparaturen. Die Funktionen der Anlage werden auf allen Ebenen mit Wächterprogrammen kontrolliert und alle Unregelmäßigkeiten und Ausfälle bei Messung und Datengewinnung werden mit Warn-E-Mails bekanntgegeben. In der Bearbeitungszentrale im ÚFZ werden die Daten im Sammelcomputer SUN Blade 2000 gespeichert und automatisch aus dem Format *Reftek* in das Format *css3.0* übertragen, das standardmäßig bei der Bearbeitung der Daten aus allen durch ÚFZ betriebenen seismologischen Stationen benutzt wird. Mithilfe des Programms zur Visualisierung der Daten in der Realzeit *RT_display* kann der aktuelle Zustand des Netzes überwacht werden (Abb. 5a, 5b).

Obr. 5 Veranschaulichung des Online-Monitors der einlaufenden Daten – Programm *RT_display* (sog. „live seismogramy“).

a) Lokale Sprengung im Steinbruch Slapy, 20.01.2010. (Distanz zwischen den Zeitmarken 20 s.)



b) Erdbeben in der Türkei mit Magnitude 5,5 vom 08.03.2010. (Distanz zwischen den Zeitmarken 20 s.)



3. Methodik der Datenbearbeitung

3.1 Bearbeitung und Auswertung der Daten

Die seismischen Daten werden mithilfe ähnlicher methodischer Verfahren und Software ausgewertet, die im Institut ÚFZ auch bei der Bearbeitung von Daten auch seinen weiteren Netzen Verwendung finden. Dank der Onlineübertragung und der automatischen Übertragung in das zur Analyse verwendete Datenformat können die Daten mit minimaler zeitlicher Verzögerung bearbeitet werden.

Der Interpretator analysiert mithilfe des Programms *Geotool* die kontinuierlich Aufzeichnung von allen Stationen und nimmt die Klassifikation der vorgefundenen seismischen Ereignisse nach Entfernung des Hypozentrums vom KKW Temelín und nach Typ des Ereignisses vor. Gleichzeitig verfolgt er die Datenqualität, Rauschpegel und Vorkommen eventueller Störungen.

Typen seismischer Ereignisse nach Entstehungsursache:

- * *tektonische Erdbeben*
- * *durch Bergbau induzierte Erschütterungen*
- * *industrielle Sprengungen (z. B. in Steinbrüchen)*

Klassifikation seismischer Ereignisse nach Entfernung des Hypozentrums vom KKW Temelín:

- * *teleseismisch* – Entfernung über 2000 km
- * *regionale* – Entfernung 200-2000 km
- * *nahe* – Entfernung 50-200 km
- * *lokale* – Entfernung bis 50 km

Bei teleseismischen Ereignissen handelt es sich praktisch immer um Erdbeben. Die einzige Ausnahme bilden Nuklearsprengungen.

Regionale Ereignisse sind in den allermeisten Fällen Erdbeben oder induzierte Gebirgsschläge. Nur in seltenen Ausnahmefällen wird aus einer solchen Entfernung eine Sprengung erfasst.

Nahe Ereignisse können sowohl Sprengungen in Steinbrüchen als auch Erdbeben oder induzierte Erschütterungen sein, beim verfolgten Standort handelt es sich um Gebirgsschläge aus dem Bereich des Untertage-Gasspeichers Háj e u Příbrami, etwa 60 km nordwestlich vom KKW Temelín.

Lokale Erschütterungen können industrielle oder militärische Sprengungen oder tektonische Erdbeben sein.

Die Hauptaufgabe des Netzes DSR JETE ist die Erfassung lokaler tektonischer Mikroerschütterungen, und deshalb wird diesen die höchste Aufmerksamkeit gewidmet. Ähnlich werden auch alle lokalen Sprengungen ausgewertet, die zur Überprüfung der Nachweisfähigkeit des Netzes und Bestätigung des angewandten Geschwindigkeitsmodells dienen. In der gewählten Zone von 50 km für lokale Ereignisse sind die Empfehlungen der MAAE (IAEA 1985) hinsichtlich der Genauigkeit der Lokalisierung zuverlässig erfüllt.

Lokalisiert werden auch Gebirgsschläge aus dem Bereich des UGS Háj e und nahe Erdbeben bis zu einer Entfernung von ca. 70 km vom KKW.

Teleseismische, regionale und eventuell auch nahe werden mithilfe der Korrelation mit den übrigen tschechische, europäischen und globalen seismologischen Organisationen identifiziert.

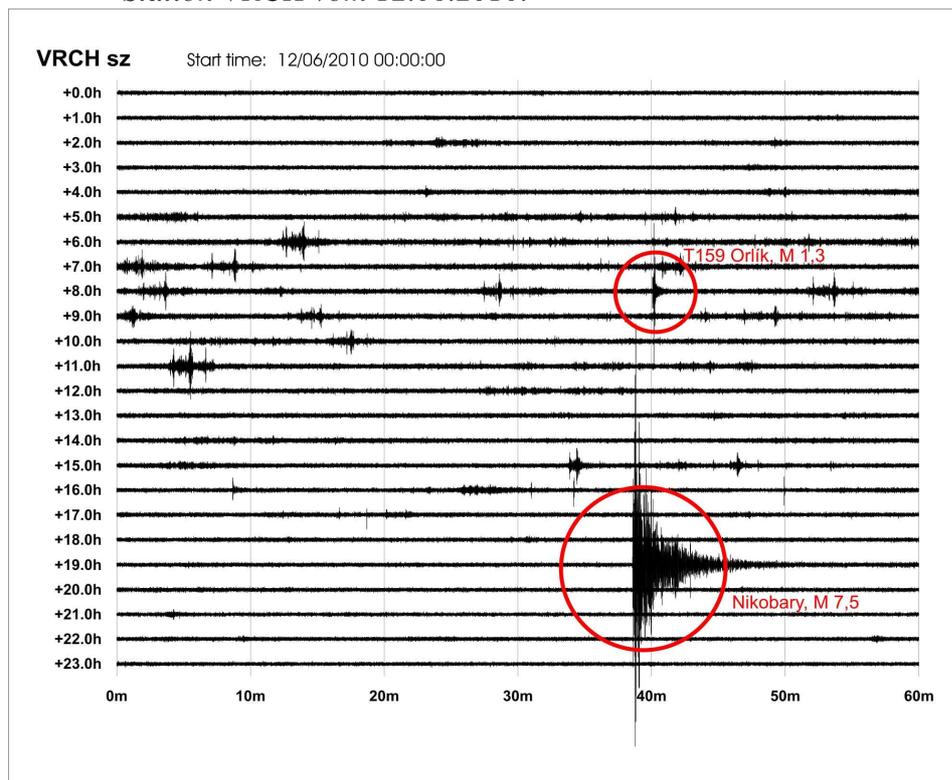
Zur Klassifikation eines seismischen Ereignisses folgt die Ablesung der Ankunftszeiten der einzelnen Wellenphasen, -amplituden und -frequenzen, wiederum mithilfe der Software *Geotool* (Abb. 6). Bei Erschütterungen, die anschließend lokalisiert werden, werden diese Ansätze bei allen erfassenden Stationen abgelesen. Bei sonstigen Ereignissen, auf die keine Analyse folgt, erfolgt die Ablesung nur bei einer Station.

Zur Lokalisierung bestimmte Ereignisse werden weiter mit dem Lokalisierungsprogramm *HYP03D* (Firbas, Werl 1988) bearbeitet, mit dessen Hilfe die Koordinaten des Hypozentrums und der Zeitpunkt der Entstehung bestimmt werden. Das Programm wurde und wird zuverlässig auch bei den anderen, durch ÚFZ betriebenen lokalen Netzen verwendet. Es basiert auf iterativer Berechnung des Strahlengangs in dreidimensionaler Umgebung, wo die Prozedur so lange fortgesetzt wird, bis eine ausreichend genau Lösung erreicht ist. Grundlage der Berechnung bildet ein dreidimensionales Modell der Ausbreitungsgeschwindigkeit seismischer Wellen in der Erdrinde für den gegebenen Standort. Das Geschwindigkeitsmodell für den Standort Temelín wurde aufgrund aller verfügbaren geologischen und geophysikalischen Daten erstellt (Kadlec et al. 1978; Šimůnek et al. 1994; Malecha et al. 1964; Ibrmajer, Suk 1989; Vrána, Štědrá 1997; Čech 1964). Das derzeit verwendete, präzisiertere Modell wurde im Bericht Nr. 39 beschrieben. Wenn es möglich und sinnvoll ist,

Stationen und gleichzeitig die Kontrolle ihrer korrekten Funktion erfolgt durch Verfolgung der täglichen Übersichtsaufzeichnungen von den einzelnen Stationen. Anschauungsbeispiele für die einzelnen Stationen von Tagen mit bedeutenden seismischen Ereignissen finden sich in nachstehenden Abbildungen. Auch in den täglichen Übersichtsaufzeichnungen gut ersichtlich sind sowohl stärkere lokale Erdbeben (T159 Orlik, M_L 1,3, Abb. 7) als auch starke teleseismische Erdbeben wie das Erdbeben auf den Nikobaren mit Magnitude 7,5 vom 12.06.2010 (ebenfalls Abb. 7) oder katastrophische Erdbeben mit einer Reihe von Erschütterungen auf Haiti am 12.01.2010 (Abb. 8), starke regionale Erdbeben in Spanien, gefolgt von einem nahen Erdbeben bei Lipno am 11.04.2010 (Abb. 9), regionale Erdbeben auf dem Balkan, in der Türkei und dem Tyrrenischen Meer vom 03.11.2010 (Abb. 10) oder nahe Erdbeben in Österreich vom 05.09.2010 (Abb. 11).

Die beste Vorstellung über den aktuellen Zustand der Stationen erhält der Interpretator insbesondere durch die Analyse aller Daten bei manueller Auswertung. Insgesamt lag 2010 der Rauschpegel auf einem Niveau, das eine zuverlässige Auswertung der seismischen Daten ermöglichte.

Obr. 7 Beispiel einer täglichen Übersichtsaufzeichnung der vertikalen Komponente aus der Station VRCH vom 12.06.2010.



4. Übersicht der Messergebnisse des Netzes DSR 1991 – 2010

Der Nachweis und die Lokalisierung tektonischer Mikroerdbeben in der Umgebung des KKW's Temelín ist die Hauptaufgabe der detaillierten seismischen Polaraufnahme. Alle Mikroerdbeben, die in einer ausreichenden Anzahl der Stationen (mindestens 3) aufgezeichnet wurden und bei denen die Ankunftszeiten einer ausreichenden Anzahl seismischer

Wellenphasen abgelesen werden können, wurden lokalisiert, d. h. es wurden die Koordinaten des Hypozentrums, Zeitpunkt der Entstehung und die lokale Magnitude bestimmt.

Alle erfassten seismischen Ereignisse wurden zuerst nach dem Entfernungskriterium klassifiziert. Die Entfernung vom Hypozentrum des Ereignisses wird anhand der zeitlichen Differenz zwischen der Ankunft der einzelnen Wellenphasen, anhand des Charakters und des Frequenzinhalts des Signals und gegebenenfalls nach der Korrelation mit den Erfassungen anderer seismologischer Stationen bestimmt. Falls möglich, wird auch eine Klassifikation nach der Ursache der Entstehung vorgenommen. Insbesondere bei lokalen Erschütterungen ist es absolut unerlässlich, industrielle Sprengungen von tektonischen Erdbeben zu trennen.

4.1 Industrielle Sprengungen

Das seismologische Überwachungsnetz erfasst nicht nur natürliche Erdbeben, sondern vor allem zahlreiche künstliche Erschütterungen. Es handelt sich insbesondere um industrielle Sprengungen in Steinbrüchen und um Flächensprengungen beim Straßenbau u. Ä. Die Sprengungen werden laufend aus Entfernungen bis zu 200 km vom Kraftwerk Temelín erfasst und stellen 70 % aller erfassten Ereignisse dar. Wenn sie in die Kategorie lokale Ereignisse fallen, worunter Ereignisse mit Hypozentrum bis 50 km Entfernung vom Kraftwerk Temelín verstanden werden, werden sie lokalisiert und in betreffender Lage überprüft. Die Betreiber von Steinbrüchen sind verpflichtet, Sprengungen mit Ladungen von über 200 kg an das zuständige Bergbauamt zu melden und die Listen der so gemeldeten Sprengungen werden zur Überprüfung der korrekten Identifizierung der lokalisierten Erschütterungen verwendet. Bei Sprengarbeiten geringen Umfangs (TPMR), die der Meldepflicht nicht unterliegen, versucht unser Mitarbeiter die identifizierten nicht gemeldeten Sprengungen direkt in den lokalisierten Steinbrüchen zu überprüfen. Diese ziemlich hohe Aufmerksamkeit, die den Sprengungen in Steinbrüchen gewidmet wird, hat zwei Gründe:

- * die laufende Auswertung der Sprengungen in aktiven Steinbrüchen ermöglichte die Überprüfung und Präzisierung des dreidimensionalen Geschwindigkeitsmodells des Interessengebiets, das auch bei der Lokalisierung tektonischer Mikroerdbeben verwendet wird
- * der beinahe hundertprozentige Erfolg bei Erfassung der gemeldeten lokalen Sprengungen und ihre exakte Lokalisierung einschließlich der meistens richtigen Identifizierung der nicht gemeldeten Sprengungen belegen die Zuverlässigkeit der Funktionen des Überwachungsnetzes und seine Nachweisfähigkeiten; Deshalb kann vorausgesetzt werden, dass wenn am Standort ein Mikroerdbeben eintreten würde, dieses ebenfalls nachgewiesen und richtig lokalisiert werden könnte;
- * die gute Kenntnis aller Standorte mit stattfindenden Sprengarbeiten und ihrer typischen Wellenbilder vereinfacht die Entscheidung über künstliche oder natürliche Ursachen der erfassten Erschütterungen. Dies ist besonders wichtig gerade in der Region Südböhmen, wo offensichtlich angesichts des geologischen Profils viele tektonische Erdbeben bestimmte Charakteristiken von künstlichen Übertagesprengungen aufweisen (insbesondere deutliche Oberflächenwellen).

In der Entfernung bis 50 km vom Kraftwerk Temelín kommen ungefähr 20 Steinbrüche vor, wo derzeit Sprengarbeiten größeren Umfangs stattfinden. Weitere Sprengungen werden im militärischen Übungsraum Pražáčka auf dem Übungsgelände Boletice lokalisiert.

4.2 Tektonische Erdbeben im Netz DSR JETE und dessen weiterer Umgebung

Das Kernkraftwerk Temelín befindet sich in einem seismisch so ruhigen Gebiet, dass während der fast zwanzig Jahre (09/1991 – 12/2010) Überwachung, die die Internationale Atomenergie-Organisation fordert (IAEA, 1985; LEE, STEWART 1981), in der Zone von 50 km ab dem Kraftwerk nur 14 Mikroerdbeben mit Magnitude im Bereich 1 – 3 verzeichnet wurden. Weitere 13 Erdbeben mit Magnitude 1 und höher wurden in der Zone 50-70 km vom Kraftwerk Temelín lokalisiert.

Das bisher stärkste lokale Erdbeben während der Gesamtdauer der seismischen Überwachung des KKW's Temelín T85 mit Magnitude $M_L = 2,3$ trat am 13.01.2007 um 8:30 UTC in dem seismisch relativ aktiven Gebiet in der Nähe des Wasserbeckens Orlík auf, zirka 46 km nördlich vom Kraftwerk Temelín. Die Erschütterung haben auch die Bewohner einiger Gemeinden in der Umgebung des Stausees gespürt mit maximaler Intensität 5° EMS-98 und sie war so stark, dass sie auch auf dem Accelerometer in der Station PODE verzeichnet wurde – die maximale Beschleunigung in vertikaler Richtung betrug $0,5 \text{ mm/s}^2$ und in horizontaler Richtung $0,9 \text{ mm/s}^2$, was tief in dem Sicherheitsbereich liegt, für den das Kraftwerk entworfen wurde. Für das Kraftwerk stellte dieses Erdbeben also keine Bedrohung dar.

Tabulka 3 Liste der tektonischen Mikroerdbeben mit Magnitude eins und höher, die in den Jahren 1991 – 2010 im Umkreis von 70 km vom Kraftwerk Temelín erfasst wurden. In Fettschrift ist das Erdbeben mit der in dieser Zusammenstellung höchsten gemessenen Magnitude gekennzeichnet.

Datum	Zeit UTC (hh:mm:ss) Uhr	Koordinaten S-JTSK		h (km)	M_L	Entf. von JETE (km)	Lokalität
		X (m)	Y (m)				
18.02.93	11:30:50 Uhr	1107290	782700	9.2	1.1	42.0	Myštice
14.02.94	18:21:13 Uhr	1191290	782980	-0.4	1.7	54.0	Lipno
10.05.95	22:24:28 Uhr	1206630	766820	2.7	1.0	64.5	Vyšší Brod
02.01.96	05:05:18 Uhr	1143310	713580	4.7	2.0	46.2	Jind. Hradec
28.10.96	11:15:51 Uhr	1177320	723660	15.0	1.5	50.2	Suchdol/Luž.
31.07.97	17:03:14 Uhr	1207600	776540	2.8	1.3	67.2	Vyšší Brod
16.08.99	09:31:50 Uhr	1097280	770680	8.2	1.2	46.5	Orlík
18.08.99	22:01:21 Uhr	1098550	768520	12.2	1.1	44.8	Orlík
21.09.99	14:35:19 Uhr	1097920	769490	11.2	1.0	45.6	Orlík
29.09.00	5:00:52 Uhr	1096550	768220	2.0	1.1	46.7	Orlík

Datum	Zeit UTC (hh:mm:ss) Uhr	Koordinaten S-JTSK		h (km)	M _L	Entf. von JETE (km)	Lokalität
		X (m)	Y (m)				
02.10.00	18:37:32 Uhr	1097940	765740	4.1	1.4	45.0	Orlík
02.12.02	09:36:53 Uhr	1197800	720570	0.0	1.7	67.8	A, Waldenstein
25.12.02	01:43:52 Uhr	1197090	719750	0.4	1.0	67.7	A, Waldenstein
14.07.06	01:17:01 Uhr	1107400	803960	4.0	1.3	56.4	Kasejovice
17.09.06	15:50:46 Uhr	1098110	768010	8.7	1.5	45.1	Orlík
18.09.06	01:18:44 Uhr	1097630	767540	7.9	1.1	45.5	Orlík
13.01.07	08:30:11 Uhr	1098810	767550	8.5	2.3	44.4	Orlík
24.01.07	11:22:00 Uhr	1098340	767390	7.2	1.3	44.8	Orlík
06.04.07	11:36:05 Uhr	1105540	805290	6.0	1.0	58.6	Kasejovice
25.06.07	08:10:36 Uhr	1158510	799590	4.8	1.4	42.9	Boubín
19.07.08	19:20:45 Uhr	1174790	773270	5.7	1.0	35.0	Chvalšiny
11.11.08	20:23:40 Uhr	1182230	791290	1.9	1.1	50.7	Horní Planá
25.01.09	01:58:23 Uhr	1182200	791530	2.2	1.0	50.8	Horní Planá
05.05.09	16:54:36 Uhr	1183030	790960	2.7	1.8	51.1	Horní Planá
06.05.09	22:45:19 Uhr	1182250	791350	1.1	1.8	50.7	Horní Planá
11.04.10	22:14:21 Uhr	1187360	790420	6.4	1.6	54.3	Lipno
12.06.10	08:39:55 Uhr	1098590	767500	6.0	1.3	44.6	Orlík

Die meisten Erdbeben, die im Umkreis von 50 bzw. 70 km vom Kraftwerk Temelín verzeichnet wurden, sind aus der Kategorie sehr schwacher Mikroerdbeben mit Magnitude unter 1.

4.3 Gebirgsschläge aus dem Untertage-Gasspeicher Háje

Einen spezifischen Typ der erfassten seismischen Ereignisse bilden die induzierten Erschütterungen aus dem Gebiet des UGS Háje in der Nähe von Příbram. Hinsichtlich der Klassifikation nach Entfernung vom JETE handelt es sich um nahe Ereignisse, mit Epizentren circa 60 km von Temelín. Es handelt sich also um Ereignisse bereits außerhalb des Interessengebiets des Netzes DSR.

Bis Ende 2010 wurden durch das Netz DSR JETE 54 Gebirgsschläge aus dem Bereich des UGS Háje verzeichnet, von denen 43 so stark und so gut aufgezeichnet waren, dass sie lokalisiert werden konnten. Ihre Epizentren sind südöstlich von Příbram akkumuliert.

Tab. 4 Liste der Gebirgsschläge im Gebiet des UGS Háje mit Magnitude 1 und höher, die in den Jahren 1991 – 2010 lokalisiert wurden

Datum	Zeit UTC (hh:mm:ss)	Koordinaten S-JTSK		M _L	Entf. von JETE (km)
		X (m)	Y (m)		
22.09.93	01:57:21 Uhr	1086200	778600	1.4	59.4
08.06.94	21:19:40 Uhr	1088800	779600	1.4	57.3
25.06.94	23:03:53 Uhr	1086300	780700	1.0	60.0
16.01.95	04:25:47 Uhr	1090000	779300	1.0	56.0
15.03.95	08:23:42 Uhr	1086800	779500	2.1	59.1
17.03.95	00:46:28 Uhr	1087300	778900	2.1	58.5
17.03.95	02:39:13 Uhr	1086800	779200	1.8	58.9
17.03.95	02:43:18 Uhr	1086800	779300	1.8	59.0
04.04.95	23:00:38 Uhr	1086200	779800	1.0	59.7
09.10.95	07:01:45 Uhr	1088900	780900	1.4	57.6
28.01.96	16:26:04 Uhr	1089500	779700	1.0	56.6
09.06.96	07:58:03 Uhr	1088200	778150	1.1	57.3
21.07.96	04:08:32 Uhr	1089400	779300	1.0	56.5
12.07.99	10:10:16 Uhr	1086800	779900	1.5	59.2
13.10.99	23:45:44 Uhr	1085200	778400	1.0	60.2
20.11.99	09:43:48 Uhr	1083500	778700	1.9	62.0
26.01.00	4:23:09 Uhr	1083800	779900	1.1	62.1
15.06.00	21:56:09 Uhr	1086300	781500	1.7	60.2
21.08.00	13:49:04 Uhr	1087400	781400	1.3	59.2
06.01.01	15:58:11 Uhr	1085600	782100	1.1	61.1
17.05.01	21:19:40 Uhr	1086600	780600	1.0	59.6
15.08.02	4:59:11 Uhr	1084600	776100	1.1	60.2
31.07.04	18:04:11 Uhr	1081300	775700	1.1	63.3

Nahe, regionale und teleseismische Erdbeben

Das seismologische Überwachungsnetz erfasst auch zahlreiche Erdbeben mit Epizentren außerhalb des Interessengebiets, die so stark sind, dass sie sich auch am Standort Temelín bemerkbar machen. Erdbeben mit den stärksten Auswirkungen am Standort werden auch durch das Accelerometer verzeichnet, das direkt die Beschleunigung der Bodenbewegung misst. Bis Ende 2005 war das Accelerometer in der Station Struha untergebracht, beim neuen Netz seit 2006 ist es in der Station Podeřišťe installiert.

Tab. 5: Regionale und nahe Erdbeben, die durch das Accelerometer in der Station STRU bis Jahresende 2005 und in der Station Podeřišťe ab 01.01.2006 bis 31.12.2010 verzeichnet wurden. In Fettschrift ist das Erdbeben mit der in dieser Zusammenstellung höchsten gemessenen Magnitude gekennzeichnet.

Datum dd.mm.rr	Zeitpunkt der Entstehung hh:mm (UTC)	Region	M _L	Entf. von JETE (km)	Beschleunigung a _{max} (mm/s ²) in der Komponente		
					Z	N-S	O-W
12.04.98	10:55 Uhr	Slowenien, Kobarid	5.1	320	1.8	1.3	1.9
11.07.00	2:50 Uhr	Österreich, Ebreichsdorf	4.8	200	7.5	6.3	11.4
11.07.00	10:56 Uhr	Österreich, Ebreichsdorf	4.2	200	2.2	2.9	3.2
01.07.01	1:49 Uhr	Österreich, Pitten	3.9	210	1.5	1.3	1.6
17.07.01	15:06 Uhr	Italien, Bozen	5.2	350	2.0	1.5	1.3
14.02.02	3:18 Uhr	Italien, Friuli	4.5	315	1.2	1.2	1.3
11.12.03	1:38 Uhr	Österreich, Melk	2.9	120	1.4	1.8	1.7
12.07.04	13:04 Uhr	Slowenien, Kobarid	5.0	320	1.2	0.8	1.4
05.12.04	1:53 Uhr	Deutschland, Freiburg	5.0	480	1.5	1.4	0.8
06.10.05	7:23 Uhr	Österreich, Braunau	3.2	150	2.1	3.1	4.0
03.01.06	22:08 Uhr	Österreich, Leoben	2.9	200	0.2	0.2	0.2
12.11.06	19:26 Uhr	Österreich, Leoben	3.1	210	0.2	0.4	0.3
13.01.07	8:30 Uhr	Tschechien, Orlick T85	2.3	45	0.5	0.9	0.6
19.05.07	16:19 Uhr	Österreich, Tirol	3.9	340	0.3	0.6	0.5
25.06.07	8:10 Uhr	Tschechien, Boubín T96	1.4	43	0.2	0.5	0.3
30.01.08	14:54 Uhr	Österreich, Wiener Neustadt	3.2	200	0.3	0.5	0.6
26.02.08	19:57 Uhr	Österreich, Gloggnitz	3.4	200	0.3	0.7	0.7
21.05.08	13:39 Uhr	Österreich, Schladming	3.3	200	0.3	0.5	0.6
22.06.08	15:05 Uhr	Österreich, Molln	2.8	145	0.2	0.5	0.5
18.07.08	22:54 Uhr	Österreich, Schladming	3.7	200	0.9	1.3	1.2
19.07.08	19:20 Uhr	Tschechien, Chvalšiny T110	1.0	35	0.3	0.3	0.3
06.08.08	18:16 Uhr	Oberösterreich	2.7	150	0.2	0.4	0.4
07.08.08	14:32 Uhr	Oberösterreich	2.6	150	0.2	0.4	0.4

Datum dd.mm.rr	Zeitpunkt der Entstehung hh:mm (UTC)	Region	M_L	Entf. von JETE (km)	Beschleunigung a_{max} (mm/s^2) in der Komponente		
					Z	N-S	O-W
12.08.08	10:48 Uhr	Oberösterreich	2.7	150	0.2	0.4	0.4
12.08.08	17:26 Uhr	Oberösterreich	3.5	150	1.0	2.1	2.7
09.10.08	22:20 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.1	180	0.4	0.5	0.6
10.10.08	3:22 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.4	180	0.6	1.0	1.2
10.10.08	8:08 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.8	180	1.0	1.6	1.8
10.10.08	11:18 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.2	180	0.5	0.7	0.7
12.10.08	7:44 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.8	180	1.3	2.5	1.8
14.10.08	19:00 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.6	180	1.1	1.5	1.8
28.10.08	8:30 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.8	180	0.5	1.2	1.0
07.12.08	2:47 Uhr	Österreich, Wiener Neustadt	3.6	215	0.4	0.6	0.9
23.12.08	15:24 Uhr	Norditalien, Apennin	5.4	590	0.3	0.4	0.4
05.04.09	20:20 Uhr	Norditalien, Apennin	4.8	570	0.1	0.2	0.2
06.04.09	1:32 Uhr	Mittelitalien, Abruzzen	6.3	760	0.2	0.2	0.2
20.04.09	6:33 Uhr	Österreich, Steiermark	4.0	190	2.8	4.5	5.7
05.05.09	1:39 Uhr	Südwestdeutschland	4.5	500	0.1	0.2	0.2
05.05.09	16:54 Uhr	Tschechien, Horní Planá T129	1.8	51	0.2	0.2	0.2
06.05.09	22:45 Uhr	Tschechien, Horní Planá T130	1.8	51	0.2	0.3	0.2
07.05.09	21:27 Uhr	Österreich, Mürzzuschlag	4.2	200	0.6	0.8	0.8
21.08.09	6:37 Uhr	Österreich, Gloggnitz	2.8	210	0.1	0.1	0.2
20.09.09	3:50 Uhr	Mittelitalien, Ancona	4.6	640	0.1	0.2	0.2
11.04.10	22:14 Uhr	Tschechien, Lipno, T149	1.6	54	0.3	0.4	0.4
04.08.10	19:10 Uhr	Österreich, Hallstatt	2.9	200	0.2	0.4	0.4
05.08.10	15:07 Uhr	Österreich, Hallstatt	2.6	200	0.1	0.2	0.2
05.09.10	10:24 Uhr	Österreich, Weitra	2.6	75	0.3	0.3	0.4
11.10.10	19:08 Uhr	Österreich, Melk	2.3	125	0.1	0.2	0.2
19.10.10	0:38 Uhr	Österreich, Tirol	3.7	290	0.2	0.3	0.5
30.12.10	8:56 Uhr	Polen, Gebirgsschlag Lubin	4.8	290	0.2	0.2	0.2

Besondere Aufmerksamkeit wird traditionell den Erdbeben im Alpengebiet gewidmet, die für Südböhmen das größte potenzielle Risiko darstellen. Für jedes Jahr wird eine Übersicht der in den Alpen und anliegenden Regionen erfassten Erdbeben zusammengestellt.

Des Weiteren sind auch regionale Erdbeben relativ häufig, z. B. auf dem Balkan, in Griechenland oder der Türkei. In die regionale Kategorie fallen auch die häufigen induzierten Gebirgsschläge in polnischem Lubin, in Oberschlesien und der Region Ostravsko.

Das Netz erfasst jährlich durchschnittlich ungefähr 100 nahe Erdbeben (50 – 200 km von JETE), 600 regionale Erdbeben und Gebirgsschläge (200 – 2000 km) und rund fünfhundert teleseismische Erdbeben (Entfernung über 2000 km – starke Erdbeben in Mittelasien, Indonesien, Japan, im Pazifik u. Ä.).

5. Seismologisches Informationsdisplay

Informationen über die Ergebnisse der seismologischen Überwachung der weiteren Umgebung des JETE und über die Äußerungen von Erdbeben in den Alpen in Südböhmen und ihren Auswirkungen auf den Standort Temelín werden operativ auf dem Seismologischen Informationsdisplay angezeigt. Dieses wird durch das Institut für Physik der Erde aufgrund eines Vertrags mit der ČEZ a.s. an der Internetadresse [www.ipe.muni.cz/seismologie temelin](http://www.ipe.muni.cz/seismologie_temelin) betrieben.

Jede auf dem Display veröffentlichte Information über ein Erdbeben enthält den Zeitpunkt der Entstehung, Lage des Hypozentrums, Entfernung des Epizentrums vom KKW Temelín, aus dem Signal in den Stationen des lokalen Überwachungsnetzes berechnete lokale Magnitude des Erdbebens, Beschreibung der makroseismischen Auswirkungen des Erdbebens in der Region Südböhmen, d. h. ob es von den Bewohnern wahrgenommen wurde oder nicht, ggf. mit welcher Intensität es wahrgenommen wurde, Anschauungsbeispiel des Seismogramms aus den Stationen des lokalen Netzes, Karte mit gekennzeichnetem Epizentrum des Erdbebens und Datum der Informationsveröffentlichung auf dem Display.

Das Seismologische Informationsdisplay enthält außerdem zahlreiche ergänzende Informationen – Liste aller vorhergehenden Erdbeben mit kompletten früheren Informationen, Vokabular mit den wichtigsten, bei der Beschreibung von Erdbeben verwendeten Begriffen, Internetlinks zu ČEZ a.s., ÚFZ und SÚJB und eine Seite mit Links zu den übrigen tschechischen und internationalen seismologischen Institutionen.

Das Display enthält auch zusammenfassende Karten für die einzelnen Jahre und für die gesamte Zeit der Überwachung. Laufend werden auch die Seiten mit seismologischen Links aktualisiert.

Tab. 6: Ausgewählte Erdbeben, die durch das Netz der Stationen DSR JETE bis Jahresende 2010 verzeichnet wurden, veröffentlicht auf dem Seismologischen Informationsdisplay [www.ipe.muni.cz/seismologie temelin](http://www.ipe.muni.cz/seismologie_temelin).

Datum	Zeitpunkt der Entstehung UTC (hh:mm)	geogr. Breite (°)	geogr. Länge (°)	M _L	Region
12.04.98	10:55 Uhr	46.2	13.6	5.1	Slowenien, Kobarid – Julische Alpen
11.07.00	2:50 Uhr	48	16.5	4.8	Österreich, Ebreichsdorf
11.07.00	10:56 Uhr	48	16.5	4.2	Österreich, Ebreichsdorf
01.07.01	1:49 Uhr	47.7	16.3	3.9	Österreich, Pitten
17.07.01	15:07 Uhr	46.7	11.1	5.2	Italien, Bozen
14.02.02	3:18 Uhr	46.4	13.1	4.5	Italien, Tolmezzo - Friuli

Datum	Zeitpunkt der Entstehung UTC (hh:mm)	geogr. Breite (°)	geogr. Länge (°)	M _L	Region
09.08.02	4:14 Uhr	47.8	15.9	2.3	Österreich, Puchberg am Schneeberg
21.09.02	2:28 Uhr	48	16.5	1.9	Österreich, Ebreichsdorf
30.09.02	2:49 Uhr	46.3	13.6	3.4	Italien - Slowenien
13.11.02	10:49 Uhr	45.7	10.1	4.5	Norditalien
29.01.03	8:00 Uhr	47.2	10.1	3.1	Österreich, Vorarlberg
03.02.03	19:32 Uhr	47.9	17	2.9	Österreich, Gattendorf
22.02.03	20:41 Uhr	48.3	6.7	5.3	Frankreich
22.03.03	13:36 Uhr	48.2	9	4.3	Deutschland
14.07.03	3:25 Uhr	47.6	13.7	2.7	Österreich, Hallstatt
18.07.03	11:01 Uhr	46.8	9.8	3.8	Schweiz
21.07.03	13:15 Uhr	47.2	14.4	4.2	Österreich, Murtal
01.08.03	3:20 Uhr	46.7	9.9	4	Schweiz
09.08.03	22:01 Uhr	47	16.7	3.2	Ungarn
14.09.03	21:42 Uhr	44.4	11.5	4.9	Norditalien
29.10.03	7:16 Uhr	47.6	12	3.5	Österreich, Tirol
23.11.03	1:54 Uhr	47.9	15.7	2.8	Niederösterreich
06.12.03	3:02 Uhr	47.7	15.8	2.4	Niederösterreich
11.12.03	1:38 Uhr	48.3	15.3	2.9	Österreich, Melk
22.02.04	20:09 Uhr	47.6	13.7	2.5	Österreich, Hallstatt
11.03.04	15:50 Uhr	49.8	18.4	3.1	Gebirgsschlag in der Zeche Lazy, Ostravsko
26.04.04	20:58 Uhr	48.1	16.6	2.3	Österreich, Schwadorf
25.05.04	7:30 Uhr	47.5	17.3	3.4	Ungarn
18.06.04	8:11 Uhr	47.5	13.4	3.5	Österreich, Salzburg
28.06.04	9:39 Uhr	47.6	16.5	2.9	Österreich, Burgenland
29.06.04	22:26 Uhr	47.4	13.2	3.1	Österreich, Salzburg
12.07.04	4:05 Uhr	49.8	18.5	2.9	Gebirgsschlag in der Zeche Doubrava, Ostravsko
12.07.04	13:04 Uhr	46.3	13.7	5	Slowenien, Kobarid
11.09.04	18:28 Uhr	48	16.4	2.4	Österreich, Ebreichsdorf
01.10.04	10:02 Uhr	47.4	15.3	4.1	Österreich, Leoben
24.11.04	23:00 Uhr	45.6	10.6	5	Norditalien
30.11.04	17:18 Uhr	49.4	19.9	4.6	Polen, Hohe Tatra
05.12.04	1:52 Uhr	48.1	8.1	5	Deutschland
26.12.04	1:11 Uhr	3.3	95.8	9	Sumatra, Südostasien
14.01.05	7:58 Uhr	46.2	14	3.8	Slowenien
14.01.05	8:05 Uhr	46.2	14	3.7	Slowenien

Datum	Zeitpunkt der Entstehung UTC (hh:mm)	geogr. Breite (°)	geogr. Länge (°)	M _L	Region
26.04.08	21:54 Uhr	49.8	18.5	3	Gebirgsschlag, Ostravsko
15.05.05	13:31 Uhr	47.3	17.5	3.4	Ungarn
25.07.05	3:06 Uhr	47.8	16.2	3.3	Österreich, Wiener Neustadt
06.09.05	7:09 Uhr	47.3	11.7	3.2	Österreich, Tirol
06.10.05	7:23 Uhr	48.2	13	3.2	Oberösterreich
25.10.05	10:52 Uhr	50.5	16.1	3.3	Tschechien, Hronovsko
26.11.05	4:57 Uhr	47.4	15.1	2.6	Österreich, Leoben
03.01.06	22:08 Uhr	47.4	15	2.9	Österreich, Leoben
22.02.06	3:39 Uhr	47.7	13.7	2.9	Österreich, Hallstatt
12.04.06	22:25 Uhr	46.7	10.4	3.5	Norditalien
24.04.06	6:51 Uhr	48.4	14.5	2.2	Österreich, Pregarten
18.05.06	0:39 Uhr	47.7	13.6	2.6	Österreich, Bad Ischl
30.06.06	17:55 Uhr	47.9	16.3	2.5	Österreich, Wiener Neustadt
01.07.06	11:43 Uhr	47.9	16.3	2.5	Österreich, Wiener Neustadt
12.11.06	19:26 Uhr	47.3	15.2	3.1	Österreich, Leoben
15.12.06	13:45 Uhr	47.7	13.6	2.9	Österreich, Bad Ischl
16.12.06	9:45 Uhr	47.7	13.6	2.7	Österreich, Bad Ischl
01.01.07	15:00 Uhr	46.5	14.2	3.8	Österreich, Klagenfurt
13.01.07	8:30 Uhr	49.6	14.2	2.3	Tschechien, Stausee Orlick
02.05.07	12:49 Uhr	46.5	14.6	3.7	Österreich, Kärnten
19.05.07	16:20 Uhr	47.3	10.7	3.9	Österreich, Tirol
16.07.07	0:01 Uhr	47.6	15.8	2.3	Österreich, Semmering
20.09.07	20:05 Uhr	47.7	12.9	3.1	Deutschland – Österreich
28.09.07	0:37 Uhr	47.8	16.3	2.6	Österreich, Wiener Neustadt
15.11.07	15:33 Uhr	48.1	16.1	2.5	Österreich, SW von Wien
25.11.07	3:18 Uhr	47.5	13.8	2.3	Österreich, Hallstatt
21.01.08	16:40 Uhr	46.8	9.4	4.1	Schweiz
30.01.08	14:54 Uhr	47.8	16.1	3.2	Österreich, Wiener Neustadt
05.02.08	11:46 Uhr	48	16.3	2.4	Österreich, Ebreichsdorf
26.02.08	19:58 Uhr	47.7	15.9	3.4	Österreich, Gloggnitz
17.04.08	16:00 Uhr	47.7	12.8	3.2	Deutschland, Bad Reichenhall
21.05.08	7:21 Uhr	47.4	13.6	2.6	Österreich, Schladming
21.05.08	13:39 Uhr	47.4	13.6	3.3	Österreich, Schladming
21.05.08	15:32 Uhr	47.4	13.6	2.4	Österreich, Schladming
03.06.08	19:42 Uhr	47.7	15.5	2.7	Österreich, Mürzzuschlag
22.06.08	15:05 Uhr	47.9	14.2	2.8	Österreich, Molln
18.07.08	22:24 Uhr	47.4	13.9	3.7	Österreich, Schladming

Datum	Zeitpunkt der Entstehung UTC (hh:mm)	geogr. Breite (°)	geogr. Länge (°)	M _L	Region
12.08.08	17:26 Uhr	48.2	13.3	3.5	Oberösterreich, Erdbebenserie 6.8.-15.8.08
ab 06.10.08		50.2	12.5	bis 3.8	Seismischer Schwarm in Westböhmen, Nový Kostel 10-11/2008
14.10.08	5:21 Uhr	47.9	16.3	2.7	Österreich, Wiener Neustadt
22.11.08	22:28 Uhr	49.8	18.5	3.7	Tschechien, Gebirgsschlag Karvinsko
04.12.08	6:54 Uhr	49.9	18.5	3.3	Tschechien, Gebirgsschlag Karvinsko
07.12.08	2:47 Uhr	47.7	16.3	3.6	Österreich, Wiener Neustadt
04.01.09	15:30 Uhr	47.2	9.4	4.1	Schweiz
21.02.09	17:38 Uhr	47.7	16	2.4	Österreich, Gloggnitz
06.04.09	1:32 Uhr	42.4	13.3	6.3	Mittelitalien, Abruzzen
20.04.09	6:33 Uhr	47.5	14.5	4	Österreich, Steiermark
05.05.09	1:39 Uhr	47.7	7.8	4.5	Deutschland
05.05.09	16:54 Uhr	48.8	14	1.8	Tschechien, Horní Planá
06.05.09	22:45 Uhr	48.8	14	1.8	Tschechien, Horní Planá
07.05.09	21:27 Uhr	47.6	15.7	4.2	Österreich, Müzzzuschlag
27.07.09	12:12 Uhr	47.9	16.3	2.3	Österreich, Sollenau
11.08.09	9:56 Uhr	47.5	15.4	2.5	Österreich, Kindberg
21.08.09	6:37 Uhr	47.7	16	2.8	Österreich, Gloggnitz
19.11.09	8:00 Uhr	47.9	16.3	2.5	Österreich, Wiener Neustadt
19.01.10	18:44 Uhr	47.7	13.8	2.5	Österreich, Bad Aussee
11.04.10	22:14 Uhr	48.7	14.1	1.6	Tschechien, Stausee Lipno
12.06.10	8:39 Uhr	49.6	14.2	1.3	Tschechien, Stausee Orlík
04.08.10	19:10 Uhr	47.5	13.5	2.9	Österreich, Hallstatt
05.08.10	15:07 Uhr	47.5	13.5	2.6	Österreich, Hallstatt
31.08.10	8:00 Uhr	47.7	15.9	2.5	Österreich, Gloggnitz
05.09.10	10:24 Uhr	48.6	15	2.6	Österreich, Weitra
11.10.10	19:08 Uhr	48.3	15.4	2.3	Österreich, Melk
19.10.10	0:38 Uhr	47.3	11.7	3.7	Österreich, Tirol
10.12.10	8:32 Uhr	48.3	16.8	2.1	Österreich, Gänserndorf
10.12.10	8:33 Uhr	48.3	16.8	2.5	Österreich, Gänserndorf
30.12.10	8:56 Uhr	51.6	16.1	4.8	Polen, Gebirgsschlag Lubin

Obr. 8 Anschauungsbeispiel für Erdbebeninformation, veröffentlicht auf dem Seismologischen Informationsdisplay

SEISMOLOGICKÝ INFORMAČNÍ DISPLAY Seismologické monitorování širšího okolí Jaderné elektrárny Temelín je prováděno Ústavem fyziky Země Masarykovy univerzity v Brně.

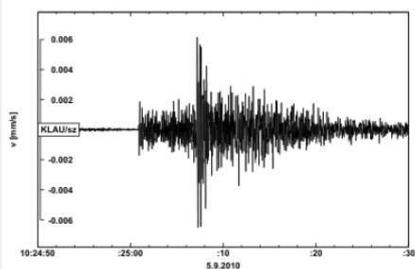
ÚFZ JE Temelín

[hlavní stránka](#) * [předcházející zemětřesení](#) * [slovníček](#) * [ČEZ a.s.](#) * [ÚFZ](#) * [SÚJB](#) * [seismologické odkazy](#) * [English](#)

5.9.2010 čas vzniku 12:24 (SELČ) **Rakousko, Weitra** **M_L 2,6**

Dne 5.9.2010 ve 12:25 hodin středoevropského letního času zaregistrovaly seismologické stanice provozované ÚFZ zemětřesení s magnitudem 2,6 z Rakouska, poblíž města Weitra. Souřadnice epicentra jsou 48,61° severní zeměpisné šířky a 14,95° východní zeměpisné délky. Vzdálenost ohniska od JETE je přibližně 75 km. Není známo, že by zemětřesení bylo pocíteno obyvateli v jižních Čechách.

Toto zemětřesení bylo doprovázeno sérií slabších otřesů.



Ukázka registrace zemětřesení na stanici KLAU (lokální monitorovací síť JETE).

Čas na seismogramu je uveden v UTC (SELČ - 2 hodiny).
Vertikální osa udává rychlost pohybu půdy ve vertikálním směru v mm/s.

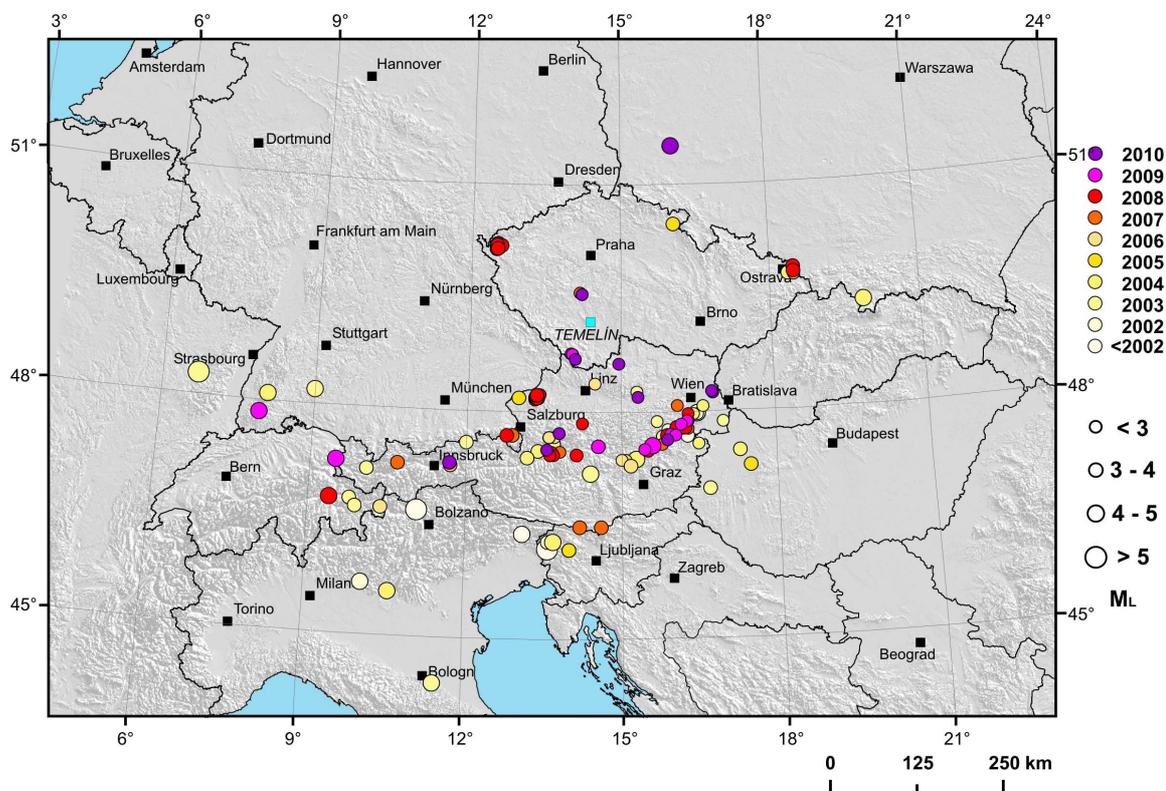


Poloha epicentra zemětřesení je vyznačena hvězdičkou.

Seismologický informační display je v provozu od 30.9.2002.
Tato zpráva byla vydána 6.9.2010
Případné dotazy rádi odpovíme na adrese seismo@ipc.muni.cz.

Seismologický informační display	Seismologischer Informationsdisplay
Seismologické monitorování širšího okolí Jaderné elektrárny Temelín je prováděno Ústavem fyziky Země Masarykovy univerzity v Brně	Die seismologische Überwachung der breiten Umgebung des KKW Temelin führt das Institut Ústav fyziky Země der Masaryk-Universität in Brno durch.
hlavní stránka	Hauptseite
předcházející zemětřesení	vorhergehendes Erdbeben
slovníček	Wörterbuch
seismologické odkazy	seismologische Links
čas vzniku	Zeit der Entstehung
Dne 5.9.2010 ve 12:25 hodin středoevropského letního času zaregistrovaly seismologické stanice provozované ÚFZ zemětřesení s magnitudem 2,6 z Rakouska, poblíž města Weitra. Souřadnice epicentra jsou 48,61° severní zeměpisné šířky a 14,95° východní zeměpisné délky. Vzdálenost ohniska od JETE je přibližně 75 km. Není známo, že by zemětřesení bylo pocíteno obyvateli v jižních Čechách.	Am 5.9.2010 um 12.15 Uhr mitteleuropäischer Sommerzeit registrierten die seismologischen Stationen des ÚFZ ein Erdbeben mit Magnitud 2,6 aus Österreich, in Nähe der Stadt Weitra. Koordinaten des Epizentrums sind 48,61 nördliche Breite und 14,95 südliche Länge. Die Entfernung vom Mittelpunkt zum JETE beträgt etwa 75 km. Es ist nicht bekannt, ob das Erdbeben von Bewohnern in Südböhmen gefühlt wurde.
Toto zemětřesení bylo doprovázeno sérií slabších otřesů.	Dieses Erdbeben wurde von einer Serie schwächerer Erschütterungen begleitet.
Ukázka registrace zemětřesení na stanici KLAU (lokální monitorovací síť JETE).	Beispiel für die Registrierung eines Erdbebens auf der Station KLAU (lokales Überwachungsnetz des JETE)
Poloha epicentra zemětřesení je vyznačena hvězdičkou.	Die Lage des Epizentrums des Erdbebens ist mit Stern gekennzeichnet.
Čas na seismogramu je uveden v UTC (SELČ – 2 hodiny).	Die Zeit aus dem Seismogramm ist in UTC (mitteleuropäische Sommerzeit - 2 Stunden) angegeben.
Vertikální osa udává rychlost pohybu půdy ve vertikálním směru v mm/s.	Die vertikale Achse gibt die Geschwindigkeit der Bodenbewegung in vertikaler Richtung in mm/s an.
Seismologický informační display je v provozu od 30.9.2002.	das seismologische Informationsdisplay ist seit 30.9.2002 in Betrieb.
Tato zpráva byla vydána 6.9.2010	Diese Nachricht wurde am 6.9.2010 herausgegeben.
Případné dotazy rádi odpovíme na adrese seismo@ipc.muni.cz	Eventuelle Fragen beantworten wir auf der Adresse seismo@ipc.muni.cz

Obr. 9 Karte der Epizentren aller auf dem Seismologischen Informationsdisplay bis Jahresende 2010 veröffentlichten Erdbeben



6. Beitrag des Netzes DSR zur Auswertung der seismischen Bedrohung am Standort des KKW Temelín

Die Ergebnisse der Überwachung (1991 - 2010) zeigen, dass der Standort des KKW's Temelín in seismischer Hinsicht sehr ruhig ist. Die Ergebnisse des Netzes erweisen ebenfalls die Richtigkeit der gesamten seismischen Bewertung des Standorts Temelín. Die laufende Auswertung von Lagen der Epizentren lokaler Mikroerdbeben zeigt in einer Reihe von Fällen ihren ursächlichen Zusammenhang mit dem geologischen Profil im südlichen Teil des Böhmischem Massivs.

Aktuelle Informationen über die seismische Aktivität in der weiteren Umgebung des KKW werden operativ auf dem Seismologischen Informationsdisplay unter www.ipe.muni.cz/seismologie_temelin veröffentlicht.

Detaillierte Informationen über die Ergebnisse der seismischen Überwachung des KKW's werden in regelmäßigen Jahresberichten aufgeführt, die das Institut für Physik der Erde für die ČEZ, a.s. erstellt.

Das Netz DSR ETE hat keine Erdbeben registriert, die eine mögliche Gefährdung des Kernkraftwerks Temelín darstellen könnten.

7. Verwendete Abkürzungen und Symbole

DSR	detaillierte seismische Polaraufnahme
MAAE (IAEA)	Internationale Atomenergie-Organisation (International Atomic Energy Agency)
ČEZ ETE	České energetické závody, a.s., Kernkraftwerk Temelín
ÚFZ PřF MU (IPE)	Institut für Physik der Erde bei der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Masaryk-Universität
GFÚ AV ČR	Geophysikalisches Institut bei der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik
ÚSMH AV ČR	Institut für Struktur und Mechanik der Gesteine bei der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik
SÚJB	Staatliche Behörde für Atomsicherheit
ČRSS	Tschechisches regionales seismisches Netz
ČHMÚ	Tschechisches hydrometeorologisches Institut

Abkürzungen der Messstationen des Netzes DSR:

VRCH	Station Vrchy
DOUB	Station Doubravka
BILA	Station Bílá Hůrka
PODE	Station Podeřístě
KLAU	Station Klauda

Komponenten:

sz	vertikal, Velocimeter
se	horizontal Ost-West, Velocimeter
sn	horizontal Nord-Süd, Velocimeter

az	vertikal, Accelerometer
ae	horizontal Ost-West, Accelerometer
an	horizontal Nord-Süd, Accelerometer

S-JTSK	Koordinatensystem des einheitlichen trigonometrischen Gemarkungsnetzes
WGS-84 System)	Internationales geodätisches Referenzsystem WGS-84 (World Geodetic System)
UTC	Weltzeit (Coordinated Universal Time)
GPS	Global Positioning System, Satelliten-Navigationssystem der USA, hier Nutzung zum Empfang exakter Zeitmarken
SOH	State of Health
UPS	unterbrechungsfreie Stromversorgung (Uninterruptible Power Supply)

M_L	lokale Magnitude
EMS-98	Europäische makroseismische Skala zur Klassifikation der Erdbebenintensität

UGS Háje	Untertage-Gasspeicher Háje
VVP Boletice	Militärisches Übungsgelände Boletice

9. Literatur

- Čech V. (1964): Geologická mapa ČSSR, list M-33-XXVII České Budějovice. ÚÚG Praha.
- Firbas P., Werl M. (1998): Program HYPO3D. Geofyzika Brno.
- Hanžlová R., Nehybka V., Otruba J., Švancara J., Vlach R. (2007a): Nová seismologická síť monitorující JE Temelín. Bezpečnost jaderné energie, č. 7/8. Praha.
- Hanžlová R., Hudová Z., Málek J., Novotný O., Pazdírková J., Zedník J. (2007b): Recent Earthquakes in the Orlick Reservoir Region. Transactions of the VŠB – Technical University of Ostrava, Civil Engineering Series, No. 2, Vol. VII, pp. 189 – 195, Ostrava.
- IAEA (1985): Application of Microearthquake Surveys in Nuclear Power Plant Siting. IAEA TECDOC-343. Vienna.
- IAEA (2002): Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Power Plants. IAEA Safety Guide. Safety Standards Series No. NS-G-3.3. Vienna.
- Ibrmajer J., Suk M. (1989): Geofyzikální obraz ČSSR. ÚÚG – Academia, Praha.
- Kadlec E. et al. (1978): Komplexní vyhodnocení geofyzikálních dat z jihočeských pánví. Geofyzika Brno.
- Kárník V., Michal E., Molnár A., (1957): Catalogue of earthquakes for the territory of Czechoslovakia by the year 1956. Travaux Géophysiques, No. 69, Praha.
- Malecha A., Suk M., Zikmund V. (1964): Stavba a podloží jihočeských pánví. Sborník geologických věd, řada 6, svazek 4, str. 97 – 120. Praha.
- Málek J., Švancara J., Hanžlová R., Gaždová R., Novotný O. (2009): Zemětřesení u Horní Plané a jejich význam pro seismickou bezpečnost JE Temelín. ÚSMH AV ČR a ÚFZ PřF MU Brno.
- Nehybka V., Hanžlová R., Otruba J., Švancara J., Vlach R. (2006): New Local Seismological Network in Southern Bohemia. Acta Geodynamica et Geomaterialia, Vol. 3, No. 4, pp. 87-101, Praha.
- Scherbaum F., Stoll D. (1983): Source parameters and scaling laws of the 1978 Swabian Jura (Southwestern Germany) aftershocks. Bull.Seismol.Soc.Am. 73, pp. 1321 – 1343. Šimůnek P. et al (1994): Lokalita výstavby JE Temelín. Energoprůzkum Praha.
- Špaček P., Prachař I., Valenta J., Štěpančíková P., Švancara J., Piskač J., Pazdírková J., Hanžlová J., Havíř J., Málek J. (2010): Paleoseismologické vyhodnocení průzkumu zlomových struktur v okolí JE Temelín. ÚFZ PřF MU Brno, Energoprůzkum Praha, s.r.o. a ÚSMH AV ČR.
- Vrána S., Štědrá V. (1997): Geological model of western Bohemia related to the KTB borehole in Germany. Journal of Geological Science, Czech Geological Survey. Prague.

Anlage 1.5

Ergänzende Angaben zur Beachtung neuer Anforderungen an Kernkraftsicherheit

BEACHTUNG EVENTUELLER NEUER ANFORDERUNGEN AN KERNKRAFTSICHERHEIT

Der Sinn der genannten Forderung besteht in einer eventuellen Änderungen der Vorschriften auf der Ebene der Tschechischen Republik sowie auf internationaler Ebene (z. B. der sich aus „Stress Tests“ ergebenden Vorschriften), aber auch aus der Sicht möglicher neuer Erkenntnisse aufgrund der Vorfälle im KKW Fukushima.

Anknüpfend an die EIA-Dokumentation

B.I.6. Beschreibung der technischen und technologischen Lösung des Vorhabens S. 109

B.I.6.1.4. Angaben zu Sicherheitsmaßnahmen S. 114

Inhalt

1. Lizenzbasis
2. Herangehensweise an die Anforderungen an Kernkraftsicherheit während des Lebenszyklus des Projekts
 - 2.1 Vorgabe der Anforderungen – Nachfrage
 - 2.2 Änderungen der Anforderungen im Verlauf des Lebenszyklus des Projekts einschließlich der Belehrung aus dem Vorfall im KKW Fukushima
3. Stress Tests
4. Zusammenfassung

1. Lizenzbasis

Die Lizenzbasis des Projekts ETE 3,4 ist die Zusammenfassung der vom Kraftwerk zu erfüllenden Anforderungen, um schrittweise alle notwendigen Genehmigungen (Lizenzen) zu erhalten.

Die Anforderungen der Lizenzbasis sind in der Tschechischen Republik vorrangig in den Gesetzen enthalten, konkret im Fall der Kernkraftsicherheit und des Strahlenschutzes im Atomgesetz 18/1997 GBl. und in anschließenden Verordnungen der Staatlichen Behörde für Atomsicherheit.

Des Weiteren wurde die Lizenzbasis durch die Staatliche Behörde für Atomsicherheit (u. a. wegen internationaler Vertretbarkeit und Vergleichbarkeit des Projekts ETE 3,4) um Anforderungen aus internationalen Dokumenten erweitert, die als international anerkannte Praxis verstanden werden können. Es handelt sich um:

1/ IAEA Safety Fundamentals

2/ IAEA Safety Requirements

siehe: <http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/status.pdf>

3/ WENRA Reactor Safety Reference Levels

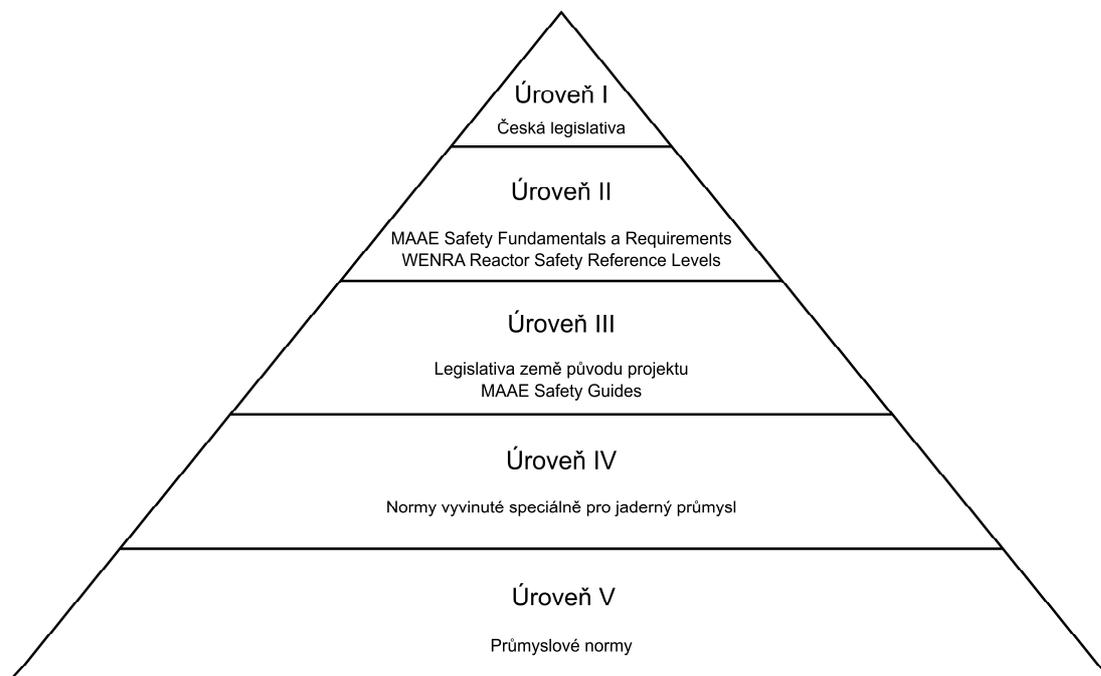
4/ WENRA Safety Objectives for New Power Reactors

siehe:

http://www.wenra.org/dynamaster/file_archive/101112/2b2222163f90f88a272b3112b35b83ce/WENRA_StatementOnSafetyObjectivesForNewNuclearPowerPlants_Nov2010.pdf

Die Lizenzbasis setzt sich immer aus aktuell gültigen Anforderungen zusammen, d. h. die muss auch eventuelle Neufassungen der Gesetze und Aktualisierungen der internationalen Dokumente berücksichtigen. Dieses Prinzip ist unerlässlich, weil die entsprechende Novellierung in der Tschechischen Republik und die Aktualisierungen insbesondere von IAEA Safety Fundamentals und IAEA Safety Requirements in Bearbeitung sind. Dieses Prinzip wird auch derzeit im Rahmen des Projekts ETE 3,4 angewandt, es wird auch mit den in Bearbeitung befindlichen Entwürfen für Verordnungen der Staatlichen Behörde für Atomsicherheit und den in Bearbeitung befindlichen IAEA Safety Requirements, die in Form von Draft-Dokumenten veröffentlicht werden.

Die Lizenzbasis des Projekts ETE 3,4 besteht also insbesondere aus der Ebene I und der Ebene II der Anforderungshierarchie, siehe Abb. 1 „Hierarchie der Anforderungen an das Projekt ETE 3,4“



Úroveň I Česká legislativa	Niveau I Tschechische Gesetzgebung
Úroveň II MAAE Safety Fundamental a Requirements WENRA Reactor Safety Reference Levels	Niveau II MAAE Safety Fundamental a Requirements WENRA Reactor Safety Reference Levels
Úroveň III Legislativa země původu projektu MAAE Safety Guides	Niveau III Gesetzgebung des Ursprungslands des Projekts MAAE Safety Guides
Úroveň IV Normy vyvinuté speciálně pro jaderný průmysl	Niveau IV Spezielle Normen für die Kernindustrie
Úroveň V Průmyslové normy	Niveau V Industrienormen

Abb. 1 Hierarchie der Anforderungen an das Projekt ETE 3,4

Die IAEA-Sicherheitsstandards werden in 3 Dokumentenkategorien veröffentlicht, siehe Abb. 2 „Hierarchie der Sicherheitsstandards der IAEA“.

Es handelt sich um folgende Kategorien:

Safety Fundamentals

Safety Fundamentals SF-1 präsentieren die grundlegenden Sicherheitsziele und Prinzipien des Schutzes und der Sicherheit und bilden die Grundlage für die Sicherheitsanforderungen.

Safety Requirements

Das abgeschlossene und konsistente Regelwerk „Safety Requirements – Sicherheitsanforderungen“ legt Anforderungen fest, die erfüllt werden müssen, damit Personen- und Umweltschutz in der Gegenwart und in der Zukunft gewährleistet sind. Die Anforderungen sind in der Form „muss“ festgelegt.

Safety Guides

„Safety Guides – Sicherheitsanleitungen“ bieten Empfehlungen und eine Anleitung, wie die Sicherheitsanforderungen erfüllt werden können. Die Sicherheitsanleitungen stellen eine internationale gute Praxis dar. Die Empfehlungen sind in der Form „soll“ festgelegt.

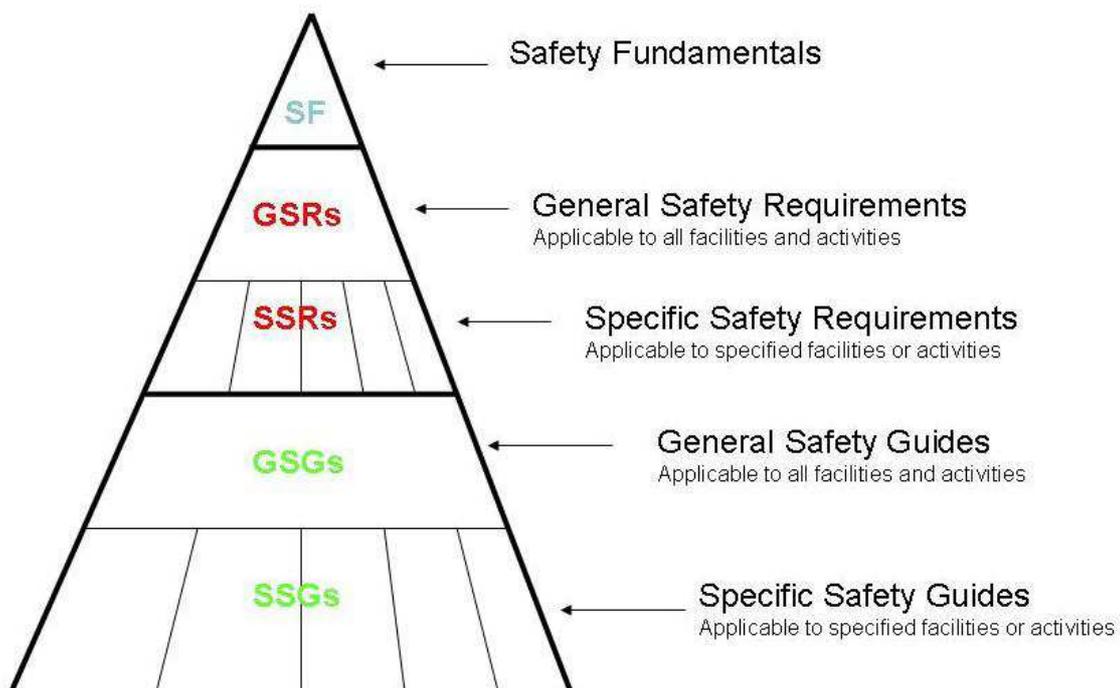


Abb. 2 Hierarchie der Sicherheitsstandards der IAEA

2. Herangehensweise an die Anforderungen an Kernkraftsicherheit während des Lebenszyklus des Projekts ETE 3,4

Das Projekt ETE 3,4 wird 5 Hauptabschnitte seines Lebenszyklus passieren:

- Abschnitt Lokalisierung

- Abschnitt Bau
- Abschnitt Inbetriebnahme (Hochfahren und Probebetrieb)
- Abschnitt Betrieb
- Abschnitt Stilllegung

Für den Abschnitt Lokalisierung ist die Vorgabe der Anforderungen an die Kernkraftsicherheit typisch.

Im Rahmen des Abschnitts Bau erfolgt die gründliche Begutachtung, ob die Anforderungen durch das konkrete Design des Kraftwerks erfüllt werden.

Der Abschnitt Inbetriebnahme ist mit der schrittweisen Überprüfung der Ist-Parameter des Kraftwerks gegenüber dem Design und damit auch gegenüber den Anforderungen typisch.

Der Abschnitt Betrieb folgt nach der erfolgreichen Erfüllung aller Anforderungen in der vorherigen Abschnitten.

Der Abschnitt Stilllegung bedeutet die Beendigung des Lebenszyklus des Kraftwerks.

Das Projekt ETE 3,4 befindet sich derzeit im Abschnitt Lokalisierung; der Abschnitt wird mit der Wahl des Auftragnehmers und dem Erlass einer Genehmigung zur Lokalisierung von der Staatlichen Behörde für Atomsicherheit abgeschlossen, d. h. gemäß dem aktuellen Zeitplan Ende 2013.

2.1 Vorgabe der Anforderungen – Nachfrage

Die Ausschreibungsunterlagen für ETE 3,4 gehen von dem Dokument EUR aus (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants).

Das Dokument EUR legt die Anforderungen an neu gebaute Blöcke fest, also an Kernreaktoren der neuesten Generation, sog. GIII.

Die GIII-Reaktoren sind das Ergebnis der Evolution, die durch das Bestreben, die Kennzeichen der Betriebszuverlässigkeit der Reaktoren GII zu erhöhen, angeregt wurde. Gleichzeitig spiegelt sich im Design der Reaktoren GIII der Bedarf, auch die Sicherheitscharakteristiken zu verbessern.

Allgemein kann der Satz der Verbesserungen und Charakteristiken der Reaktoren GIII folgendermaßen beschrieben werden:

- (1) Sie weisen eine geringere Häufigkeit an anzunehmenden und auslegungsüberschreitenden Unfällen einschließlich schwerer Unfälle auf; die Frequenz der Beschädigung der aktiven Zone ist um eine Größenordnung niedriger als bei den derzeit betriebenen KKW
- (2) Sie weisen eine geringere Häufigkeit an großen Austritten von Radioaktivität in die Umgebung des KKW's auf
- (3) Sie meistern schwere Unfälle einschließlich des Auffangens und der Kühlung der eventuell entstandenen Schmelze
- (4) Sie meistern Station Blackout (Verlust aller Stromversorgungsquellen)

- (5) Sie nutzen Passivelemente für die Sicherheitssysteme (es werden physikalische Prinzipien für ihre Funktion genutzt, sie sind weniger von der Stromversorgung abhängig...)
- (6) Sie weisen eine höhere Redundanz der Sicherheitssysteme auf
- (7) Sie meistern schwerwiegendere externe Vorfälle (z. B. Flugzeugabsturz, Erdbeben)
- (8) Sie weisen ein höheres Brandschutzniveau auf
- (9) Sie weisen höhere Verfügbarkeit, Wirksamkeit und bessere Wirtschaftlichkeit des Betriebs auf

Die Anforderungen der Ausschreibungsunterlagen für ETE 3,4 entsprechen u. a. auch dem Dokument der Kommission der Europäischen Gemeinschaften – Hinweisendes Nuklearprogramm (KOM(2007) 565), konkret dessen Aktualisierung im Rahmen der zweiten Überprüfung der Energiestrategie – KOM(2008) 776, wo steht:

„nur Auslegungskonzepte, die der Generation III entsprechen, sollten in der EU für künftige Neukonstruktionen in Betracht gezogen werden...“

Man kann sagen, dass die Anforderungen an das Projekt ETE 3,4 höher gestellt sind, als der Sicherheitsstandard der derzeit betriebenen KKW's der vorhergehenden Generationen ist. Trotzdem erfolgte eine Überprüfung der aktuellen Anforderungen der Ausschreibungsunterlagen für ETE 3,4 hinsichtlich des derzeitigen Kenntnisstands und des Verständnisses der Ursachen des Unfalls im KKW Fukushima. Das Ergebnis der Überprüfung ist positiv, die Forderungen sind richtig gestellt, gegebenenfalls wurden geringe Textänderungen vorgenommen.

Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass nach einer tiefgehenden Analyse des Unfalls im KKW Fukushima neue Aspekte und somit auch neue Anforderungen an die Sicherheit aufscheinen, siehe folgendes Kapitel.

2.2 Änderungen der Anforderungen im Verlauf des Lebenszyklus des Projektes einschließlich der Belehrung aus dem Vorfall im KKW Fukushima

In der derzeitigen Version der Nachfrage und im vorbereiteten Entwurf des zukünftigen Vertrags sind Mechanismen verankert, die eine Aufnahme eventueller neuer Anforderungen an die Kernkraftsicherheit in das Design des Kraftwerks in beliebiger Phase der Lebenszyklus des Projekts ermöglichen.

Eine maßgebliche, jedoch nicht letzte Möglichkeit für die Aufnahme eventueller neuer Erkenntnisse aus den Vorfällen um das KKW Fukushima wird der Abschnitt Planung und Vorbereitung der Baugenehmigung bilden, d. h. die Erstellung des vorläufigen Sicherheitsberichtes einschließlich aller Sicherheitsanalysen. Diese Arbeiten werden nach den derzeitigen Voraussetzungen in den Jahren 2014 – 2016 erfolgen. Zu der Zeit können auch fortgeschrittenere Kenntnisse über den Unfall im KKW Fukushima vorausgesetzt werden und es kann auch vorausgesetzt werden, dass auch eine eventuelle Neufassung der nationalen und internationalen Sicherheitsvorschriften erfolgt. Dadurch wird die Lizenzbasis ergänzt und der Auftragnehmer wird verpflichtet sein, unter festgelegten Geschäftsbedingungen das Design des Kraftwerks in Einklang mit der Lizenzbasis zu bringen.

Gleichzeitig kann vorausgesetzt werden, dass aufgrund der Ergebnisse der sog. Stress Tests die Methodologie der Sicherheitsberichte geändert wird, was auch die oben genannten Arbeiten widerspiegeln werden.

Ein ähnlicher Prozess wird im Verlauf des gesamten Lebenszyklus des KKW möglich sein. In den späteren Phasen, also nach Abnahme des Blocks nach dem Bau und nach dem Hochfahren durch den Auftragnehmer, wird der Betreiber eventuelle Modifikationen des Kraftwerks selber steuern. Es wird eine periodische Überprüfung der Sicherheit erfolgen und aufgrund der erfolgreichen Überprüfung gegenüber der aktuellen Lizenzbasis erhält der Inhaber der Genehmigung eine Lizenz für den folgenden Zeitraum.

3. Stress Tests

Der Europäische Rat beschloss auf seiner Tagung am 25.03.2011, in Reaktion auf die Vorfälle im japanischen Kraftwerk Fukushima, die Durchführung außerordentlicher Prüfungen europäischer Kernkraftwerke – der sog. „Stress Tests“. Das Ziel besteht darin, zu beurteilen, ob und wie die europäischen Kernkraftwerke auf die gleichen oder ähnlichen Bedrohungen wie die neuerlichen Naturkatastrophen in Japan vorbereitet sind und ob sie deren Folgen standhalten und die Kernreaktoren im sicheren Zustand halten können.

siehe:

http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/doc/20110525_eu_stress_tests_specifications.pdf

Den Stress Tests werden alle betriebenen Kraftwerke und des Weiteren in Bau befindlichen Kraftwerke mit erlassener Baugenehmigung unterzogen.

Der technische Rahmen für die Durchführung der außerordentlichen Sicherheitsprüfungen wurde durch die Europäische Gruppe der Regulierungsbehörden für nukleare Sicherheit (ENSREG) in Zusammenarbeit mit der Europäischen Kommission vorbereitet. Die Sicherheitsprüfungen gemäß dem festgelegten technischen Rahmen führen die Betreiber der jeweiligen KKW unter Aufsicht der zuständigen nationalen Regulierungsbehörden durch. Die Ergebnisse der Sicherheitsprüfungen werden nach ihrer Freigabe auf nationaler Ebene einer internationalen fachlichen Opponentur gestellt. Danach werden die Ergebnisse der Sicherheitsprüfungen und eventuelle Vorschläge von Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit an die Europäische Kommission weitergeleitet. Deren zusammenfassenden Bericht und die einzelnen nationalen Ergebnisse beurteilt dann im Finale der Europäische Rat. Eine Selbstverständlichkeit ist die Forderung nach maximaler Transparenz des gesamten Prozesses und das Informieren der Öffentlichkeit.

Die Europäische Kommission erließ am 25.05.2011 eine Erklärung über die endgültige Form der sog. „Stress Tests“ (siehe vorstehenden Link), denen alle 143 Reaktorblöcke in der EU unterzogen werden sollen. Nach langen Gesprächen zwischen der EK, der Expertengruppe ENSREG, den Regulierungsbehörden der Mitgliedsländer, ENEC und weiteren Subjekten wurde ein gewisser Kompromiss in den Gesprächen über die ursprünglichen, durch die WENRA vorgelegten Entwürfe erzielt, die politischem Druck auf Erweiterung um die Risiken von Terroranschlägen ausgestellt waren. Der EU-Kommissar für Energie, Hr. Günther Oettinger, hat bestätigt, dass die Stress Tests in der EU die Resistenz von Kernkraftanlagen vor allem gegen Naturgewalten (Erdbeben, Wasser und weitere klimatische Katastrophen)

sowie gegen menschliches Versagen und gegen Tätigkeiten, die den Verlust der Sicherheitsfunktionen oder Steuerung schwerer Unfälle beeinflussen würden (z. B. Netzstörungen, Flugzeugabstürze, Brände), betroffen werden.

Die Stress Tests werden in diesem Abschnitt keine Bewertung der Risiken von Terroranschlägen und der Aspekte des physischen Schutzes umfassen. Diese werden separat und auf einer anderen Ebene behandelt.

Der ganze Prozess dieser Tests hat drei Abschnitte: im ersten führen die Inhaber der Lizenz Betriebsprüfungen durch, erstellen einen Bericht und legen diesen den nationalen Regulierungsbehörden vor (in Tschechien ist es die SÚJB). Diese begutachten die Teilberichte und erstellen einen nationalen Bericht für jedes Mitgliedsland. Danach folgt der Abschnitt des internationalen Peer-Reviews, in dem diese Berichte der internationalen Begutachtung unterzogen werden. Schließlich wird ein Gesamtbericht für die EU erstellt, der veröffentlicht wird (ca. Mitte 2012). Die EK will die umliegenden Länder (Russland, Ukraine, Armenien, die Schweiz, die Türkei und Litauen) einladen, damit sie an diesen Begutachtungen teilnehmen.

Bei der ČEZ, a.s. trifft sich schon seit April die sog. Kommission zum Ergreifen von Maßnahmen, die alle Aktivitäten koordiniert, die die Durchführung dieser Tests bei der ČEZ, a.s. betreffen. Zur Durchführung dieser Tests wurde eine Anordnung des Direktors der Sparte Produktion erlassen.

Die gezielte Begutachtung der Sicherheit und die Bewertung der Sicherheitsreserven in ETE 1,2 und im KKW Dukovany wird sich auf die folgenden Bereiche richten:

- 1) extreme Bedingungen am Standort (Erdbeben, Hochwasser...),
- 2) Verlust der Sicherheitsfunktionen (Wechselstromversorgung, Möglichkeit der Wärmeableitung...),
- 3) organisatorische und technische Vorbereitung auf die Steuerung außerordentlicher Zustände.

Bis 31.10.2011 muss die ČEZ, a.s. der SÚJB für die einzelnen Standorte einen bewertenden Bericht vorlegen, mit Identifizierung der eventuell vorgefundenen verbesserungswürdigen Bereiche und der voraussichtlichen Schritte zur Erhöhung der Sicherheit. Weiteres Vorgehen ist vorstehend beschrieben.

Für das Projekt ETE 3,4 werden die Ergebnisse der Stress Tests im Abschnitt vor Vertragsabschluss mit dem Auftragnehmer berücksichtigt werden können.

4. Zusammenfassung

Die Lizenzbasis von ETE 3,4 wird mit Rücksicht auf die Entwicklung der tschechischen Gesetzeslage im Bereich der Kernkraftsicherheit und des Strahlenschutzes sowie der internationalen Sicherheitsnormen ständig aktualisiert.

Die Anforderungen an das Projekt ETE 3,4 sind höher gestellt, als der Sicherheitsstandard der derzeit betriebenen KKWs ist. Trotzdem erfolgte eine Überprüfung der aktuellen Anforderungen der Ausschreibungsunterlagen für ETE 3,4 hinsichtlich des derzeitigen Kenntnisstands und des Verständnisses der Ursachen des Unfalls im KKW Fukushima. Das Ergebnis der Überprüfung ist positiv, die Anforderungen sind richtig gestellt. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass nach einer tiefgehenden Analyse des Unfalls im KKW Fukushima neue Aspekte und somit auch neue Anforderungen an die Sicherheit auftauchen, die in die Lizenzbasis eingehen.

In der derzeitigen Version der Nachfrage und im vorbereiteten Entwurf des zukünftigen Vertrags sind Mechanismen verankert, die eine Aufnahme eventueller neuer Anforderungen an die Kernkraftsicherheit in das Design des Kraftwerks in beliebiger Phase der Lebenszyklus des Projekts ermöglichen.

Die Ergebnisse der Stress Tests, also eventuelle für den Standort Temelín als Ganzes anwendbare Maßnahmen, werden für das Projekt ETE 3,4 vor dem Vertragsabschluss mit dem Auftragnehmer berücksichtigt werden können.

Eine maßgebliche, jedoch nicht letzte Möglichkeit für die Aufnahme eventueller neuer Erkenntnisse aus den Vorfällen um das KKW Fukushima wird der Abschnitt Planung und Vorbereitung der Genehmigung für den Bau von ETE 3,4 bilden. Zu der Zeit kann vorausgesetzt werden, dass auch eine eventuelle Neufassung der nationalen und internationalen Sicherheitsvorschriften erfolgt. Dadurch wird die Lizenzbasis ergänzt und der Auftragnehmer wird verpflichtet sein, unter festgelegten Geschäftsbedingungen das Design des Kraftwerks in Einklang mit der Lizenzbasis zu bringen.

Ein ähnlicher Prozess wird im Verlauf des gesamten Lebenszyklus des KKW möglich sein. In den späteren Phasen wird der Betreiber von ETE 3,4 eventuelle Modifikationen selber steuern.

Verwendete Abkürzungen:

IAEA	International Atomic Energy Agency
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
ENEF	European Nuclear Energy Forum
WENRA	Western European Nuclear Regulators' Association
ENISS	European Nuclear Installations Safety Standards (v rámci FORATOM)
SÚJB	Staatliche Behörde für Atomsicherheit

Anlage 2

Belege

MINISTERIUM FÜR UMWELT

100 10 PRAHA 10 – VRŠOVICE, Vršovická 65

ČEZ, a.s.
Ing. Petr Závodský
útvár výstavby JE
Duhová 2/1444
140 53 Praha 4

Ihr Schreiben Zn.:

Unser Zeichen:
45952/ENV/11

Sachbearbeiter:
Mg. Doležal / I. 2733

PRAG:
08.06.2011

Prüfung des Vorhabens „Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín, einschließlich der Leistungsabführung in die Schaltanlage Kočín“ auf Umweltverträglichkeit – *Gewährung weiterer, zur Erstellung des Gutachtens über die Umweltverträglichkeit des Vorhabens erforderlicher Angaben*

Am 31.05.2010 erhielt das Ministerium für Umwelt (nachstehend kurz „UM“) die Dokumentation der Prüfung des Vorhabens auf Umweltverträglichkeit (nachstehend kurz „Dokumentation“) gemäß dem Gesetz Nr. 100/2001 GBl., über Beurteilung der Umweltverträglichkeit und Änderung bestimmter zusammenhängender Gesetze (Gesetz über Beurteilung der Umweltverträglichkeit), in der Fassung nachfolgender Vorschriften (nachstehend kurz „Gesetz“). Die Dokumentation wurde am 29.06.2010 zur Veröffentlichung und Stellungnahme an die betroffenen Gebietskörperschaften, die betroffenen Verwaltungsbehörden und die betroffenen Staaten, die die Teilnahme an der internationalen Begutachtung im Verlauf des Feststellungsverfahrens beantragt haben (Republik Österreich, Bundesrepublik Deutschland), verschickt.

Mit der Erstellung des Gutachtens über die Umweltverträglichkeit des Vorhabens (nachstehend kurz „Gutachten“) wurde am 20.08.2010 Dr. rer. nat. Tomáš Bajer, CSc. beauftragt. Interesse an der Teilnahme an der internationalen Begutachtung äußerten bis Jahresende 2010 auch die Slowakische Republik und die Republik Polen. Die letzte Stellungnahme zur Dokumentation (Stellungnahme der Republik Polen) wurde dem Ersteller des Gutachtens am 04.04.2011 zugestellt.

Interesse an internationalen Konsultationen im Sinne des Art. 5 der Konvention über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen (Espoo-Konvention) äußerten die Republik Österreich und Bundesrepublik Deutschland – Freistaat Bayern. An den Tagen 31.01.2011 und 09.05.2011 fanden Konsultationen mit der Republik Österreich statt. Am 03.06.2011 fand eine Konsultation mit Bundesrepublik Deutschland – Freistaat Bayern statt.

Aufgrund der erhaltenen Stellungnahmen zur Dokumentation und der stattgefundenen Konsultationen mit der Republik Österreich und Bundesrepublik Deutschland – Freistaat Bayern, ersuchte der Ersteller des Gutachtens mit einem Schreiben vom 06.06.2011 im Sinne des § 9 Abs. 6 des Gesetzes eine Ergänzung der für die Erstellung des Gutachtens notwendigen Unterlagen und Angaben.

Die Unterlagen sind durch folgende Aspekte zu ergänzen:

1) Analyse von anzunehmenden Unfällen und schweren Unfällen

Ergänzende Informationen zum Vorgehen bei der Durchführung und zu den Ergebnissen der Berechnungsauswertung von Strahlungsfolgen bei in der Dokumentation aufgeführten anzunehmenden Unfällen und schweren Unfällen.

Güte- und Mengenauswertung der Bedeutung und der Gewichtung der jeweiligen konservativen, in den Berechnungen angewandten Voraussetzungen.

2) Sicherung des Kernkraftwerks Temelín (JETE) mit dem Flusswasser der Moldau bei extremen Witterungsbedingungen

Es handelt sich um den Fall niedriger jährlicher Niederschlagssummen (65 % des Jahresdurchschnitts) oder langfristiger Trockenheit, wenn die Durchflussmengen in der Moldau den Mindeststand erreichen.

Folgen für sonstige regulierte Profile in dem Fall, dass unter solchen extremen Bedingungen die Entnahme für JETE sichergestellt wird.

3 Sicherung von Ersatzspannungsquellen für die neuen Kernkraftanlagen des JETE

Das Verfahren zur Sicherstellung von Ersatzenergiequellen beim Ausfall der Primärquelle ist detaillierter nachzuweisen.

4 Seismizität

Seismische Lage in der Lokalität des JETE unter Nutzung der Ergebnisse der Seismizitätsüberwachung und weiterer Untersuchungen mit Rücksicht auf die geforderte Stufe der Absicherung des JETE.

5 Beachtung eventueller neuer Anforderungen an Kernkraftsicherheit

Der Sinn der genannten Forderung besteht in eventuellen Änderungen der Vorschriften auf der Ebene Tschechische Republik sowie auf internationaler Ebene (z. B. sich aus "Stress Tests" ergebenden Vorschriften), aber auch aus Sicht möglicher neuer Erkenntnissen aufgrund der Vorfälle im KKW Fukushima.

6 Sich aus internationalen Tagungen ergebende Angaben

Es handelt sich um weitere Unterlagen und Angaben, die sich aus den Fragen und Themen ergeben, die bei internationalen Konsultationen mit der Republik Österreich und der Bundesrepublik Deutschland – dem Freistaat Bayern (einschließlich der Unterlagen für die vorgestellten Präsentationen) diskutiert wurden, sodass sie im Sinne der Gesprächsergebnisse in dem Gutachten berücksichtigt werden können.

Die genannten angeforderten, ergänzenden Unterlagen werden an das UM gesandt, welches sie postwendend an den Ersteller des Gutachtens als Unterlagen zur Erstellung weiterleitet, und anschließend werden sie zusammen mit dem Gutachten als eine der Unterlagen im Rahmen der Bereinigung der erhaltenen Anmerkungen zum begutachteten Vorhaben veröffentlicht.

Ing. Jaroslava HONOVÁ, eigh.
Leiterin des Referats
Begutachtung der Umweltverträglichkeit
und der integrierten Prävention

Zur Kenntnisnahme

ECO-ENVI-CONSULT, Dr. rer. nat. Tomáš Bajer, CSc., Šafaříkova 436, 533 51 Pardubice

GUTACHTEN

zu den Unterlagen über die Umweltverträglichkeitsprüfung
gemäß Gesetz Nr. 100/2001 GBl. in der gültigen Fassung

Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschl. Ableitung der Generatorleistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín

ANLAGE 2b

**Technischer Bericht, Textteil, Unterlagen zur Erstellung der
Streuungsstudie zum Einfluss der Technologie während des Baus
und des Betriebs der NKKA (nachstehend neue Kernkraftanlage)**



ÚJV Řež a.s. – Sparte ENERGOPROJEKT PRAHA
Husinec-Řež, Haus Nr. 130, PLZ 250 68

Leitendes Referat
505

Erstellendes Referat
505

Aktenvernichtungszeit
V15

*Bau –
Vorhaben*

**Kernkraftwerk Temelín
Neue Kernkraftanlage**

Objekt – Betriebseinheit

Laufende Nummer
001

Bezeichnung des Auftrags

NKKA am Standort ETE

Sicherheitsstufe

Name der Dokumentation

**Unterlagen zur Erstellung des Ausbreitungsmodells für die
Folgen der Technologie während des Baus und des Betriebs
der NKKA**

*Nummer des
Ausdrucks:*

TECHNISCHER BERICHT

Verfasser

Kollektiv

Leiter des erstellenden Referats

Ing. Bauer

Datum

04/2009

Blatt insgesamt

12+8

Geprüft

Ing. Řibřid

Leitender Ingenieur des Projekts

Ing. Řibřid

Datei

Technologie-emise.doc

Kollektiv:
Ing. Vlček
Ing. Řibřid
Ing. Neuman
Ing. Krivda
Ing. Staníček
Ing. Tlapová

Auftragsnummer

29-4949-04-009

Archivnummer

EGP 5050-F-090240

Index

Seite

1/12

INHALT:

1 EINLEITUNG	3
2 OBJEKTZUSAMMENSETZUNG DER NKKA.....	3
2.1 Alternative ASE 92 (ASE).....	4
2.2 Alternative ASE 2006 (ASE).....	5
2.3 Alternative AP 1000 (WEC).....	6
2.4 Alternative EPR 1600 (AREVA).....	7
2.5 Alternative AP 1700 (MHI).....	8
3 QUELLEN DER LUFTVERSCHMUTZUNG AUS TECHNOLOGISCHEN ANLAGEN WÄHREND DES BAUS.....	9
3.1 Verschmutzungsquellen	9
3.2 Emissionen.....	9
4 QUELLEN DER LUFTVERSCHMUTZUNG AUS TECHNOLOGISCHEN ANLAGEN WÄHREND DES BETRIEBS.....	10
4.1 Verschmutzungsquellen	10
4.1.1 Alternative ASE 92 bzw. AES 2006 (ASE)	10
4.1.2 Alternative AP 1000 (WEC).....	10
4.1.3 Alternative EPR 1600 (AREVA)	10
4.1.4 Alternative AP 1700 (MHI)	11
4.2 Emissionen.....	11
5 GRÖÖE DER OBJEKTE IN DER NKKA UND GELÄNDEHÖHEN	11
6 SCHLUSS.....	11
7 UNTERLAGEN	11
8 ABKÜRZUNGEN.....	11
9 ANLAGEN	12

1 Einleitung

Die Gesellschaft ČEZ a.s. legte in 07/2008 beim Umweltministerium die Bekanntgabe des Vorhabens „Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín, einschliesslich der Leistungsabführung in die Schaltanlage Kočín“ vor.

Am 06.08.2008 eröffnete das Umweltministerium das Feststellungsverfahren zum in Kategorie I eingeordneten Vorhaben. Dieses Feststellungsverfahren schloss das UM am 03.02.2009 ab, als durch das UM der „Schluss des Feststellungsverfahrens“ veröffentlicht wurde.

An diesem Tag wurden gleichzeitig die Arbeiten an der UVP-Dokumentation im Sinne des Gesetzes 100/2001 GBl., in gültiger Fassung, sowie an einer Reihe von begleitenden Fachstudien in Angriff genommen, deren Schlüsse zur Erstellung der eigentlichen UVP-Dokumentation dienen werden.

Einen festen Bestandteil dieser Studien bildet auch die Erstellung der Einwirkungen technologischer Anlagen während des Baus und des Betriebs der NKKA auf die Luft. Den Bereich Folgen für die Luft bearbeitet die Firma ČHMÚ.

Den Gegenstand der durch uns vorgelegten Dokumentation bildete die Erstellung der Unterlagen zur Auswertung der Emissionslage der NKKA, und zwar für:

- Phase des Baus
- Phase des Betriebs

2 Objektzusammensetzung der NKKA

Die neue Kernkraftanlage wird im Rahmen der UVP unter bestimmten Aspekten in 4 Blockalternativen und unter bestimmten Aspekten in 5 Blockalternativen bewertet, was auch Folgen auf die Lösung der sonstigen mit dem Block (den Blöcken) zusammenhängenden Objekte sowohl im Primär- als auch Sekundärbereich der neuen Kernkraftanlage hat. Aus diesem Grund führen wir nachstehend die maßgebliche Objektzusammensetzung der NKKA für die einzelnen Alternativen an. Im Kap. 4 sind dann aus der Objektzusammensetzung die dominanten Quellen der Luftverschmutzung ausgewählt.

2.1 Alternative ASE 92 (ASE)

Liste der Hauptobjekte der NKKA Alt. ASE 92		
Lage im Situationsplan	Englische Bezeichnung	Tschechische Bezeichnung
		Reaktorgebäude
		Hilfsbetriebsgebäude
		Transportgebäude
		Nicht belegt
		Kamin
		Dieselelgeneratorstation für den nuklearen Bereich
		Nicht belegt
		Maschinenraum
		Schaltanlage
		Wärmetauscherstation
		Kühlwasserpumpstation
		Ventilatorkühltürme für wichtiges Prozesswasser
		Pumpstationen für wichtiges Prozesswasser
		Kühltürme
		Trafos und Leistungsabführung
		Vorratsbehälter für Demi-Wasser
		Nicht belegt
		Chemische Wasseraufbereitungsanlage
		Nicht belegt
		Kompressorenstation und Kältestation
		Kühltürme und Pumpstationen für unwichtiges Prozesswasser
		Betriebsgebäude mit Zivilschutzbunker
		Werkstätten mit Zivilschutzbunker
		Dieselelgeneratorstation
		Lager für abgebrannten Kernbrennstoff
		Rohrbrücke
		Kraftstoffbehälter für Dieselelgeneratoren
		Nicht belegt
		Nicht belegt
		Pumpstation für Löschwasser
		Technisches Unterstützungszentrum mit Zivilschutzbunker
		Lager für frischen Brennstoff

2.2 Alternative ASE 2006 (ASE)

Liste der Hauptobjekte der NKKA Alt. AES 2006		
Lage im Situationsplan	Englische Bezeichnung	Tschechische Bezeichnung
		Reaktorgebäude
		Hilfsbetriebsgebäude
		Brennstoffgebäude
		Steuerungsgebäude
		Dampf- und Stromversorgungsgebäude
		Dieselgeneratorstation für den nuklearen Bereich
		Gebäude der Sicherheitssysteme
		Maschinenraum
		Schaltanlage
		Wärmetauscherstation
		Kühlwasserpumpstation
		Kühltürme und Pumpstation für wichtiges Prozesswasser
		Pumpstation für wichtiges Prozesswasser
		Kühltürme
		Trafos und Leistungsabführung
		Kamin
		Steuerungsgebäude – Reserve
		Gebäude der Nuklearbetriebe – chemische Wasseraufbereitungsanlage
		Eingangsgebäude für sperrige Lasten
		Kompressorenstation und Kältestation
		Kühltürme und Pumpstationen für unwichtiges Prozesswasser
		Betriebsgebäude mit Zivilschutzbunker
		Werkstätten mit Zivilschutzbunker
		Dieselgeneratorstation
		Lager für abgebrannten Kernbrennstoff
		Rohrbrücke
		Kraftstoffbehälter für Dieselgeneratoren
		Nicht belegt
		Nicht belegt
		Pumpstation für Löschwasser
		Nicht belegt
		Nicht belegt

2.3 Alternative AP 1000 (WEC)

Liste der Hauptobjekte der NKKA Alt. AP1000		
Lage im Situationsplan	Englische Bezeichnung	Tschechische Bezeichnung
		Reaktorgebäude
		Hilfsbetriebsgebäude
		Nicht belegt
		Hilfskühlwasserbehälter für Containment
		Gebäude für Atomabfallbehandlung
		Dieselgeneratorstation für den nuklearen Bereich
		Anbau
		Maschinenraum
		Schaltanlage
		Wärmetauscherstation
		Kühlwasserpumpstation
		Kühltürme und Pumpstation für Prozesswasser
		Nicht belegt
		Kühlturm
		Leistungsabführung
		Vorratsbehälter für Demi-Wasser
		Borsäurebehälter
		Chemische Wasseraufbereitungsanlage
		Nicht belegt
		Kompressorenstation und Kältestation
		Kühltürme und Pumpstationen für unwichtiges Prozesswasser
		Betriebsgebäude mit Zivilschutzbunker
		Werkstätten mit Zivilschutzbunker
		Dieselgeneratorstation
		Lager für abgebrannten Kernbrennstoff
		Rohrbrücke
		Kraftstoffbehälter für Dieselgeneratoren
		Fundament eines Schwerlastkrans
		Rückhaltebecken für Abwasser
		Pumpstation für Löschwasser
		Nicht belegt
		Nicht belegt

2.4 Alternative EPR 1600 (AREVA)

Liste der Hauptobjekte der NKKA Alt. EPR 1600		
Lage im Situationsplan	Englische Bezeichnung	Tschechische Bezeichnung
		Reaktorgebäude
		Hilfsbetriebsgebäude
		Brennstoffgebäude
		Eingangsgebäude
		Gebäude für Atomabfallbehandlung
		Dieselelgeneratorstation für den nuklearen Bereich
		Gebäude der Sicherheitssysteme
		Maschinenraum
		Schaltanlage
		Kamin
		Kühlwasserpumpstation
		Kühltürme und Pumpstationen für wichtiges Prozesswasser 1-4 System
		Kühltürme und Pumpstationen für wichtiges Prozesswasser 5 und 8 System
		Kühltürme
		Leistungsabführung
		Vorratsbehälter für Demi-Wasser
		Nicht belegt
		Chemische Wasseraufbereitungsanlage
		Zentrale Gasversorgung
		Kompressorenstation und Kältestation
		Kühltürme und Pumpstationen für unwichtiges Prozesswasser
		Betriebsgebäude
		Werkstätten
		Dieselelgeneratorstation
		Lager für abgebrannten Kernbrennstoff
		Rohrbrücke
		Kraftstoffbehälter für Dieselelgeneratoren
		Spezialbauten (Bohrlöcher)
		Nicht belegt
		Pumpstation für Löschwasser
		Nicht belegt
		Nicht belegt

2.5 Alternative AP 1700 (MHI)

Liste der Hauptobjekte der NKKA Alt. APWR 1700		
Lage im Situationsplan	Englische Bezeichnung	Tschechische Bezeichnung
		Reaktorgebäude
		Hilfsbetriebsgebäude
		Brennstoffgebäude
		Eingangsgebäude
		Nicht belegt
		Gasgeneratorstation für den nuklearen Bereich
		Nicht belegt
		Maschinenraum
		Schaltanlage
		Nicht belegt
		Kühlwasserpumpstation
		Kühlung von wichtigem Prozesswasser
		Nicht belegt
		Kühltürme
		Leistungsabführung
		Vorratsbehälter für Demi-Wasser
		Nicht belegt
		Chemische Wasseraufbereitungsanlage
		Zentrale Gasversorgung
		Kompressorenstation und Kältestation
		Kühltürme und Pumpstationen für unwichtiges Prozesswasser
		Betriebsgebäude
		Werkstätten
		Gasgeneratorstation
		Lager für abgebrannten Kernbrennstoff
		Rohrbrücke
		Kraftstoffbehälter für Dieselgeneratoren
		Nicht belegt
		Nicht belegt
		Pumpstation für Löschwasser
		Nicht belegt
		Nicht belegt

3 Quellen der Luftverschmutzung aus technologischen Anlagen während des Baus

3.1 Verschmutzungsquellen

Zur Beheizung der Objekte der Baustelleneinrichtung ist die Errichtung einer neuen Kesselanlage für leichtes Heizöl geplant. Diese Kesselanlage wird nur als Reserve dienen. Die Betriebsdauer wird ca. 100 Stunden pro Jahr betragen, während der Abstellung beider Blöcke des bestehenden KKW, und zwar während des Winters. Die vorrangige Wärmequelle wird der Warmwasserkreis des bestehenden KKW bilden.

Die neue Hilfskesselanlage wird sich auf dem Gelände der Baustelleneinrichtung B befinden.

3.2 Emissionen

Emissionen aus der Hilfs- und Reservekesselanlage

Hilfs- und Reservekesselanlage		
Anzahl der Kessel (St.)		3
Kesselleistung	MW _{therm.}	12,5
Lage/Höhe des Kamins	/m	B/30
Anzahl der Betriebsstunden	Std./St./Jahr	100
Sofortige Emissionen/St.		
Rauchgasmenge	Nm ³ /s	4,14
Menge der trockenen Rauchgase 3 % O ₂	Nm ³ /s	3,57
CO ₂	kg/s	1,0200
CO	kg/s	0,0006
NO _x	kg/s	0,0016
Staubteile	kg/s	0,0004
Rauchgastemperatur	°C	120
Jahresemissionen/St.		
CO ₂	kg/y	367200
CO	kg/y	216
NO _x	kg/y	576
Staubteile	kg/y	144
Jahresemissionen/Kesselanlage		
CO ₂	kg/y	1101600
CO	kg/y	648
NO _x	kg/y	1728
Staubteile	kg/y	432

Diese Quelle ist von der Alternative der NKKA unabhängig.

4 Quellen der Luftverschmutzung aus technologischen Anlagen während des Betriebs

4.1 Verschmutzungsquellen

Die Quellen der Luftverschmutzung durch den Betrieb von technologischen Anlagen sind von der Alternative der NKKA abhängig. Da derzeit 4 Alternativen der NKKA erwogen werden (ASE 92 und AES 2006 betrachten wir hier als 1 Alternative), geben wir nachstehend die dominanten Quellen der Luftverschmutzung durch den Betrieb der Technologie der einzelnen Alternativen der NKKA an.

Anm.: Diese Unterlage behandelt nicht die Problematik der Freisetzung von Radionukliden in die Luft

4.1.1 Alternative ASE 92 bzw. AES 2006 (ASE)

Als Hauptquelle der Emissionen gasförmiger Stoffe und Staubteile aus dem Betrieb wurden ausgewählt:

- Dieselgeneratorstationen – Notstromversorgung der Sicherheitssysteme
4 St. pro Block, d. h. insgesamt 8 St. für 2 Blöcke
- Dieselgeneratorstationen – Notstromversorgung sonstiger Verbraucher
1 St. pro Block, d. h. insgesamt 2 St. für 2 Blöcke
- Kühltürme
2 St. Itterson-Kühltürme pro Block, d. h. insgesamt 4 St. für 2 Blöcke

4.1.2 Alternative AP 1000 (WEC)

Als Hauptquelle der Emissionen gasförmiger Stoffe und Staubteile aus dem Betrieb wurden ausgewählt:

- Dieselgeneratorstationen – Notstromversorgung sonstiger Verbraucher
2 St. pro Block, d. h. insgesamt 4 St. für 2 Blöcke
- Kühltürme
2 St. Itterson-Kühltürme pro Block, d. h. insgesamt 4 St. für 2 Blöcke

4.1.3 Alternative EPR 1600 (AREVA)

Als Hauptquelle der Emissionen gasförmiger Stoffe und Staubteile aus dem Betrieb wurden ausgewählt:

- Dieselgeneratorstationen – Notstromversorgung der Sicherheitssysteme
4 St. pro Block, d. h. insgesamt 8 St. für 2 Blöcke
- Dieselgeneratorstationen – Notstromversorgung sonstiger Verbraucher
2 St. pro Block, d. h. insgesamt 4 St. für 2 Blöcke
- Kühltürme
2 St. Itterson-Kühltürme pro Block, d. h. insgesamt 4 St. für 2 Blöcke

4.1.4 Alternative AP 1700 (MHI)

Als Hauptquelle der Emissionen gasförmiger Stoffe und Staubteile aus dem Betrieb wurden ausgewählt:

- Gasturbine – Notstromversorgung der Sicherheitssysteme
4 St. pro Block, d. h. insgesamt 8 St. für 2 Blöcke
- Gasturbine – Notstromversorgung sonstiger Verbraucher
2 St. pro Block, d. h. insgesamt 4 St. für 2 Blöcke
- Kühltürme
2 St. Itterson-Kühltürme pro Block, d. h. insgesamt 4 St. für 2 Blöcke

4.2 Emissionen

Die Emissionen aus den einzelnen technologischen Quellen während des Betriebs einschl. der Zeit bis zum Stillstand sind in Anlage 8 aufgeführt.

5 Größe der Objekte in der NKKA und Geländehöhen

Die Angaben sind in den Anlagen 3 bis 7 und in der Anlage 9 ersichtlich.

6 Schluss

In diesem Bericht, einschl. seiner Anlagen, wurden die dominanten Quellen der Luftverschmutzung durch den Betrieb der Technologien der NKKA in all ihren erwogenen Alternativen erfasst. Ebenso ist im Bericht die technologische Quelle der Luftverschmutzung während des Baus – die Reservekesselanlage – beschrieben.

Im Ausbreitungsmodell müssen die Folgen der Technologie für die Luft für jede Alternative gesondert begutachtet werden. Falls der Verfasser des Ausbreitungsmodells den Schluss fasst, dass die Folgen bestimmter Alternativen der NKKA „identisch“ sind, kann die Anzahl der Begutachtungen nach den repräsentativen Gruppen der NKKA gesenkt werden.

Im Fall der Luftverschmutzung aus der Reservekesselanlage während des Baus wird die Verschmutzung für alle Alternativen gleich sein und sie muss in die Begutachtung des kumulierenden Betriebs des Kesselraums und der Luftverschmutzung durch die Bauabschnitte (Mechanik) eingegliedert werden.

7 Unterlagen

- a) Angaben zu Lärmquellen
- b) Studie der Lösungsvarianten für das Maschinenhaus der Blöcke der NKKA am Standort ETE, ÚJV-EGP 03/2009
- c) Unterlagen von den Lieferanten aus den Marktuntersuchungen Nr. I und II und ergänzende, ab 01/2009 bis 03/2009 vorgelegte Unterlagen von den Lieferanten.

8 Abkürzungen

MŽP	Umweltministerium
NJZ	Neue Kernkraftanlage (NKKA)
CHÚV	Chemische Wasseraufbereitungsanlage
ZS	Baustelleneinrichtung
LTO	Leichte Heizöle

TVD	Wichtiges Prozesswasser
TVN	Nicht wichtiges Prozesswasser
ČHMU	Tschechisches Hydrometeorologisches Institut
TZL	Staubteile

9 Anlagen

1. Geländeplan 1:25 000
2. Orthofoto der ETE
3. Lageplan NJZ-ASE 92
4. Lageplan NJZ-AES 2006
5. Lageplan NJZ-AP 1000
6. Lageplan NJZ-EPR 1600
7. Lageplan NJZ-EPWR 1700
8. Tabellen der Emissionsquellen
9. Tabelle der neuen Objekte

Anm.: Anlagen 1 bis 7 werden nur in digitaler Form vorgelegt.

GUTACHTEN

zu den Unterlagen über die Umweltverträglichkeitsprüfung
gemäß Gesetz Nr. 100/2001 GBl. in der gültigen Fassung

Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschl. Ableitung der Generatorleistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín

ANLAGE 2c

**Beurteilung des elektrischen und magnetischen Feldes und der
induzierten Stromdichte unter Berücksichtigung der
Regierungsverordnung Nr. 1/2008 GBl.**

PROJEKTVORBEREITUNG UND BAUREALISIERUNG

**Erstellung von Unterlagenstudien für die Dokumentation EIA der neuen
Kernquelle in Temelín**

**DP 2 - BEURTEILUNG DES ELEKTRISCHEN UND
MAGNETISCHEN FELDES UND DER INDUZIERTEN
STROMDICHTEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER
REGIERUNGSVERORDNUNG NR. 1/2008 SLG.**

BAUORT: Temelín
LANDKREIS: Südböhmen
AUFTRAGGEBER: ČEZ a.s., Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4,
AUFTRAGNEHMER: ARTECH spol. s r.o., Stroupežnického 1370,
400 01 Ústí nad Labem

VERTRAGSNUMMER DES AUFTRAGGEBERS: 4100041486

AUFTRAGSNUMMER: 1013

DATUM: 07/2009

AUSFERTIGUNG:

EGU - HV Laboratory a.s.
Podnikatelská 267 190 11 Praha
9 - Běchovice

**Beurteilung der Korridorverweiterung der Leitung
400 kV und 110 kV KKWTE - der Schaltanlage
Kočín aus der Sicht der Regierungsverordnung Nr.
1/2008 Slg.**

Auftraggeber:	ARTECH spol. s r. o. Stroupežnického 1370 400 01 Ústí nad Labem
Bestellnummer:	20090503
Auftragsnummer:	EGU-HV Laboratory a.s. Podnikatelská 267 190 11 Praha 9 - Běchovice
Beurteilung erstellt von:	Dipl. Ing. Marek Brosch
Direktor EGU - HV Laboratory a.s.:	Dipl. Ing. Václav Sklenička, CSc.
Auftragsnummer des Auftragnehmers:	7831/09
Anzahl der Ausfertigungen:	5+1
Anzahl der Seiten:	12

Juni 2009

a.s.

1 Einleitung

Der geplante Aufbau der neuen Kernquelle ETE34 in der Lokalität Temelín schließt die Korridorenerweiterung der Leitung in der Schaltanlage Kočín ein. Der Zweck dieses Berichtes ist die Beurteilung der neuen und bestehenden Leitungstrassen aus der Sicht der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg.

2 Eingangsinformationen

2.1 Unterlagen

Technische Berichte

- Studie EGP Korridorenerweiterung für die Ausführung der Leistung
- Studie EGP Variantenlösung des Korridors für die Ausführung der Leistung
- Studie Elektrotrans Korridorenerweiterung für die Ausführung der Leistung

Graphische Unterlagen

- Trassen der bestehenden und neuen Leitungen 110 und 400 kV
- Bezeichnung der Flächen der neuen Schutzzonen 110 und 400 kV
- Lösung der Schaltanlage Kočín

2.2 Beurteilte Variante

Aufgrund der Studien wurde für die Korridorenerweiterung für die Ausführung der Leistung die Variante „D“ gewählt (Abb. 1). In der Variante „D“ werden vorausgesetzt:

- zwei bestehende einfache Leitungen 400 kV (Delta) für KKWTE12
- zwei neue einfache Leitungen 400 kV (Delta Abb. 2) für KKWTE34
- zwei neue doppelte Leitungen 110 kV (Janda Abb. 3,4)

2.3 Inputparameter

Leitung 400 kV

<i>Spannung:</i>	420 kV	
<i>Strom:</i>	2 500 A	
<i>Phasenleiter:</i>	3x4xAlFe 680/83	$r_o = 17,9$ mm
<i>Erdseil:</i>	1xAlFe 180/59 + 1xOPGW	$r_o = 10,2$ mm

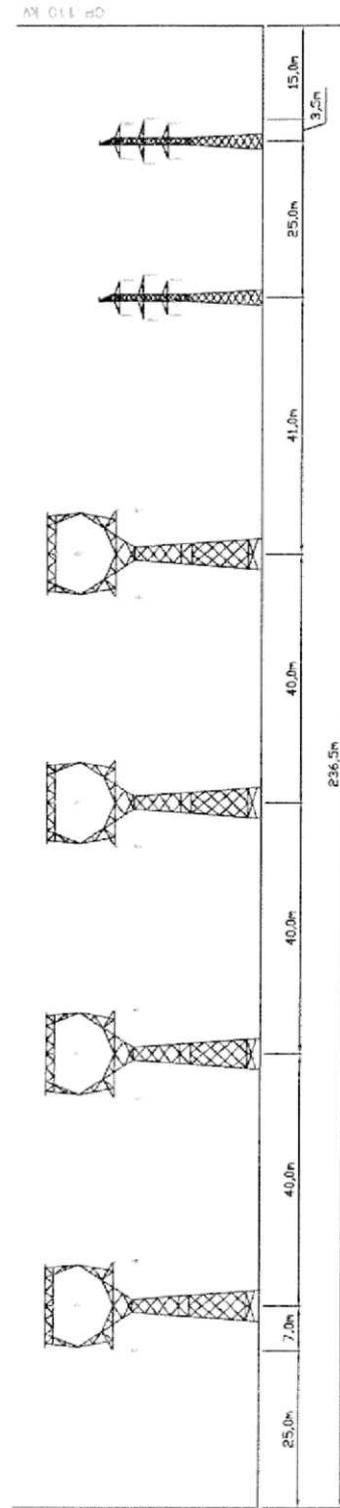
Leitung 110 kV

<i>Spannung:</i>	110 kV	
<i>Strom:</i>	800 A	
<i>Phasenleiter:</i>	3x1x679-AL1/86-ST1A	$r_o = 18$ mm
<i>Erdseil:</i>	1x183-AL1/43-ST1A	$r_o = 9,75$ mm

OBLAST B

Varianta D

- 2x stávající vedení 1x 400 kV typ "DELTA"
- 2x nové vedení 1x 400 kV typ "DELTA"
- 2x vedení 2x 110 kV typ "SOUDEK" (doplnění druhých systémů)



OBLAST C = Ø

Abbildung 1 - Variante „D“

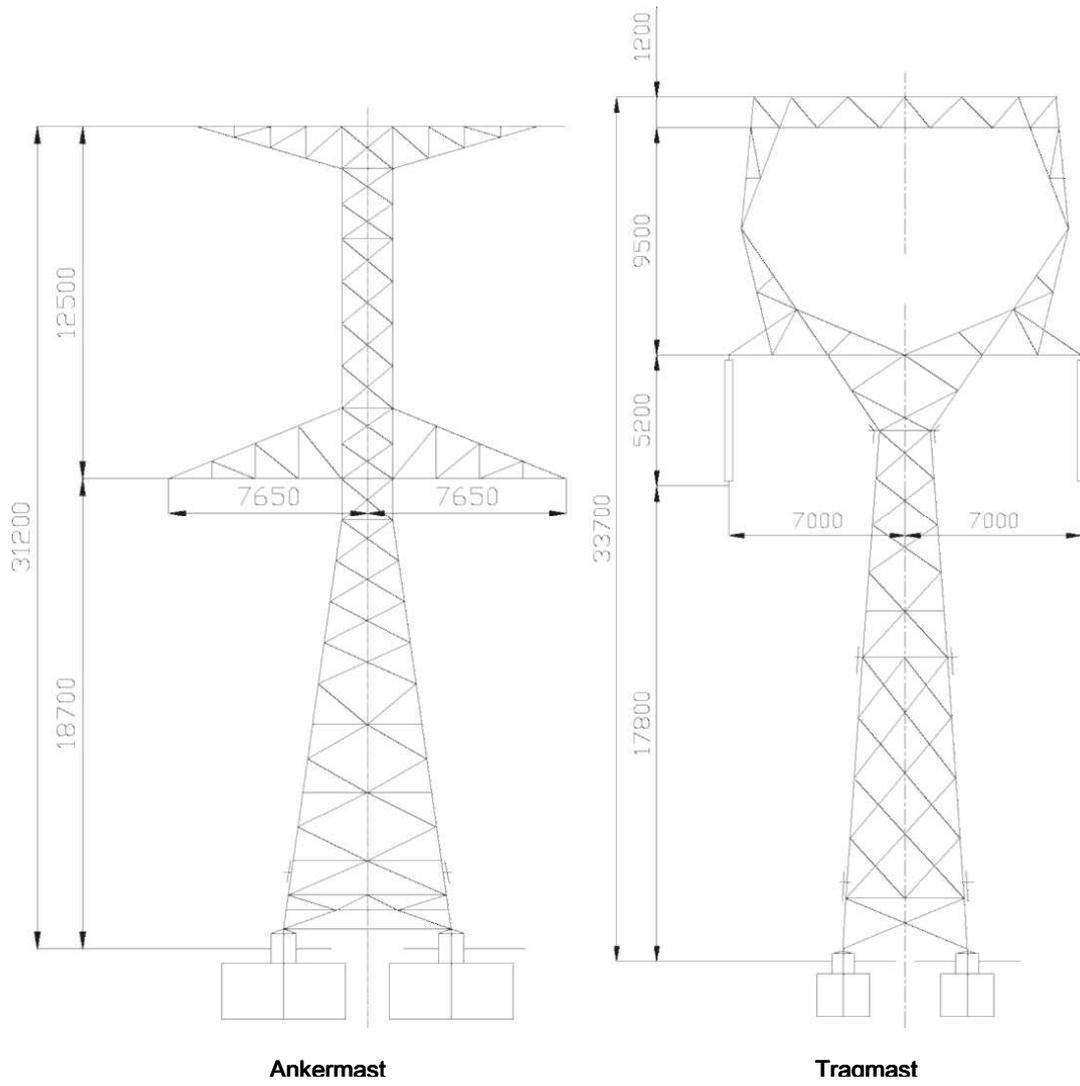
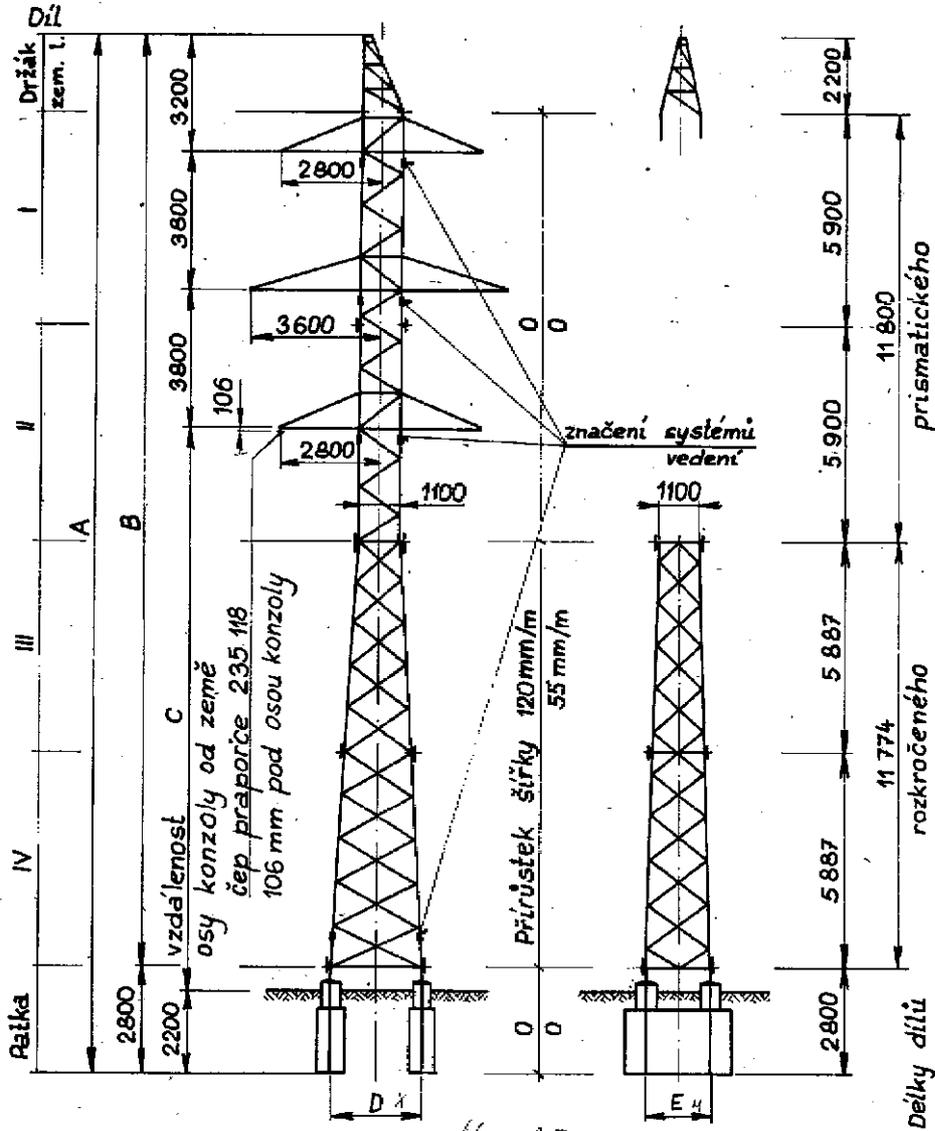


Abbildung 2 - Mast vom Typ Delta 400 kV

Vedení 2x110 kV

obr. 1 Geometrický tvar stožárů 1N a 2N



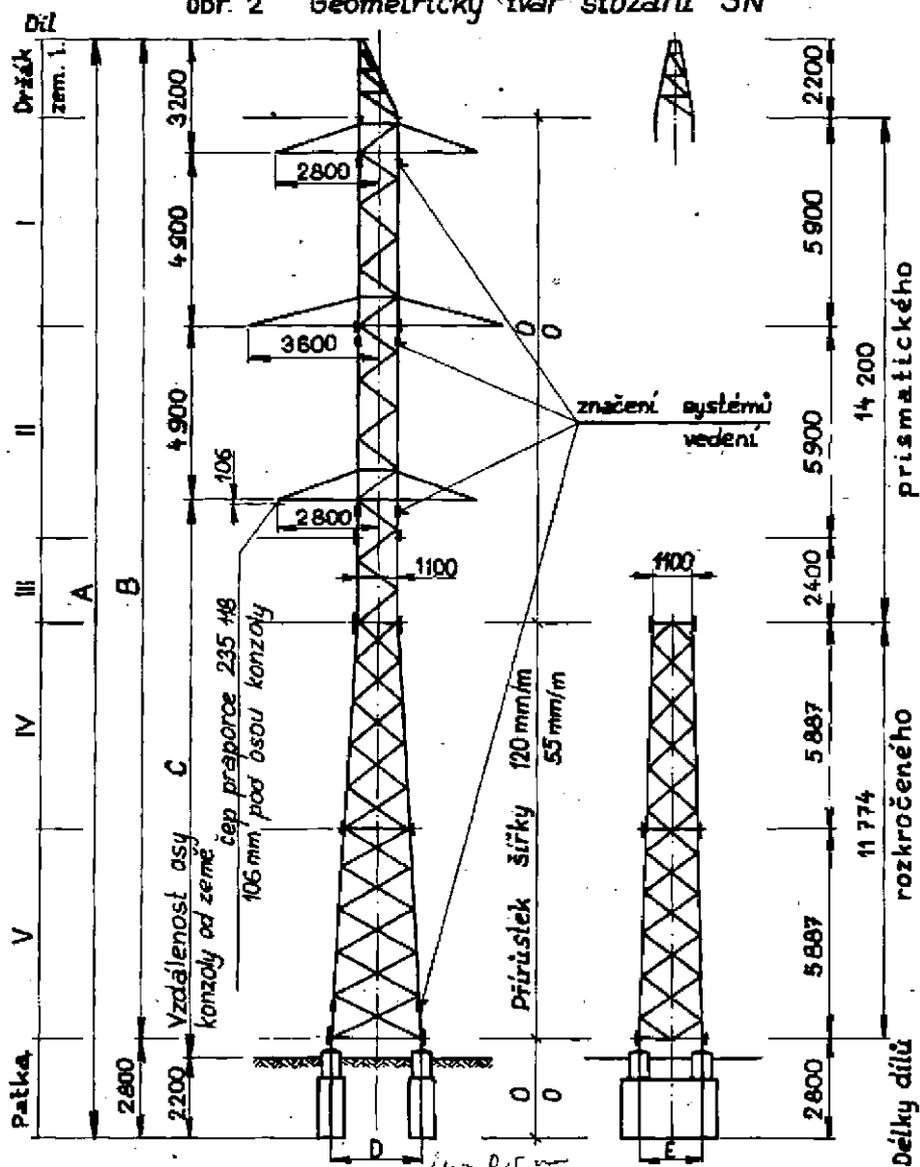
skala 0,5 m

Nosný stožár	Hlavní rozměry konstrukce v mm.				
	A	B	L	C	D x
1N a 2N	28 574	25 774	15 574	2 513	1 748
+ 6	34 461	31 661	21 461	3 219	2 071
+ 12	40 348	37 548	27 348	3 926	2 395
+ 18 ✓	46 235	43 435	33 235	4 632	2 719
+ 24 ✓	52 122	49 322	39 122	5 339	3 043

Abbildung 3 - Mast vom Typ Janda 1N und 2N 110 kV

Leitung

obr. 2 Geometrický tvar stožaru 3N



Nosný stožár	Hlavní rozměry konstrukce v mm.				
	A	B	C	D	E
3N	30 974	28 174	15 774	2 513	1 748
+6	36 861	34 061	21 661	3 219	2 071
+12	42 748	39 948	27 548	3 926	2 395
+18	48 635	45 835	33 435	4 632	2 719
+24	54 522	51 722	39 322	5 339	3 043

Abbildung 4 - Mast vom Typ Janda 3N 110 kV

3 Berechnungsverfahren aus der Sicht der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg.**3.1 Ermittlung der induzierten Stromdichte im menschlichen Körper**

Laut der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. ist es notwendig, die Exposition im zentralen Nervensystem zu beurteilen. Die Exposition der Füße und Hände durch das Niederfrequenzfeld wird nicht bewertet. Es ist notwendig, in die Kopf- und Brustgegend auch die Halsgegend unter Berücksichtigung der Nähe des Rückenmarks einzuschließen (die Exposition wird durch die Interaktion der Stromdichte mit dem Nervengewebe verursacht).

Es wird weiter vorausgesetzt, dass die Person dem homogenen magnetischen Feld, dessen Vektor senkrecht zur Brust der exponierten Person gerichtet ist, und gegenüber dem elektrischen Feld exponiert wird, welches vom Kopf zu den Füßen der exponierten Person gerichtet ist.

Für die Überlegung des schlimmsten Falls wird weiter vorausgesetzt, dass die Fußsohlen der Person leitfähig mit der Erde verbunden sind (barfuß auf dem feuchten Boden).

3.2 Die durch das magnetische Feld induzierte Stromdichte

Die Größe der im Körper der exponierten Person induzierten Stromdichte kann in diesem Falle allgemein

nach der Beziehung $J = K_B \cdot \sigma \cdot \frac{\partial B}{\partial t}$ berechnet werden, wobei K_B der mit der Geometrie und dem Ort

im Körper zusammenhängende Koeffizient ist, $\sigma = 0,2 \text{ S/m}$ ist die elektrische Leitfähigkeit des menschlichen Gewebes und $\frac{\partial B}{\partial t}$ ist die Zeitänderung der magnetischen Induktion, gegenüber der der Körper exponiert wird.

Der Koeffizient K_B erreicht höchstens folgende Werte: Kopf $K_B = 0,05 \text{ m}$, Hals $K_B = 0,12 \text{ m}$, Brust $K_B = 0,13 \text{ m}$.

3.3 Die durch das elektrische Feld induzierte Stromdichte

Die Größe der im Körper der exponierten Person induzierten Stromdichte kann in diesem Falle allgemein

nach der Beziehung $J = K_E \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{\partial E}{\partial t}$ berechnet werden, wobei K_E der mit der Geometrie und dem Ort

im Körper zusammenhängende Koeffizient ist, $\epsilon_0 \cong 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ist die Vakuumpermittivität und $\frac{\partial E}{\partial t}$ ist die Zeitänderung der Intensität des elektrischen Feldes, gegenüber dem der Körper exponiert wird.

Der Koeffizient K_E erreicht höchstens folgende Werte: Kopf $K_E = 66$, Hals $K_E = 100$, Brust $K_E = 70$.

3.4 Gleichzeitige Exposition gegenüber dem elektrischen und magnetischen Feld

In allen bewerteten Teilen des Körpers kann der Fall eintreten, wann die durch das elektrische Feld induzierte Stromdichte eine identische Richtung mit der durch das magnetische Feld induzierte Stromdichte hat. Bei einer gleichzeitigen Exposition ist also die ergebende induzierte Stromdichte, bei der Berücksichtigung des Einschließens des hygienisch schlimmsten Falles, durch die Skalarsumme der beiden induzierten Stromdichten gegeben.

Durch den Vergleich der Stromdichte im Kopf, Hals und in der Brust wurde ermittelt, dass der höchste Wert in der Übergangsgegend vom Hals in die Brust erreicht wird, und die Berechnungen wurden unter Verwendung der höchsten Werte $K_B = 0,13 \text{ m}$ und $K_E = 100$ vorgenommen.

4 Berechnungsergebnisse aus der Sicht der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg.

In der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. ist der höchste zulässige Wert (PH) von der im zentralen Nervensystem des Menschen induzierten Stromdichte J - für die Öffentlichkeit festgelegt:

$$J = 0,002 \text{ A/m}^2 = 2 \text{ mA/m}^2.$$

Des weiteren sind in der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. für die Nennfrequenz der Leitung von 50 Hz

die Referenzwerte (RH) angeführt:

Intensität des elektrischen Feldes $E = 5 \text{ kV/m}$

der magnetische Induktion $B = 100 \text{ (T)}$.

Die Bezugswerte können überschritten werden, soweit der zulässige Wert von der im menschlichen Körper induzierten Stromdichte von 2 mA/m^2 nicht überschritten wird.

Sämtliche Berechnungen wurden mit dem experimentell überprüften Programm OVERHEAD vorgenommen.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Variante „D“ als Parallellauf von vier Leitungen 400 kV und zwei Leitungen 110 kV konzipiert wird, ist für die Größen der Intensität des elektrischen Feldes E , der magnetischen Induktion B und der induzierten Stromdichte J ein wichtiger Faktor die Phasenfolge der einzelnen Leitungen, welche zur Zeit nicht bekannt ist.

Aus diesem Grund wurden die Berechnungen für verschiedene Phasenfolgen vorgenommen. Im Text sind weiter die Ergebnisse der Berechnungen für die günstigste und schlimmste Variante der Platzierung der Phasenleiter aus der Sicht der Größe der induzierten Stromdichte J angeführt, für diese zwei Varianten sind die Mindesthöhen der Leiter über der Erde festgelegt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind auf den Abbildungen 5 bis 10 angeführt, wo bezeichnet:

- D - den horizontalen Abstand von der Leitungsachse (m),
- E - die berechnete Intensität des elektrischen Feldes von 50 Hz in kV/m,
- B - die berechnete magnetische Induktion von 50 Hz in μT ,
- J - die berechnete induzierte Stromdichte J in mA/m^2 ,
- PH - zulässiger Wert,
- RH - Bezugswert.

Für die Leitung 110 kV wurde die Mindesthöhe der Leiter über der Erde von 6 m vorgesehen, für diese Höhe ist der zulässige Wert nicht überschritten, wie aus den Abbildungen ersichtlich.

a) die günstigste Variante der Phasenfolge der Leiter aus der Sicht der induzierten Stromdichte

die Mindesthöhe der Leiter der Leitung 400 kV über der Erde - 12,1 m

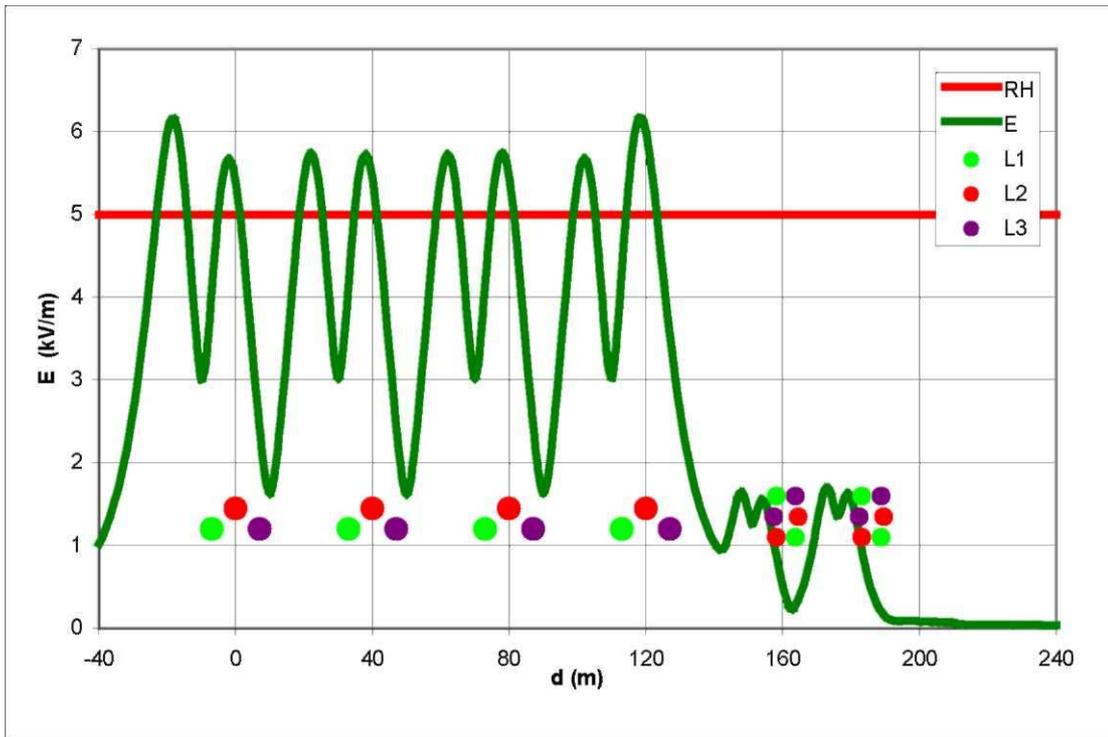


Abbildung 5 - Verteilung der Intensität des elektrischen Feldes im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

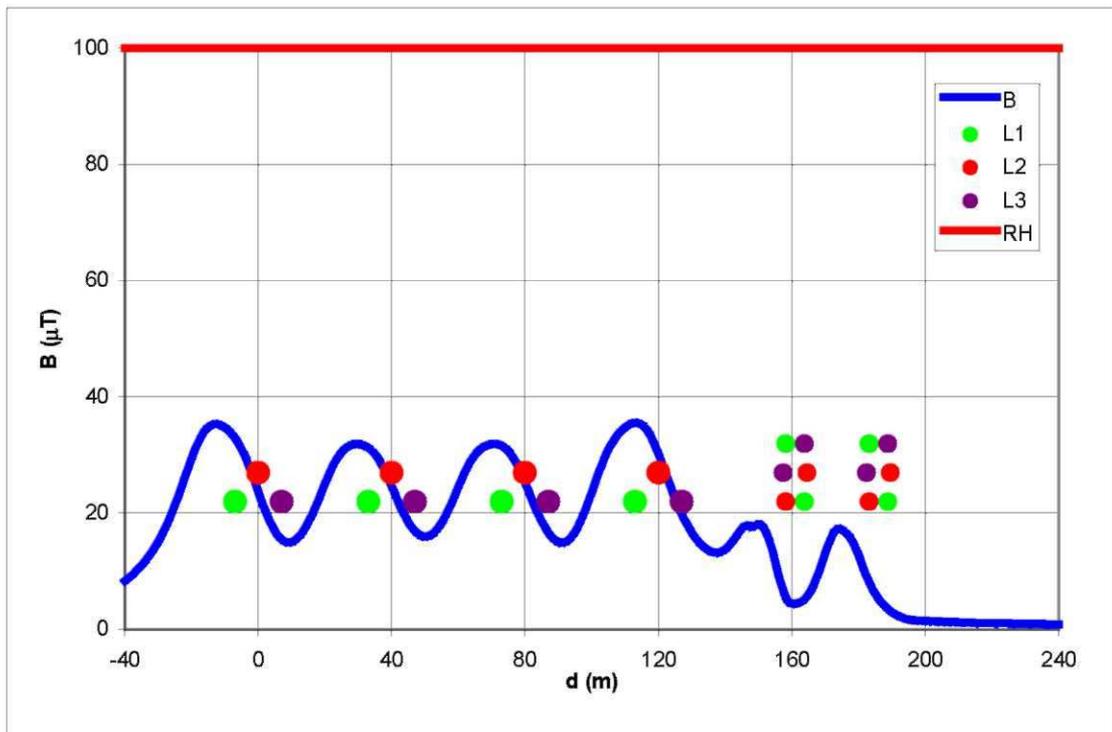


Abbildung 6 - Verteilung der magnetische Induktion im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

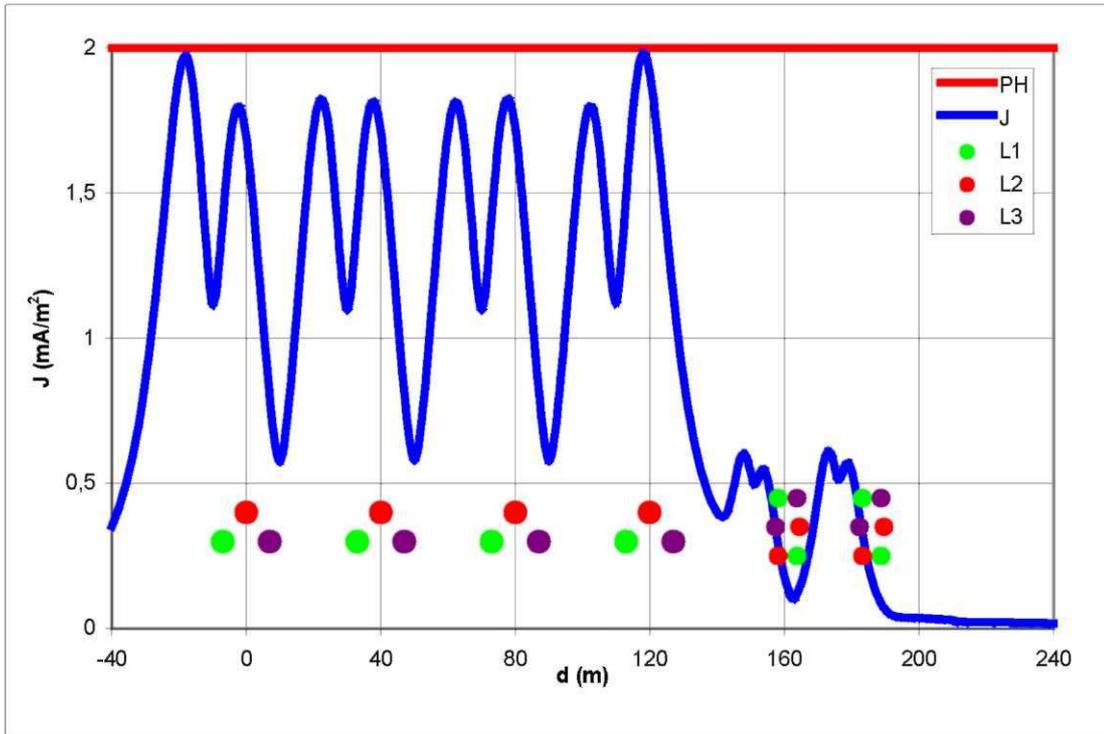


Abbildung 7 - Verteilung der induzierten Stromdichte im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

b) die schlimmste Variante der Phasenfolge der Leiter aus der Sicht der induzierten Stromdichte

Mindesthöhe der Leiter der Leitung 400 kV über der Erde - 12,8 m

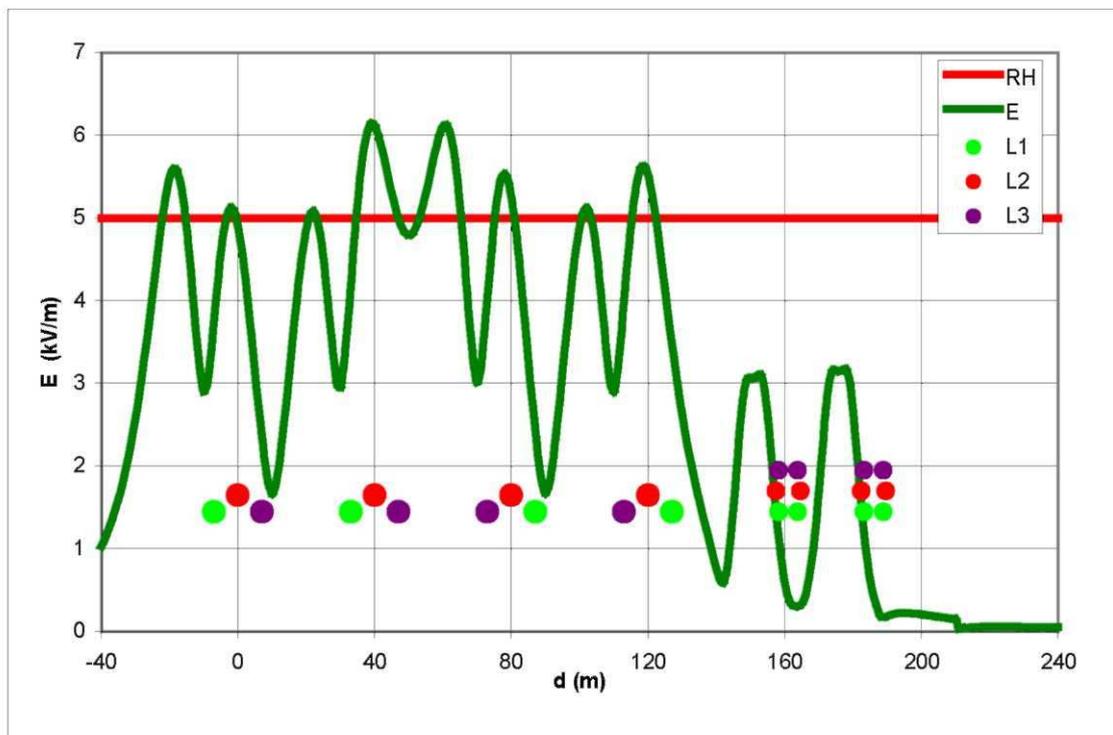


Abbildung 8 - Verteilung der Intensität des elektrischen Feldes im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

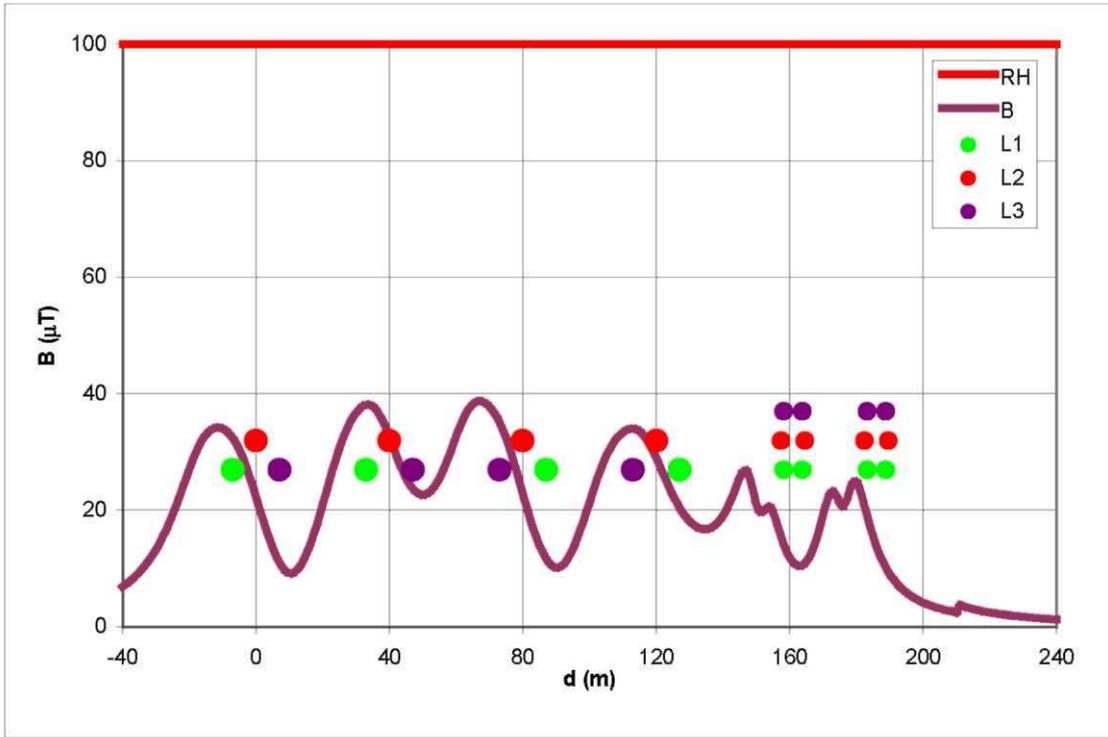


Abbildung 9 - Verteilung der magnetischen Induktion im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

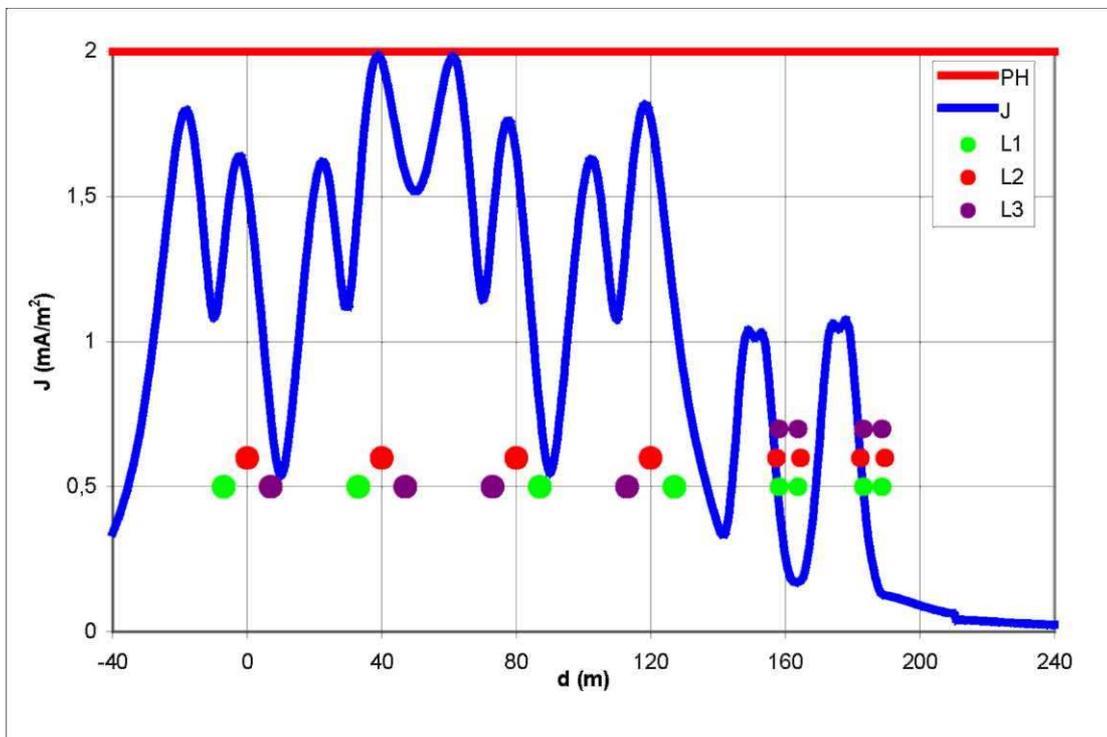


Abbildung 10 - Verteilung der induzierten Stromdichte im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

5 Schluss - Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. legt den höchsten zulässigen Wert der induzierten Stromdichte im menschlichen Körper fest:

$$J = 2 \text{ mA/m}^2$$

Es sind weiter die Bezugswerte vom elektrischen und magnetischen Feld festgelegt:

$$E = 5 \text{ kV/m}, B = 100 \text{ } \mu\text{T}.$$

Die Bezugswerte können überschritten werden, soweit der zulässige Wert von der im menschlichen Körper induzierten Stromdichte von 2 mA/m^2 nicht überschritten wird.

Die im menschlichen Körper induzierte Stromdichte ist von der Verteilung des magnetischen Feldes in der Umgebung der Leitung abhängig. Die Verteilung des elektrischen und magnetischen Feldes ist besonders vom Typ des verwendeten Mastes, der Höhe der Leiter über der Erde, der Spannung bzw. vom Strom und von der Folge der Phasenleiter auf der Leitung abhängig.

Damit der zulässige Wert von der im menschlichen Körper induzierten Stromdichte für die Variante „D“ der Lösung des Korridors von bestehenden und neuen Leitungen 400 kV und 110 kV KKWTE in der Schaltanlage Kočín nicht überschritten wird, wurden die Mindesthöhen der Leiter der Leitung 400 kV und 110 kV über der Erde festgelegt.

Bei der Berücksichtigung der Tatsache, dass die künftige Phasenfolge nicht bekannt ist, wurden die Mindesthöhen der Leiter über der Erde für die günstigste und schlimmste Variante der Anordnung der Phasenleiter festgelegt.

Für die Leitung 400 kV wurde die Mindesthöhe der Leiter über der Erde für die schlimmste Variante der Folge der Phasenleiter auf 12,8 m festgelegt, für die günstigste Variante ist die Mindesthöhe der Leiter über der Erde 12,1 m. Für die Leitung 110 kV wurde die Mindesthöhe von 6 m vorgesehen (diese Höhe ist ausreichend ohne Rücksicht auf die Phasenfolge).

6 Literatur

- [1] Protokoll des Staatlichen Gesundheitsinstituts: Berechnung der Beziehung zwischen der induzierten Stromdichte und dem elektrischen und magnetischen Feld Akten-Nr. 526/07, EX 070285, vom 06.04.2007
- [2] Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. Slg.

G U T A C H T E N

zu den Unterlagen über die Umweltverträglichkeitsprüfung
gemäß Gesetz Nr. 100/2001 GBl. in der gültigen Fassung

Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschl. Ableitung der Generatorleistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín

ANLAGE 2d

**Vorläufige Begutachtung der Tragweite der Strahlenfolgen eines
schweren Unfalls hinsichtlich der möglichen Kontamination von
Oberflächengewässern, EGP Praha, 6/2011**

 ÚJV Řež a.s. – Sparte ENERGOPROJEKT PRAHA Husinec-Řež, Haus Nr. 130, PLZ 250 68	<i>Leitendes Referat</i> 509	<i>Erstellendes Referat</i> 501	<i>Aktenvernichtungszeit</i> V 15
	<i>Bau – Vorhaben</i> NJZ EIA	<i>Objekt – Betriebseinheit</i> -	
<i>Bezeichnung des Auftrags</i> Ergänzende Unterlagen für Kap. D.III der EIA-Dokumentation für die neue Kernkraftanlage im Kraftwerk Temelín			<i>Sicherheitsstufe</i> -
<i>Name der Dokumentation</i> Vorläufige Begutachtung der Tragweite der Strahlenfolgen eines schweren Unfalls hinsichtlich der möglichen			<i>Nummer des Ausdrucks:</i>
<i>Verfasser</i> Kollektiv	<i>Leiter des erstellenden Referats</i> Ing. V. Horák	<i>Datum</i> 06/2011	<i>Blatt insgesamt</i> 33
<i>Geprüft von</i> Ing. V. Pešička	<i>Leitender Ingenieur des Projekts</i> Ing. B. Horák	<i>Datei</i> TH_Labe_Hrensko_T.doc	
<p>Ing. J. Klumpar Bc. O. Pokorný</p> <p>Kollektiv des Wasserforschungsinstituts VÚV TGM Praha unter Leitung von Ing. E. Hanslík, CSc.</p>			
<i>Auftragsnummer</i> 29-4949-30-045	<i>Archivnummer</i> EGP 5014 – F - 111125	<i>Index</i>	<i>Seite</i> 1

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG.....	4
2.	KURZE CHARAKTERISTIK EINES SCHWEREN UNFALLS IM BLOCK PWR NEUER GENERATION	5
3.	QUELLTERM UND METHODIK ZUR BERECHNUNG DER AUSBREITUNG VON RADIONUKLIDEN IN DER UMWELT	6
4.	KONTAMINATION VON OBERFLÄCHENGEWÄSSERN DURCH NIEDERSCHLAG VON RADIONUKLIDEN NACH EINEM SCHWEREN UNFALL.....	9
5.	PROZESS DER AUSBREITUNG VON KONTAMINANTEN IN DER MOLDAUKASKADE UND EINWIRKUNG IM PROFIL HŘENSKO/SCHÖNA	13
5.1	Auswertung der einzelnen Radionuklide hinsichtlich eines möglichen Einfangs auf Schwemmstoffen und Sedimenten in Wasserumgebung unter Nutzung der veröffentlichten Werte der Verteilungskoeffizienten	13
5.2	Auswertung der vertikalen Verteilung von Tritium als Tracer im Stausee Orlík unter besonderer Berücksichtigung des Profils vor dem Staudamm für den Zeitraum stabilisierter Ableitungen von Tritium beim Betrieb des KKW Temelín 2006 – 2010.....	14
5.3	Festlegung des Rückhalts radioaktiver Stoffe im Abschnitt Stausee Orlík – Prag und Prag – Hřensko.....	15
5.4	Auswertung der Halbwertszeiten für Radionuklide des Quellterms bzw. deren Einflusses auf die Reduktion der abgeleiteten Aktivitätskonzentrationen im Profil Elbe Hřensko/Schöna	18
5.5	Auswertung des Rückgangs des Gehalts an Strontium 90 und Cäsium 137 durch Einfang an Schwemmstoffen und Sedimenten unter Anwendung der Erfahrungen aus dem Tschernobyl-Unfall [6] [9].....	19
5.6	Auswertung der Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide des Quellterms in den ersten Phasen nach dem Niederschlag des Austritts nach einem schweren Unfall	23
5.7	Festlegung der Aktivitätskonzentrationen der bewerteten Radionuklide des Quellterms bei durchschnittlichen Wasserdurchflüssen in den Profilen Moldau Prag und Elbe Hřensko/Schöna und nach Korrektur aufgrund des Einfangs von Radionukliden im Stausee Orlík sowie des radioaktiven Zerfalls.....	25
6.	SCHLUSS.....	27
7.	VERWENDETE UNTERLAGEN.....	29
8.	ANLAGEN	30

ABKÜRZUNGSLISTE

DBC	Grundlegende Projektbedingungen (<i>engl.</i> Design Basis Conditions)
DEC	Erweiterte Projektbedingungen (<i>engl.</i> Design Extension Conditions)
EIA	Umweltverträglichkeitsprüfung (<i>engl.</i> Environmental Impact Assessment)
ETE	Kraftwerk Temelín
EUR	Anforderungen europäischer Energieerzeuger an KKW mit Leichtwasserreaktoren (<i>engl.</i> European Utility Requirements)
ICRP	Internationale Strahlenschutzkommission (<i>engl.</i> International Commission on Radiological Protection)
JE	Kernkraftwerk
NJZ	neue Kernkraftanlage
SÚJB	Staatliche Behörde für Atomsicherheit
VN	Wasserspeicher

1. EINLEITUNG

Den Impuls zur Erstellung dieses Gutachtens bildete der im Laufe des Prozesses der Umweltverträglichkeitsprüfung des Vorhabens Fertigstellung des KKW Temelín überreichte Antrag des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (tschechische Übersetzung siehe Anlage 1).

Für das Kapitel „Charakteristik der Umweltgefahren...“, die einen Bestandteil der Dokumentation [1] bildet, wurden vorläufige Analysen auf Umfang der möglichen Folgen eines Strahlenunfalls durchgeführt, die sich jedoch erstrangig auf eventuelle unmittelbare, schwerwiegendste Risiken, die Schutzmaßnahmen erfordern, orientierten. Deshalb wurde die in den Unterlagen für die Umweltverträglichkeitsprüfung enthaltenen Berechnungen mit dem Ziel durchgeführt, die Strahlenfolgen eines schweren Unfalls den Richtwerten zur Ergreifung von dringenden Maßnahmen oder von Folgemaßnahmen zum Schurz der Bevölkerung gegenüberzustellen.¹

Die vorgelegte Begutachtung des Niveaus einer eventuellen Kontamination der Wasserläufe Moldau und Elbe in Folge eines schweren Unfalls illustriert das Maß des in Betracht kommenden Risikos für Oberflächengewässer, ersetzt jedoch nicht die Sicherheitsanalysen, die anhand der von konkreten Parametern der Anlagen, den Funktionen der jeweiligen Systeme und den zu den jeweiligen auslösenden Ereignissen in der Sicherheitsdokumentation zugehörigen Quelltermen ausgehenden Szenarien durchgeführt werden.

Die vorgelegte Begutachtung der Strahlenfolgen eines schweren Unfalls orientiert sich im Einklang mit der Forderung des sächsischen Ministeriums auf die Beeinflussung der Elbe und geht von folgenden Grundsätzen und Voraussetzungen aus:

- zur Begutachtung der Strahlenfolgen eines schweren Unfalls wird der gleiche Quellterm wie für die vorherigen Situationen verwendet, als der eventuelle Einfluss auf das österreichische und das bayerische Gebiet verfolgt wurde,
- es wird eine solche konservative Witterungssituation modelliert, dass der radioaktive Niederschlag über der größten Wasserfläche in der Umgebung, dem Stausee Orlík, niedergeht,
- aufgrund der Kenntnis der Charakteristik des Wassereinzugsgebiets und des Mechanismus der Ausbreitung von Kontaminanten in diesem Rezipienten wird der Verlauf der Aktivitätskonzentration entlang des Wasserlaufs bis zum verfolgten Profil Staatsgrenze zu Sachsen analysiert.
- die Begutachtung des Bedrohungsausmaßes für die Bevölkerung und Umwelt im benachbarten Staat wird von den relevanten Richtlinien ausgehen.

¹ Es handelt sich um eine Exposition, die sich bei einer gefährdeten Person im Bereich 5 – 50 mSv bewegen, ggf. dieses Niveau überschreiten könnte. Deshalb hat sich die Dokumentation der UVP mit dieser Umweltgefahr, die im Vergleich zu anderen Strahlenfolgen eines schweren Unfalls unbedeutend ist, nicht befasst.

2. KURZE CHARAKTERISTIK EINES SCHWEREN UNFALLS IM BLOCK PWR NEUER GENERATION

An die neuen Blöcke des KKW Temelín werden Anforderungen an die Beherrschung eines definierten Spektrums an Zuständen des Kraftwerks gestellt, mit einer Zuverlässigkeit, die den modernsten Projekten von Blöcken mit Reaktoren der Typen PWR entspricht. Die möglichen Zustände des Kraftwerks können aufgrund der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens unter Anwendung der Klassifikation gemäß [3] in Kategorien gegliedert werden – siehe Tabelle 1. Es gilt der Grundsatz, dass je höher die Frequenz des Auftretens einer konkreten Situation ist, desto strenger sind die Anforderungen an ihre Beherrschung und an die Beschränkung der Strahlenfolgen.

Tabelle 1 Kategorisierung der Zustände des KKW

Zustand:	Bezeichnung gemäß EUR	Frequenz des Auftretens [y ⁻¹]
Normalbetrieb	DBC 1	-
Abnormaler Betrieb	DBC 2	10 ⁻² - 1
Wenig wahrscheinliche anzunehmende Unfälle	DBC 3	10 ⁻⁴ - 10 ⁻²
Sehr wenig wahrscheinliche anzunehmende Unfälle	DBC 4	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁴
Komplexe Vorfälle	DEC	<10 ⁻⁶
Schwere Unfälle	DEC	

Um die quantitativen Anforderungen an die Beschränkung der Strahlenfolgen auszudrücken, legt der Anmelder des Vorhabens für jede Kategorie spezifische Sicherheitsziele des Projekts fest. Ausgehend von diesen Zielen werden weitere Anforderungen an die Erfüllung der Sicherheitsfunktionen und Wahrung der Integrität der Barrieren gegen Freisetzungen von radioaktiven Stoffen definiert.

Die potenzielle Tragweite der Strahlenfolgen von Strahlenunfällen hängt mit dem Aktivitätsniveau der Spaltprodukte im Reaktor und mit dem Umfang der Beschädigung der die Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umwelt verhindernden Barrieren zusammen. Spaltprodukte und andere radioaktive Stoffe befinden sich im Primärkühlmittel, unter den Hüllen der Brennstäbe und vor allem in der eigentlichen Brennstoffstruktur in der aktiven Zone des Kernreaktors. Die Gesamtaktivität der Spaltprodukte beim Betrieb des Reaktors hängt vor allem von der Zusammensetzung des Brennstoffs, der Brennstoffmenge in der Zone und seinem Abbrand zum Zeitpunkt des Unfalls ab, und bewegt sich in einer Größenordnung des Mehrfachen von 10²⁰ Bq.

Was Strahlenfolgen anbetrifft, sind von den sich im Primärkühlmittel und unter der Hülle der Brennstäbe befindlichen Radionukliden vor allem die Isotope von Edelgasen, Jod und Cäsium von Bedeutung. Ihre Aktivität im Kühlmittel bewegt sich jedoch in einer Größenordnung von hunderttausendmal niedriger als im Brennstoff. Die Radionuklide im Spalt unter den Hüllen der Brennstäbe stellen nur Prozentbruchteile der Brennstoffaktivität dar. Die Tragweite der Strahlenfolgen von Unfällen unterscheidet sich deshalb grundsätzlich danach, ob nur die Integrität des Reaktorkreislaufs eingebüßt wurde oder bereits eine Beschädigung der Oberfläche der Brennelemente (Gasundichtigkeit) oder sogar eine Kernschmelze eingetreten ist.

Schwere Unfälle zählen zu spezifischen, das Maß der laut dem Projekt anzunehmenden Zustände überschreitenden Unfallsequenzen. Es handelt sich um Unfälle mit Kernschmelze und

die Analyse dieser Zustände erfolgt trotz der verschwindend niedrigen Auftrittswahrscheinlichkeit. Das Projekt wird neben den Maßnahmen zur Einschränkung von deterministischen Auslegungsbedingungen auch Maßnahmen behandeln, die die Anforderungen an die Beherrschung von probabilistischen erweiterten Auslegungsbedingungen berücksichtigen.

3. QUELLTERM UND METHODIK ZUR BERECHNUNG DER AUSBREITUNG VON RADIONUKLIDEN IN DER UMWELT

Unter dem Begriff „Quellterm“ versteht sich die Menge, isotopische Zusammensetzung und zeitliche Distribution von in die Umwelt freigesetzten radioaktiven Stoffen. Bei vorläufiger Abschätzung der möglichen Folgen von Strahlenunfällen in der geplanten Anlage handelt es sich um einen modellierten hypothetischen Austritt von Radionukliden aus dem Containment (Sicherheitsbehälter) in die Umwelt.

Jedes analysierte Szenario eines Strahlenunfalls zeichnet sich durch einen spezifischen Quellterm aus, dessen Parameter sich aus dem Maß der Beschädigung eines bestimmten technologischen Systems, dem Inventar der im System befindlichen radioaktiven Stoffe und dem Zustand der einzelnen technischen Barrieren ergeben.

Ein schwerer Unfall zeichnet sich durch Beschädigung des Brennstoffs und der sich daraus ergebenden Ausbreitung der Spaltprodukte in benachbarte Systeme des KKW aus, d. h. in den Raum des Containments und über dessen eventuelle Undichtigkeiten auch in die Umgebung.

Der sich aus Menge, Zusammensetzung und zeitlicher Verteilung der bei gegebenem Strahlenunfall außerhalb des Containments freigesetzten radioaktiven Stoffe ergebende Quellterm bestimmt im bedeutenden Maß die möglichen Strahlenfolgen des Unfalls (zusammen mit den aktuellen meteorologischen Bedingungen, der Jahreszeit, der Bevölkerungszusammensetzung in der Umgebung der Quelle usw.). Der Quellterm ergibt sich nicht nur aus konkreter Projektlösung, sondern auch aus der Bauausführung und dem aktuellen Betriebszustand zum Zeitpunkt des auslösenden Ereignisses.

Der Quellterm geht von der Ausbeute an Spalt- und Aktivierungsprodukten der Kernreaktionen im Brennstoff mit UO₂, das mit U-235 angereichert ist und als Energiequelle in allen geplanten Druckwasserreaktoren genutzt wird, aus. Die Vertretung und die gegenseitigen Verhältnisse der einzelnen maßgeblichen Radionuklide ergeben sich demnach durch objektive physikalische Gesetze und hängen nicht von der konkreten Konstruktion des Reaktors oder dessen Lieferanten ab.

Aus den Ergebnissen der Studien der Strahlenfolgen von Unfällen ergibt sich die Notwendigkeit, die folgenden Hauptgruppen von Spaltprodukten zu betrachten:

- Edelgase (insbesondere Xe-133 mit einer Halbwertszeit von 5,2 Tagen) – stellen eine Quelle der externen Exposition von Personen aus der Wolke der sich ausbreitenden radioaktiven Stoffen zum Zeitpunkt des Durchgangs der kontaminierten Luftmassen durch die betreffende Lokalität dar,
- Jod (insbesondere I-131 mit einer Halbwertszeit von 8,0 Tagen) – gelangt in den Organismus durch Atmung, setzt sich insbesondere in der Schilddrüse ab und sein Anteil ist insbesondere hinsichtlich der kurz- und mittelfristigen Unfallfolgen bedeutend,
- Cäsium (insbesondere Cs-137 mit einer Halbwertszeit von 30 Jahren) – stellt in langfristiger Sicht in der Regel die Hauptquelle der externen und internen Exposition von durch den Unfall infolge der Kontamination der Erdoberfläche und weiterer Bestandteile der Umwelt (Wasser, Flora) und schließlich infolge der Kontamination der einzelnen Posten der Nahrungskette betroffenen Personen dar,

- sonstige Spaltprodukte (insbesondere Te, Sr, Ru, La, Ce, Ba) und Actinide – werden aus dem beschädigten Brennstoff in kleineren Mengen freigesetzt, sodass bei Auslegungsunfällen ihre Austritte in radiologischer Hinsicht vernachlässigbar sind, und auch bei schweren, mit Kernschmelze verbundenen Unfällen ist ihr Anteil an Exposition der Bevölkerung im Vergleich zum Anteil des konservativ postulierten Cäsiums vernachlässigbar.

Für den betrachteten Fall, die Kontamination von Oberflächengewässern durch den Niederschlag der in die Atmosphäre ausgetretenen radioaktiven Stoffe, kann festgestellt werden, dass:

- die Abschätzung der Folgen durch ausgetretene Radionuklide aus der Gruppe der Edelgase nicht relevant ist,
- der Niederschlag an Radiojod von Bedeutung ist, aber angesichts der Halbwertszeit des dominanten I-131 sinkt die Beeinträchtigung des Wasserlaufs relativ schnell,
- die größte Aufmerksamkeit der Verteilung von Cs-137 gewidmet werden muss,
- die Kontamination mit anderen Spaltprodukten auch von Bedeutung ist, aber bei angemessen konservativem Inventar an Cs-137 im Quellterm die Bewertung von Strahlenfolgen auch ohne Einbeziehung dieser Gruppe in das Modell der Wasserlaufbeeinträchtigung aussagekräftig genug sein wird.

In der Dokumentation [1] wurde die Umweltgefahr der Folgen eines schweren Unfalls am Beispiel möglicher Austritte aus dem Containment des Blocks eines die aus den Sicherheitszielen der EUR [3] abgeleiteten Anforderungen des Vorhabenanmelders erfüllenden KKW charakterisiert. Das Verfahren, mit dem für diesen Zweck der Quellterm definiert wurde, ist detailliert im Bericht [2] beschrieben. Das Verfahren kann folgendermaßen kurz zusammengefasst werden:

- Radioisotope können nach physikalisch-chemischen und radiohygienischen Eigenschaften in 9 Gruppen gegliedert werden,
- die Strahlenfolgen des Austritts von Radionukliden aus einer Gruppe können anhand des bedeutendsten – charakteristischen Radionuklids bewertet werden,
- die Ausschreibungsunterlagen verlangen von den Lieferanten, dass auch bei einem schweren Unfall nicht mehr Cs-137 als 30 TBq in die Umwelt gelangt,
- der Austritt der übrigen Radionuklide in die Umwelt im gleichen Verhältnis angesichts des Austritts an Cs-137 betrachtet werden kann, wie diese Radionuklide zu den Unfallbedingungen in der Atmosphäre innerhalb des Containments enthalten sind,
- der Austritt an übrigen Radionukliden in die Umwelt ebenfalls durch die Parameter der aufgrund der Anforderungen an die Einschränkung von Austritten hinsichtlich der Minimierung der dringenden Maßnahmen zum Schutz der Umgebungsbevölkerung definierten Sicherheitsziele der EUR [3] beschränkt ist,
- der Quellterm des Modells wird relevanten Dokumenten zur Prüfung ausreichend konservativer Herangehensweise gegenübergestellt.

Tabelle 2 – Isotopengruppen und Quellterm des Modells für einen schweren Unfall

Nr.	Bezeichnung der Gruppe	Charakteristische s Radionuklid	Austritt in Atmosphäre [TBq]
	Elemente in der Gruppe		
1	Edelgase Xe, Kr	Xe-133	770.000
2	Halogene I, Br	I-131	1000
3	Alkalimetalle Cs, Rb	Cs-137	30
4	Tellurgruppe Te, Sb, Se	Te-131m	20
5	Strontium Sr	Sr-90	5
6	Edelmetalle Ru, Rh, Pd, Mo, Tc, Co	Ru-103	3
7	Lanthanoide La, Zr, Nd, Eu, Nb, Pm, Pr, Sm, Y, Cm, Am	La-140	5
8	Cergruppe Ce, Pu, Np	Ce-141	4
9	Barium Ba	Ba-140	100

4. KONTAMINATION VON OBERFLÄCHENGEWÄSSERN DURCH NIEDERSCHLAG VON RADIONUKLIDEN NACH EINEM SCHWEREN UNFALL

Durch den im vorherigen Kapitel genannten Quellterm und weitere in der UVP angenommene Voraussetzungen sind die für die Abschätzung von Strahlenfolgen eines hypothetischen Austritts bei einem auslegungsüberschreitenden Vorkommnis, d. h. bei einem schweren Unfall, festgelegt.

Mit konservativer Herangehensweise wurde eine solche Variante von meteorologischen Sequenzen gewählt, die hinsichtlich des Maßes an Ablagerung von Radionukliden auf der Fläche des Stausees Orlík am ungünstigsten ist. Diese Variante setzt voraus:

- während der gesamten Dauer eine konstante Windrichtung und damit auch eine konstante Ausbreitung der Fahne, in Richtung Stausee Orlík,
- auf den ersten 35 Kilometern der Strecke die Wetterkategorie D gemäß der Pasquill-Skala² der Wetterstabilität bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s und Niederschlagsmenge gleich Null,
- ab dem 35. Kilometer weiter (der Stausee befindet sich im Bereich von 35 bis 50 Kilometern in Luftlinie vom ETE) relativ dichte Niederschläge von 10 mm/h, wobei die Wetterstabilität erhalten bleibt.

Der Grundriss des Stausees Orlík ist relativ stark gegliedert und die numerischen Methoden der Berechnungsprogramme ermöglichen es nicht, eine Berechnung der Werte der abgelagerten Radionuklidaktivitäten in einem ausreichend detaillierten diskreten Punktnetz durchzuführen. Aus diesem Grund wurde für das Gebiet, in dem sich der Stausee befindet, der kritische Punkt ausgesucht, d. h. der Ort, in dem die Flächenablagerung ihren Extremwert erreicht. Dieser Ort befindet sich angesichts der genannten Voraussetzungen gerade an der Grenze des 35. Kilometers, also an der Grenze des eigentlichen Stausees. Dieser Punkt wurde herangezogen und die darin berechneten Werte auf die gesamte Fläche des Stausees Orlík angewandt, d. h. auf 27,32 km². So gelangt man zur oberen Abschätzung der gesamten abgelagerten Radionuklidaktivitäten.

Bei den meisten Radionukliden führt dieses Szenario zu der Situation, in der ca. 49 Prozent der ursprünglichen Radionuklidmenge im Gebiet des Stausees Orlík enden. Dem ist so vor allem wegen des schnellen Auswaschens der Fahne durch starken Regen in diesem Gebiet.

Flächenablagerungen und Gesamtkontamination der Oberfläche des Stausees Orlík nach einem schweren Unfall zu den vorgenannten konservativen Bedingungen sind im Tabelle 3 aufgeführt.

Der Graf in Abb. 1 dokumentiert (zu den postulierten konservativen Bedingungen) die Abhängigkeit der Flächenablagerung von der Entfernung vom ETE. Die Kurven illustrieren auch den Unterschied zwischen der eventuellen Situation der Wetterkategorie F ohne Niederschläge und der gewählten konservativen Kategorie D mit Niederschlägen.

² Die Pasquill-Skala definiert 6 Wetterkategorien A bis F, die nach dem Maß an vertikaler Turbulenz in der oberflächennahen Atmosphärenschicht abgestuft sind. Die Kategorie A entspricht einer hoch unstablen Lage und F einer sehr stabilen. Bei der neutralen Kategorie D und den stabilen Kategorien E und F sind die Bedingungen für eine Ausbreitung schlecht und die Austritte in die Atmosphäre breiten sich in größere Entfernungen aus. Durch Regen kommt es zum Ausspülen von radioaktiven Aerosolen aus der Wolke auf das Gelände.

Die angenommene Situation am Standort ist in Abb. 2 dargestellt und das Schema des wasserwirtschaftlichen Systems Moldau – Elbe mit Darstellung der Hauptprofile befindet sich in Abb. 3.

Tabelle 3 Flächenablagerungen und Gesamtkontamination der Oberfläche des Stausees Orlík durch Niederschlag nach einem schweren Unfall zu den konservativen Bedingungen des Modells

	Flächenablagerung [Bq/m ²]	Abgelagerte Aktivität [Bq]
Sr-90	8,93E+04	2,44E+12
Y-90	1,31E+00	3,58E+07
Ru-103	5,35E+04	1,46E+12
Te-131m	3,21E+05	8,77E+12
I-131 o	8,62E+06	2,35E+14
Cs-137	5,37E+05	1,47E+13
Ba-140	1,77E+06	4,84E+13
La-140	8,28E+04	2,26E+12
Ce-141	7,13E+04	1,95E+12

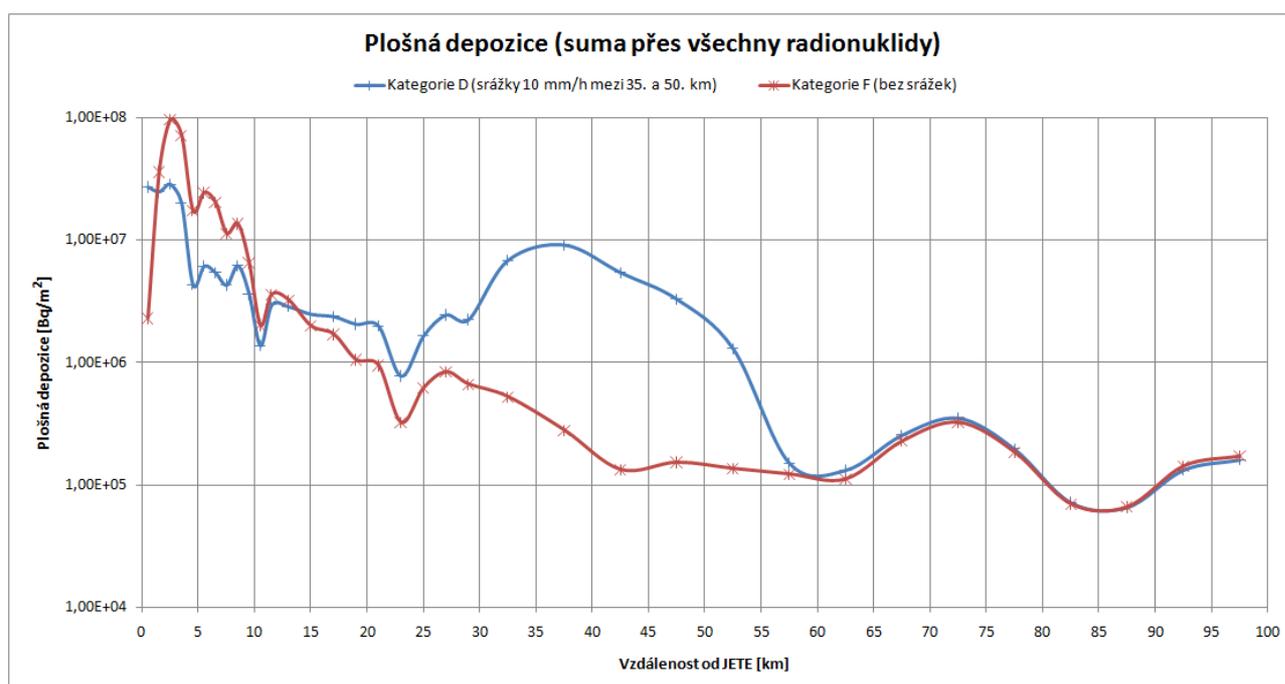


Abb. 1 Graf der Abhängigkeit der Flächenablagerung von der Entfernung für postulierte konservative meteorologische Bedingungen

Flächendeposition (Summe über alle Radionuklide)
 Kategorie D (Niederschläge 10 mm/h zwischen km 35 und 50)
 Kategorie F (keine Niederschläge)

Flächendeposition [Bq/m²]

Entfernung von JETE [km]

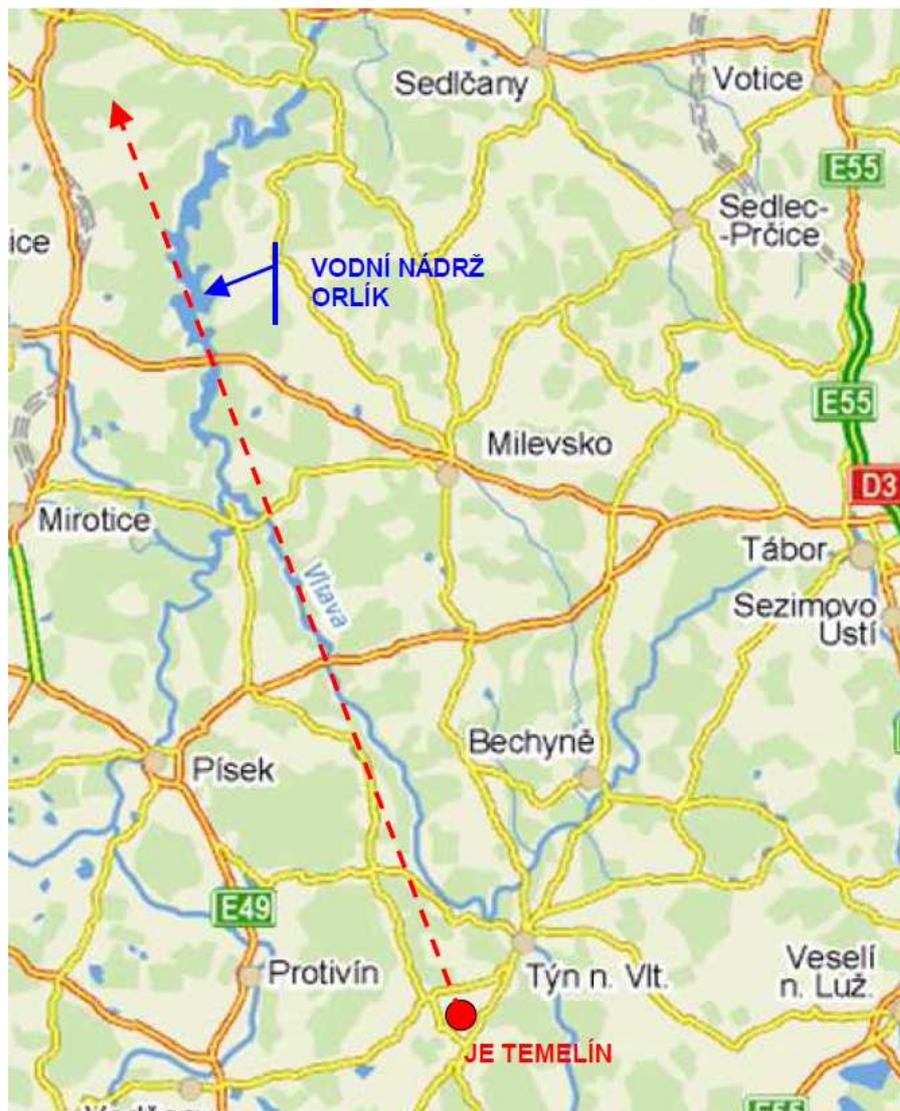


Abb. 2 Skizze der begutachteten Situation



Abb. 3 Schema des wasserwirtschaftlichen Systems Moldau – Elbe mit Darstellung der Hauptprofile

5. PROZESS DER AUSBREITUNG VON KONTAMINANTEN IN DER MOLDAUKASKADE UND EINWIRKUNG IM PROFIL HŘENSKO/SCHÖNA

5.1 Auswertung der einzelnen Radionuklide hinsichtlich eines möglichen Einfangs auf Schwemmstoffen und Sedimenten in Wasserumgebung unter Nutzung der veröffentlichten Werte der Verteilungskoeffizienten

Bei einer Freisetzung von Radionukliden in Wasserumgebung kommt es zu ihrer Umverteilung zwischen Wasser und feste Stoffe (Schwemmstoffe, Sedimente), zwischen Wasser und Biomasse an Wasserpflanzen und -organismen. Den Verteilungen der Radionuklide wird ständige Aufmerksamkeit gewidmet, weil sie bedeutend die Migration der Radionuklide in der Hydrosphäre beeinflussen. Es werden Werte der Verteilungskoeffizienten festgelegt, die das Verhältnis der Konzentration des an der festen Phase sorbierten Radionuklids zur Konzentration des Radionuklids in flüssiger Phase ausdrücken und am häufigsten in L/kg, cm³/g, aber auch m³/kg ausgedrückt werden:

$$K_d = \frac{c_s}{c_v} \quad (1)$$

wobei c_s ist die Aktivitätskonzentration des Radionuklids in fester Phase (Bq/kg)
 c_v Aktivitätskonzentration der flüssigen Phase im Gleichgewicht mit der festen Phase (Bq/L)

Die Werte K_d werden für die einzelnen Radionuklide aufgrund von Gelände- und Laborstudien gewonnen. Angesichts dessen, dass Radionuklide unter Geländebedingungen in Böden und Sedimenten langfristig vorhanden sind (z. B. nach atmosphärischen Kernwaffentests oder nach dem Tschernobyl-Unfall), können die in situ festgelegten K_d -Werte höher als bei kurzfristigen Laborversuchen sein.

Aus den veröffentlichten Daten wurden für die Radionuklide des Quellterms Bereiche der Verteilungskoeffizienten ausgewählt und die früheren, in Sorptionsversuchen mit im Stausee Orlík und in den Nebenflüssen entnommenen Bodensedimenten gewonnenen Ergebnisse sowie eine zusammenfassende Übersicht sind in Tab. 4 aufgeführt.

Tabelle 4 – Verteilungskoeffizienten K_d für Radionuklide des Quellterms und für Böden bzw. Sedimente

Radionuklide, Quellterm	geometrischer Durchmesser [4]	min. [4]	max. [4]	Orlík [5]	Orlík [6]
	K_d (L/kg)				
⁹⁰ Sr	1,9.10 ²	1,4.10 ¹	2,2.10 ³	3,2.10 ²	4,1.10 ²
⁹⁰ Y					
¹⁰³ Ru	3,2.10 ⁴	1,1.10 ⁴	9,3.10 ⁴		
^{131m} Te					
¹³¹ I	4,4.10 ³	5,9.10 ¹	3,4.10 ⁵		
¹³⁷ Cs	9,5.10 ³	3,7.10 ²	1,9.10 ⁵	3,7.10 ⁴	2,4.10 ⁴
¹⁴⁰ Ba	2,0.10 ³	2,5.10 ²	1,6.10 ⁴		
¹⁴⁰ La	5,3.10 ³)				
¹⁴¹ Ce	2,2.10 ⁵	4,2.10 ⁴	1,2.10 ⁶		

) arithmetischer Durchmesser

Wie ersichtlich ist, hängen die K_d -Werte von den regionalen Bedingungen ab. In bestimmten Fällen umfasst die Festlegung der Radionuklide im Wasser auch deren Gehalt an ungelösten Stoffen, das betrifft z. B. die Angaben [6]. Aus den K_d -Werten ist ersichtlich, dass eine hohe Affinität zu ungelösten Stoffen bzw. Bodensedimenten Cer 141, Ruthenium 103, Cäsium 137, Lanthan 140, Jod 131 und Barium 140 aufweisen. Niedrigere K_d -Werte weist Strontium 90 auf.

In der Studie wurde, aufgrund der Bewertung der Ergebnisse aus Verfolgung der Radionuklide am Zu- und Ablauf des Stausees Orlík, der Einfang an Cäsium 137 betrachtet, Einfang an Strontium 90 wurde nicht bewertet. Der Einfang weiterer Radionuklide des Quellterms wurde wegen unzulänglicher Unterlagen nicht betrachtet – konservative Voraussetzung.

5.2 Auswertung der vertikalen Verteilung von Tritium als Tracer im Stausee Orlík unter besonderer Berücksichtigung des Profils vor dem Staudamm für den Zeitraum stabilisierter Ableitungen von Tritium beim Betrieb des KKW Temelín 2006 – 2010

Zur Begutachtung des Vermischens von radioaktiven Abwässern in Länge und vertikal wurden Daten vertikal entnommener Proben zur Bestimmung von Tritium als Tracer bewertet. Es muss darauf hingewiesen werden, dass das KKW Temelín tritiumhaltige Abwässer in der Zeit diskontinuierlich ablässt und die Bilanz des pro Monat abgeleiteten Tritium ist relativ deutlich unterschiedlich.

Tritium in den vertikal entnommenen Proben wurde in folgenden Profilen verfolgt und bewertet:

- Podolský most, Flusskilometer 183,0 – vermischt (v.), Oberfläche (Of.), 5 m, 10 m, Boden
- Zvíkovský most, Flusskilometer 172,5 – vermischt (v.), Oberfläche (Of.), 5 m, 10 m, 20 m, Boden
- Žďákovský most, Flusskilometer 160,0 – vermischt (v.), Oberfläche (Of.), 5 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m, Boden
- Stausee Orlík Damm, Flusskilometer 144,8 – vermischt (v.), Oberfläche (Of.), 5 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m, 60 m, Boden

Die Verfolgung fand überwiegend von April bis Oktober im Zeitraum 2006 – 2010 statt. Sie umfasste Zeiträume von Isothermie und Stratifikation. Die Zusammenfassung der Ergebnisse bzw. deren Bewertung ist in den Tabellen 5 bis 8 enthalten.

Tabelle 5 – Vorkommen maximaler, höchster monatlicher durchschnittlicher und höchster jährlicher Aktivitätskonzentrationen von Tritium in vertikal entnommenen Proben im Profil Podolský most für den Zeitraum 2006 – 2010

Jahr		2006	2007	2008	2009	2010
Aktivitätskonzentration maximal	Monat	IX.	V.	IV.	V.	IX.
	Tiefe	Boden	Of.	v. (Of.)	5 m	Boden
höchste monatliche Durchschnittsaktivität	Monat	IX.	V.	IV.	V.	IX.
höchste jährliche Durchschnittsaktivität	Tiefe	Boden	Boden	10 m	5 m	Boden

Tabelle 6 – Vorkommen maximaler, höchster monatlicher durchschnittlicher und höchster jährlicher Aktivitätskonzentrationen von Tritium in vertikal entnommenen Proben im Profil Zvíkovský most für den Zeitraum 2006 – 2010

Jahr		2006	2007	2008	2009	2010
Aktivitätskonzentration maximal	Monat	V.	VI.	IV.	V.	V.
	Tiefe	10 m	v. (Of.)	10 m	Of.	Boden
höchste monatliche Durchschnittsaktivität	Monat	VI.	VI.	IV.	VII.	VI.
höchste jährliche Durchschnittsaktivität	Tiefe	10 m	Boden	5 m	v. (Of.)	20 m

Tabelle 7 – Vorkommen maximaler, höchster monatlicher durchschnittlicher und höchster jährlicher Aktivitätskonzentrationen von Tritium in vertikal entnommenen Proben im Profil Žďákovský most für den Zeitraum 2006 – 2010

Jahr		2006	2007	2008	2009	2010
Aktivitätskonzentration maximal	Monat	V.	IX.	VI.	IV.	IV.
	Tiefe	Of.	Boden	10 m	5 m	10 m
höchste monatliche Durchschnittsaktivität	Monat	VIII.	IX.	IX.	VII.	IV.
höchste jährliche Durchschnittsaktivität	Tiefe	5 m	Of.	10 m	5 m	40 m

Tabelle 8 – Vorkommen maximaler, höchster monatlicher durchschnittlicher und höchster jährlicher Aktivitätskonzentrationen von Tritium in vertikal entnommenen Proben im Profil Stausee Orlík Damm für den Zeitraum 2006 – 2010

Jahr		2006	2007	2008	2009	2010
Aktivitätskonzentration maximal	Monat	VII.	IX.	V.	VIII.	IV.
	Tiefe	30 m	50 m	Boden	40 m	50 m
höchste monatliche Durchschnittsaktivität	Monat	IX.	IX.	V.	XI.	V.
höchste jährliche Durchschnittsaktivität	Tiefe	30 m	50 m	Boden	40 m	Boden

Aus der in den Tabellen 5 bis 8 aufgeführten Zusammensetzung ergibt sich, dass auf die Tritiumkonzentration im Längen- und Vertikalprofil eine Reihe von Faktoren wirken und eine Wiederholung der vertikalen Verteilung in den einzelnen Monaten nicht hergeleitet werden kann. Ähnlich wiederholt sich in den einzelnen Jahren im Längenprofil nicht die im Eingangsprofil Podolský most beobachtete Verteilung. Wie oben angeführt, können die Gründe in zeitlich stoßweiser Ableitung von radioaktiven (Tritium-)Abwässern auch hinsichtlich der Menge an abgeleiteten Aktivitäten, in unterschiedlichen Wasserdurchläufen im Rezipienten, Temperatur- und Dichteströmungen usw. ersehen werden.

5.3 Festlegung des Rückhalts radioaktiver Stoffe im Abschnitt Stausee Orlík – Prag und Prag – Hřensko

Zur Festlegung der Rückhaltdauer wurden die in den vorherigen Studien des Wasserforschungsinstituts VÚV TGM zusammengefassten Erkenntnisse und neuere Erkenntnisse angewandt. Diese Angaben entsprachen der grundlegenden Beziehung, die für die Schätzung der Rückhaltdauer z. B. Rueda a kol. angibt. [7]:

$$T_z = \frac{V}{Q} \quad (2)$$

wobei T_z ist die Rückhaltdauer (s bzw. d)
 V Volumen des Stausees (m^3)
 Q Wasserdurchfluss (m^3/s)

Die genannte Schätzung kann nicht bei tiefen Wasserspeichern bzw. in einem Zeitraum angewandt werden, wenn sich Stratifikation entwickelt und so die Wasserbewegung in vertikaler Richtung beeinflusst. Diese Einflüsse wurden jedoch bei der Schätzung der Rückhaltdauer im Stausee Orlík und weiteren Wasserspeichern der Moldaukaskade berücksichtigt.

Die Rückhaltdauern für Wasser im Stausee Orlík verfolgte Rudiš [8]. Die Rückhaltdauern bei Stratifikation sind in den einzelnen Teilen der Moldaukaskade bei charakteristischen Durchflüssen in Tab. 9 aufgeführt. Zur Berechnung wurden die Teile der Kaskade herangezogen, die sich aktiv am Transport von Verunreinigungen beteiligen. Neben den üblich angenommenen Durchflüssen für Zeiträume niedriger Durchflüsse im Sommer ($39,2 m^3/s$), dem mittleren jährlichen Durchfluss ($82,75 m^3/s$) und dem repräsentativen Hochwasserdurchfluss ($310 m^3/s$) gibt Rudiš [8] $Q = 112,5 m^3/s$ an, was den für die Dynamik des Stausees Slapy charakteristischen Durchfluss darstellt.

Tabelle 9 Rückhaltdauern in der Moldaukaskade im Abschnitt Kořensko – Prag-Podolí bei Stratifikation

Durchfluss im Profil Stausee Orlík Damm (m^3/s)	Rückhaltdauer (d)						Summe
	Orlík	Kamýk	Slapy	Stěchovice	Vrané	Vrané-Podolí	
39,2	99,7	3,8	27,5	3,1	2,8	0,7	138
82,75	47,2	1,8	13,0	1,5	1,4	0,3	65
112,5	33,4	1,3	9,6	1,1	1,0	0,2	47
310,0	18,8	0,5	3,5	0,4	0,4	0,1	24

Die aus den betreffenden Bereichen der Stauseevolumina festgelegten Rückhaltdauern wurde mittels Berechnung aufgrund der aktuell mit unter der Oberfläche tätigen Geräten im Stausee Orlík gemessenen Geschwindigkeiten kontrolliert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 aufgeführt

Tabelle 10 Gegenüberstellung der aufgrund der Volumina und der mit Tauchgeräten RCM-7 im Stausee Orlík gemessenen Geschwindigkeiten festgelegten Rückhaltdauern

Durchfluss im Profil Stausee Orlík Damm	Rückhaltdauer nach Volumen	gemessene Geschwindigkeit	Rückhaltdauer nach Geschwindigkeit	Differenz
(m^3/s)	(d)	(m/s)	(d)	(%)
39,2	99,7	0,01	80,7	+24
82,75	47,2	0,01	64,5	-37
310,0	18,8	0,05	14,3	+31

Angesichts der Dauer des Stratifikationszeitraums von Ende April bis Ende September sind die Ergebnisse anwendbar, wenn die radioaktive Kontamination so beginnt, dass der Durchgang durch die Stauseen Orlík und Slapy noch während der Stratifikation erfolgt. Nach dem Ende der Stratifikation Anfang Oktober ist zu erwarten, dass sich die Kontamination schnell mit dem gesamten Stauseevolumen vermischt.

Bei der Isothermie stehen zur Berechnung der Rückhaltdauer alle Stauseevolumina außer des Otava-Arms zur Verfügung. Unter dem Stausee Slapy und im Stausee Kamýk sind die Verhältnisse gleich wie bei Stratifikation. Die Rückhaltdauern sind in Tabelle 11 angegeben.

Tabelle 11 Rückhaltdauern in der Moldaukaskade bei Isothermie

Durchfluss im Profil Stausee Orlík Damm (m ³ /s)	Rückhaltdauer (d)				
	Orlík	Kamýk	Slapy	Slapy-Podolí	Summe
39,2	148,0	3,8	75,0	6,2	233
82,75	86,5	1,8	35,7	3,0	127
112,5	63,6	1,3	26,2	2,2	93,3
310,0	23,1	0,5	9,5	0,8	33,9

Die genannten Dauern sind nicht real, insbesondere bei niedrigen Wasserdurchläufen, weil die Rückhaltdauern länger als der gesamte Zeitraum der Isothermie sind, die ab Anfang Oktober bis Mitte Januar angenommen werden kann. Während dieses Zeitraums können höhere Durchflüsse auftreten, sodass die Rückhaltdauern anhand modellierter Durchflusssituationen betrachtet werden müssen.

Zur Reduktion der Rückhaltdauer kommt es beim Auftreten eines Dichtestroms. Dichteströme können den Durchgang der Kontamination durch die Stauseen insbesondere im Zeitraum der Isothermie beeinflussen. Im Zeitraum der Stratifikation ist ihr Auftreten weniger wahrscheinlich. Auf jeden Fall muss der Inhalt an ungelösten Stoffen im erhöhten Zufluss, die als Abschwemmungen in das Wasser gelangen, hoch sein. Dies ist im Zeitraum der Stratifikation bei Abschwemmung unter Hochwasserdurchfluss nach der Ernte von Flächen ohne Vegetation möglich. Im Zeitraum der Isothermie ist das Auftreten solcher Ströme wahrscheinlicher, außerdem wirkt der größere Unterschied zwischen Temperaturen im Zufluss und im Becken. Bei Messungen im Stausee Orlík gelang es, den Einfall von eiskaltem Wasser mit erhöhtem Gehalt an ungelösten Stoffen in den ca. 8 °C warmen Stausee festzuhalten. Die Schätzung des Rückhalts in dieser Situation erfolgte aufgrund der fortschreitenden Destruktion der gleichmäßigen Temperaturverteilung. Es wurde festgestellt, dass sich in der ursprünglichen Laufrinne des Moldauarms die 3,3 °C warme Wassermasse mit einer Geschwindigkeit von $v = 0,12$ m/s ausgebreitet hat. Mit dem Gerät RCM-7 wurde unter Kořensko eine Geschwindigkeit von $v = 0,098$ m/s gemessen, im Otava-Arm $v = 0,04$ m/s bei einem Durchfluss der dem mittleren Jahresdurchfluss entsprach. Aufgrund der genannten Geschwindigkeiten wurde die Rückhaltdauer im Stausee Orlík mit $t = 6,4$ d geschätzt.

Der Dichtestrom passiert danach das Kraftwerk Orlík (was durch Beobachtung des Stauseepersonals belegt wurde), den Stausee Kamýk und den Zuflussarm der Haltung Slapy. Im Eintrittsbereich des eigentlichen Stausees Slapy mussten angesichts der unterschiedlichen mächtige Fluktuationen eintreten, die zur Destruktion des Dichtestroms und Vermischung mit dem gesamten Restvolumen des Beckens führten. Die reduzierte Rückhaltdauer im Abschnitt Kořensko – Podolí würde $t = 43,9$ d, betragen, das ist 3 x weniger als oben angegeben. Der Dichtestrom verkürzt also die Rückhaltdauer bei Isothermie beträchtlich. Sein Auftreten entspricht dem Auftreten von Hochwasserdurchflüssen im Herbstzeitraum. Das spezifische Verhalten des Dichtestroms hat jedoch nach der Ablagerung von radioaktiven Stoffen auf die Oberfläche aus der Atmosphäre einen geringen Einfluss. [8].

Die festgelegten mittleren Rückhaltdauern für Wasser wurden bei der Bewertung der Transportgeschwindigkeit und der Verdünnung der radioaktiven Stoffe nach ihrer Ablagerung auf der Oberfläche des Stausees Orlík angewandt. Angesichts dessen, dass die genannten Rückhaltdauern mit Austritt von radioaktiven Stoffen in das Profil Kořensko gerechnet haben,

wurden für den Fall von homogener Ablagerung auf der Oberfläche des Stausees Orlík und der Zuflussarme von Lužnice und Otava die in Tab. 9 – Stratifikation und in Tab. 11 – Isothermie für den Stausee Orlík auf dem Niveau von $\frac{1}{2}$ Werten, d. h. 23,6 d und 43,2 d angenommen. Für den Abschnitt Stausee Orlík Prag-Podolí waren es also 41,4 d bzw. 83,8 d.

Für den Abschnitt Moldau Prag-Podolí bis Elbe Hřensko wurde eine Rückhaltdauer von 2,5 Tagen angenommen, die sich aus der Verfolgung der Aktivitätskonzentrationen beim Betrieb des KKW Temelín in diesen Profilen ergibt.

5.4 Auswertung der Halbwertszeiten für Radionuklide des Quellterms bzw. deren Einflusses auf die Reduktion der abgeleiteten Aktivitätskonzentrationen im Profil Elbe Hřensko/Schöna

Weitere begutachtete Faktoren waren der Einfluss des radioaktiven Zerfalls der Radionuklide des Quellterms angesichts der Rückhaltdauer des kontaminierten Wassers im Stausee Orlík sowie auf der Strecke Orlík – Praha/Podolí bzw. Hřensko/Schöna sowie der Einfluss der Verdünnung. Zur Illustration dieser Faktoren wurde die Einheitsaktivität gewählt und ihr Rückgang durch Zerfall bei Rückhaltedauern, die dem mittleren jährlichen Wasserdurchfluss im Abschnitt Stausee Orlík – Elbe Hřensko entsprechen, bewertet. Bei Yttrium 90 wurde dahingegen in den Profilen Moldau Prag-Podolí und Elbe Hřensko dessen Aktivitätszunahme aus dem Mutternuklid Strontium 90 angenommen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Aus den Berechnungswerten ergibt sich, dass durch den radioaktiven Zerfall bereits in Prag-Podolí unter das Niveau der restlichen Aktivitätskonzentration von $1 \cdot 10^{-3}$ bereits Tellur 131m, Lanthan 140 und Jod 131 bei Isothermie eliminiert sind. Eine deutliche Senkung der Aktivitätskonzentrationen trat auch bei Barium 140 ein. Im Grenzprofil Labe - Hřensko setzte sich der Rückgang der Aktivitätskonzentrationen hauptsächlich wegen der Verdünnung fort.

Angesichts der Halbwertszeiten und des Strahlenrisikos der einzelnen Radionuklide des Quellterms wurde die Bewertung des Einfangs von Strontium 90 und Cäsium 137 im Stausee Orlík zu ihren Aktivitätskonzentrationen im Profil Moldau Solenice betrachtet.

Tabelle 12 Rückgang der Einheitsaktivität der Radionuklide des Quellterms durch radioaktiven Zerfall und Verdünnung bei durchschnittlichem Wasserdurchfluss am Beispiel der Profile Moldau Prag-Podolí und Elbe Hřensko

Radionuklid, Quellterm	Halbwertszeit	Moldau Prag-Podolí		Elbe Hřensko	
		Isothermie	Stratifikation	Isothermie	Stratifikation
		Bq/L			
⁹⁰ Sr	28,9 y	0,58	0,581	0,263	0,264
⁹⁰ Y	64,053 h	0,58	0,581	0,263	0,264
¹⁰³ Ru	39,26 d	0,133	0,28	0,055	0,116
^{131m} Te	25 min	0,00	0,00	0,00	0,00
¹³¹ I	8,0252 d	0,00	0,016	0,00	0,005
¹³⁷ Cs	30,08 y	0,58	0,581	0,263	0,264
¹⁴⁰ Ba	12,7527 d	0,003	0,028	0,002	0,021
¹⁴⁰ La	1,67855 d	0,00	0,00	0,00	0,00
¹⁴¹ Ce	32,508 d	0,098	0,24	0,040	0,098

5.5 Auswertung des Rückgangs des Gehalts an Strontium 90 und Cäsium 137 durch Einfang an Schwemmstoffen und Sedimenten unter Anwendung der Erfahrungen aus dem Tschernobyl-Unfall [6] [9]

Unter Nutzung der Ergebnisse der Verfolgung von Aktivitätskonzentrationen von Strontium 90 und Cäsium 137 in den Zuflüssen des Stausees Orlík in den Profilen Moldau Hněvkovice, Lužnice Koloděje und Otava Topělec und am Abfluss aus dem Stausee Orlík im Profil Moldau Solenice wurden die durchschnittlichen jährlichen Aktivitäten ausgewertet.

Die Jahresbilanz der Aktivität der aufgeführten Radionuklide B_j wurde unter Anwendung der jährlichen durchschnittlichen Wasserdurchläufe und der jährlichen durchschnittlichen Aktivitätskonzentrationen in den genannten Profilen für den Zeitraum 1996 – 2008 (Strontium 90) bzw. 1990 – 2008 (Cäsium 137) nach folgender Beziehung berechnet:

$$B_j = c_i \cdot Q_j \cdot t \quad (2)$$

wobei c_j ist die jährliche durchschnittliche Aktivitätskonzentration des Radionuklids im Profil im Jahr j (Bq/m^3)
 Q_j ist der jährliche durchschnittliche Durchfluss im Profil im Jahr j (m^3/s)
 t Dauer von 1 Jahr (s/y)

Aus den Ergebnissen der Jahresbilanzen der Aktivitäten an Zuflüssen, am Zwischeneinzugsgebiet und Abfluss aus dem Stausee Orlík wurde der jährliche Einfang (Freisetzung) der Radionuklidaktivität nach folgender Beziehung berechnet:

$$Z_j = \sum_{p=1}^p B_{p,j} + B_{m,j} - B_{o,j} \quad (3)$$

wobei $B_{p,j}$ ist die Jahresbilanz der Radionuklidaktivität in den Zuflüssen des Stausees Orlík (Moldau Hněvkovice, Lužnice Koloděje, Otava Topělec) im Jahr j (Bq/y)
 $B_{m,j}$ ist die Jahresbilanz der Radionuklidaktivität im Zufluss des Stausees Orlík aus dem Zwischeneinzugsgebiet im Jahr j (Bq/y)
 $B_{o,j}$ ist die Jahresbilanz der Radionuklidaktivität am Abfluss aus dem Stausee Orlík (Moldau Solenice) im Jahr j (Bq/y)

Die Jahresbilanz der Aktivität der aus dem Zwischeneinzugsgebiet zufließenden Radionuklide wurde nach der folgenden Beziehung berechnet:

$$B_{m,j} = c_{m,i} \cdot Q_{m,j} \cdot t \quad (4)$$

wobei $c_{m,i}$ ist der gewogene Durchschnitt der jährlichen Aktivitätskonzentrationen der Moldau-Zuflüsse Hněvkovice, Lužnice Koloděje, Otava Topělec im Jahr j (Bq/m^3)
 $Q_{m,j}$ ist der jährliche durchschnittliche Durchfluss aus dem Zwischeneinzugsgebiet (m^3/s)

Des Weiteren wurde unter Anwendung der Jahresbilanzen an Zuflüssen, am Zwischeneinzugsgebiet und Abfluss aus dem Stausee Orlík der in Prozent ausgedrückte jährliche Einfang der Radionuklidaktivität nach folgender Beziehung berechnet:

$$Z_j = \frac{\sum_{p=1}^p B_{p,j} + B_{m,j} - B_{o,j}}{\sum_{p=1}^p B_{p,j} + B_{m,j}} \cdot 100 \quad (5)$$

Für den Bedarf der Berechnung von Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide des Quellterms unter dem Stausee Orlík wurde der Einfang von Strontium 90 und Cäsium 137 nach dem Unfall des Kernreaktors in Tschernobyl im Zeitraum 1996 – 2008 (Strontium 90) bzw. 1990 – 2008 (Cäsium 137) bewertet. Zur Bewertung des Einflusses des Stausees Orlík auf den Abfluss der Aktivität von Strontium 90 und Cäsium 137 aus dem beobachteten Gebiet wurde die Bilanz in den Zuflüssen des Stausees Orlík, d. h. B90Sr und B137Cs in den Profilen Moldau Hněvkovice, Lužnice Koloděje und Otava Topělec und am Abfluss des Stausees Orlík im Profil Moldau Solenice verglichen.

Die Entwicklung der Bilanz von Strontium 90 an Zuflüssen und am Zufluss summarisch und am Abfluss aus dem Stausee Orlík während des gesamten verfolgten Zeitraums 1996 – 2008 ist in Abb. 4 dargestellt. Die höchsten Jahresbilanzen wurden für den Abfluss aus dem Stausee Orlík im Profil Moldau Solenice mit einem Durchschnittswert von 17,1 GBq/y (Bereich 4,69 – 39,3 GBq/y) ausgewertet. Die festgestellten Bilanzen am Zufluss in der Moldau und in der Lužnice waren ungefähr gleich, in der Moldau durchschnittlich 5,14 GBq/y (Bereich 2,12 – 10,7 GBq/y), in der Lužnice durchschnittlich 4,97 GBq/y (Bereich 1,43 – 11,3 GBq/y) und in der Otava durchschnittlich 3,28 GBq/y (Bereich 1,62 – 8,28 GBq/y). Ebenso wie bei den jährlichen durchschnittlichen Aktivitätskonzentrationen von Strontium 90 wurde auch eine Abnahme der jährlichen Bilanz von Strontium 90 beobachtet.

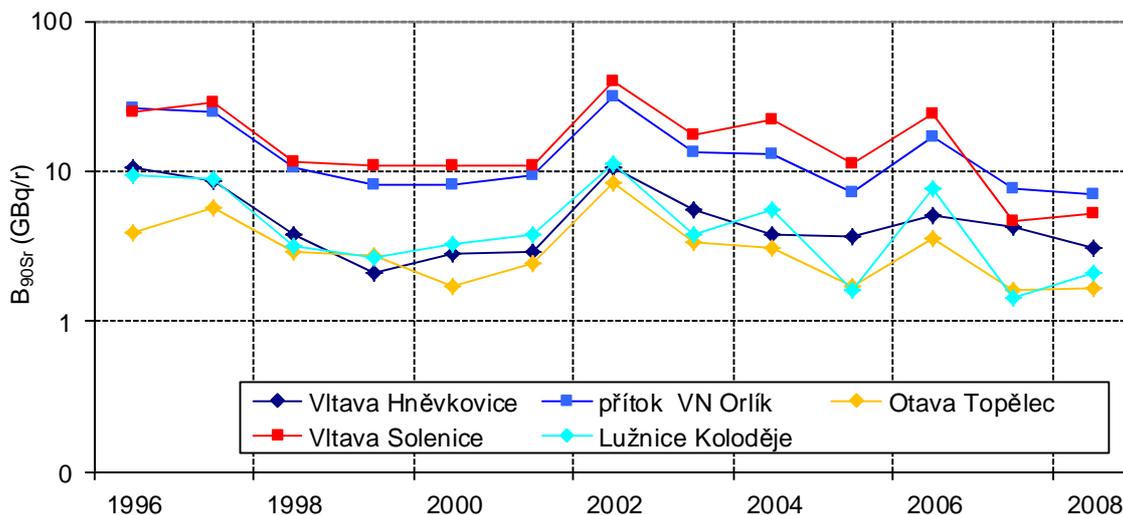


Abb. 4 Entwicklung der Jahresbilanz der Aktivität von Strontium 90 in den einzelnen Profilen, an Zuflüssen und am Abfluss aus dem Stausee Orlík während des Zeitraums 1996 - 2008

Aufgrund der ausgewerteten Bilanzen wurden in Abb. 5 der Zufluss und der Abfluss von Strontium 90 aus dem Stausee Orlík gegenübergestellt. Bewertet wurde das Verhältnis der Aktivität von Strontium 90 am Zufluss und am Abfluss aus dem Stausee Orlík in den einzelnen Jahren. Das festgestellte Verhältnis im Zeitraum 1996 – 2008 bewegte sich im Bereich 0,58 – 3,91, Durchschnitt 0,89. Im Durchschnitt tritt also eher eine Freisetzung der Aktivität von Strontium 90 aus dem Stausee Orlík ein. In Prozent bewegte sich der beobachtete Einfang im Bereich -72 bis +37,8 %, Durchschnitt -20,3 %. In Aktivitätseinheiten handelt es sich um -9,28 bis +2,85 GBq/y, durchschnittlich -2,97 GBq/y. Der Einfang von Strontium 90 wurde somit für die Bewertung der Unfallfolgen in der NKKa ETE betrachtet.

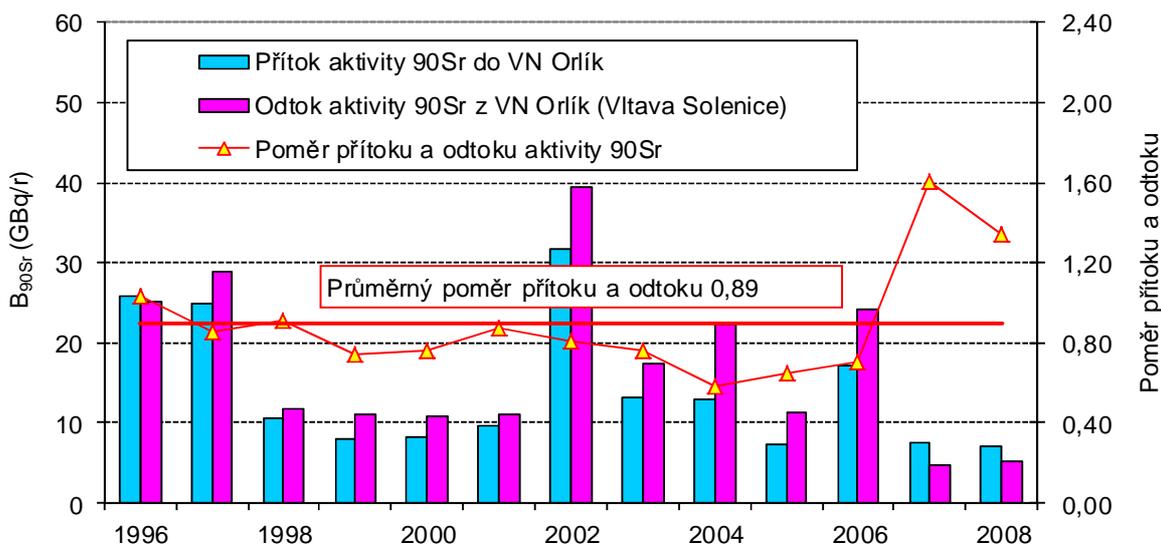


Abb. 5 Entwicklung der Jahresbilanz der Aktivität von Strontium 90 an Zuflüssen und am Abfluss aus dem Stausee Orlík und deren Verhältnis während des Zeitraums 1996 – 2008

Zufluss der 90Sr-Aktivität in den Stausee Orlík

Abfluss der 90Sr-Aktivität aus dem Stausee Orlík (Moldau Solenice)

Verhältnis des Zu- und Abflusses der 90Sr-Aktivität

Durchschnittliches Verhältnis des Zu- und Abflusses 0,89

Verhältnis des Zu- und Abflusses

Die Entwicklung der Jahreswerte der Bilanz von Cäsium 137 an Zuflüssen und am Abfluss aus dem Stausee Orlík während des gesamten verfolgten Zeitraums 1990 – 2008 ist in Abb. 6 dargestellt. Die höchsten Jahresbilanzen wurden für den Fluss Otava mit einem Durchschnittswert von 5,10 GBq/y (Bereich 0,63 – 38,5 GBq/y) ausgewertet. Die in der Moldau und in der Lužnice festgestellten Bilanzen waren ungefähr gleich. In der Moldau waren es durchschnittlich 2,47 GBq/y (Bereich 0,59 – 8,49 GBq/y), in der Lužnice durchschnittlich 2,41 GBq/y (Bereich 0,54 – 6,07 GBq/y). Die Bilanz im Profil Moldau, d. h. am Abfluss aus dem Stausee Orlík betrug im Durchschnitt 4,0 GBq/y (Bereich 0,94 – 12,4 GBq/y). Ebenso wie bei den jährlichen durchschnittlichen Aktivitätskonzentrationen von Cäsium 137 wurde auch eine Abnahme der jährlichen Bilanzwerte in den einzelnen Profilen beobachtet.

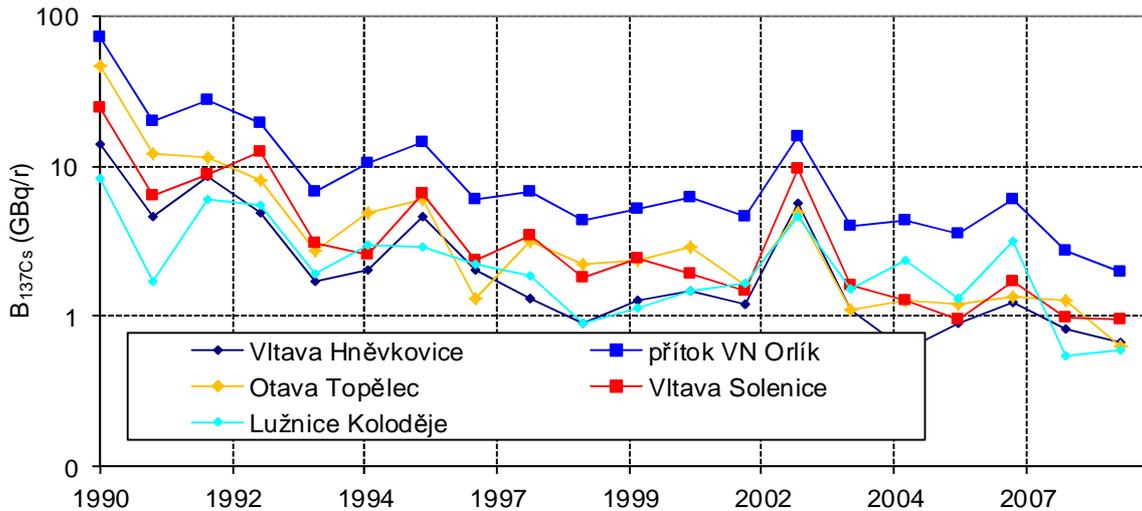


Abb. 6 Entwicklung der Jahresbilanz der Aktivität von Cäsium 137 in den einzelnen Profilen, am Zufluss und am Abfluss aus dem Stausee Orlík während des Zeitraums 1990 – 2008

Vltava → Moldau
 přítok VN Orlík → Zufluss Stausee Orlík

Aufgrund der ausgewerteten Bilanzen wurden in Abb. 7 der Zufluss und der Abfluss von Cäsium 137 aus dem Stausee Orlík gegenübergestellt. Bewertet wurde das Verhältnis des Zuflusses und Abflusses an Aktivität von Cäsium 137 aus dem Stausee Orlík in den einzelnen Jahren. Das festgestellte Verhältnis im Zeitraum 1990 – 2008 bewegte sich im Bereich 1,56 – 4,11 bei einem Durchschnittswert von 2,76.

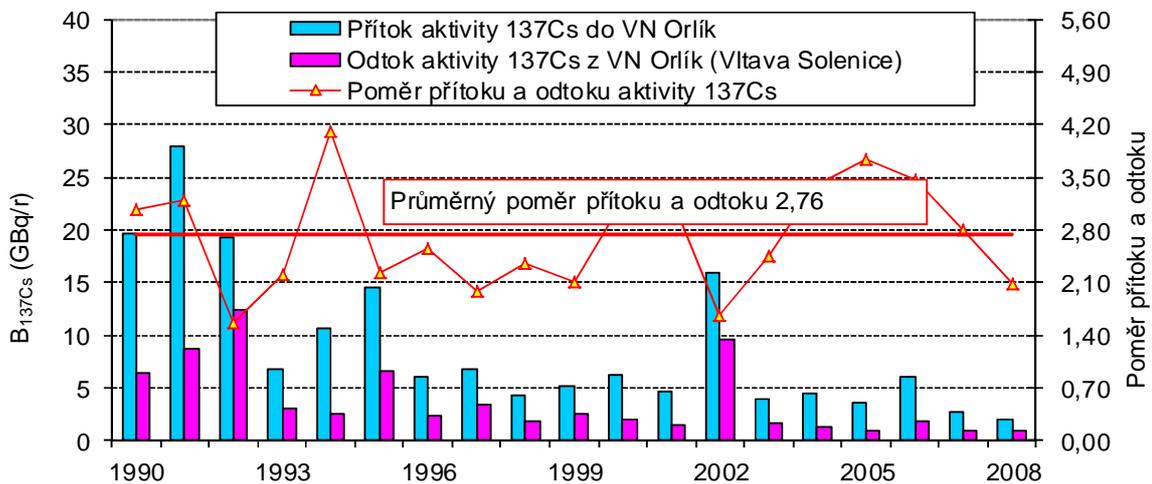


Abb. 7 Entwicklung der Jahresbilanz der Aktivität von Cäsium 137 an Zuflüssen und am Abfluss aus dem Stausee Orlík und deren Verhältnis während des Zeitraums 1990 – 2008

Zufluss der 137Cs-Aktivität in den Stausee Orlík
 Abfluss der 137Cs-Aktivität aus dem Stausee Orlík (Moldau Solenice)
 Verhältnis des Zu- und Abflusses der 137Cs-Aktivität

Durchschnittliches Verhältnis des Zu- und Abflusses 2,76

Verhältnis des Zu- und Abflusses

Es ist demnach offensichtlich, dass der Einfang der Aktivität von Cäsium 137 eintritt. Die ausgewerteten Einfänge im Stausee Orlík bewegten sich im Bereich 36,0 – 75,7 % bei einem Durchschnittswert von 60,7 %. In Aktivitätseinheiten handelt es sich um 1,0 – 38,4 GBq/y beim Durchschnittswert 6,6 GBq/y. So wie bei der jährlichen durchschnittlichen Aktivitätskonzentration und der Bilanz von Cäsium 137 wurde ein Abnahmetrend beim Einfang von Cäsium 137 im Stausee Orlík beobachtet. Aus dem Rückgang des Einfangs im Zeitraum 1990 – 2008 wurde eine effektive Halbwertszeit von 7,1 y und eine ökologische Halbwertszeit von 9,3 y ausgewertet. Die Entwicklung des Einfangs im Stausee Orlík ist in Abb. 8 dargestellt.

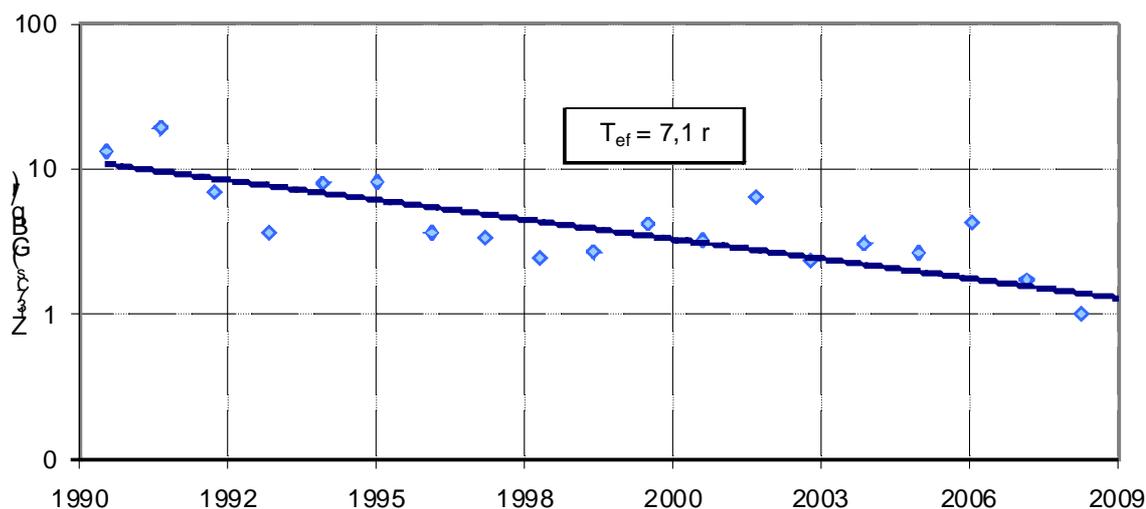


Abb. 8 Entwicklung des Einfangs der Aktivität von Cäsium 137 im Stausee Orlík während des Zeitraums 1990 – 2008

Zusammenfassend kann aufgrund der Bewertung der Summe der Aktivitätsbilanzen von Strontium 90 an Zuflüssen, Zwischeneinzugsgebiet und am Abfluss aus dem Stausee Orlík festgestellt werden, dass kein bedeutender Einfang von Strontium 90 festgestellt wurde, und aus diesem Grund wurde für die Abschätzung der Folgen eines schweren Unfalls auf den Gehalt an Strontium 90 im Wasser unter dem Stausee Orlík kein Einfang angenommen. Bei Cäsium 137 wurde ein bedeutender Einfang mit Jahresdurchschnittswert von 60,7 % beobachtet. Aus diesem Grund wurde für die Modellberechnung der Folgen eines schweren Unfalls im Kennzeichen Cäsium 137 bzw. dessen weiterer Radioisotope mit einer durchschnittlichen Senkung der Aktivitätsbilanz von Cäsium 137 im Stausee Orlík bzw. einer Senkung der durchschnittlichen Aktivitätskonzentration infolge des Einfangs auf 40 % gerechnet.

5.6 Auswertung der Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide des Quellterms in den ersten Phasen nach dem Niederschlag des Austritts nach einem schweren Unfall

Es wurde die Übertragung radioaktiver Stoffe beim Austritt in die Atmosphäre unter Beteiligung von Niederschlägen auf die Oberfläche des Stausees Orlík, einschließlich des Lužnice- und des Otava-Arms mit einer Fläche von 27,32 km² betrachtet. Die Aktivitätsbilanzen der freigesetzten Radionuklide und die entsprechenden durchschnittlichen Flächenaktivitäten auf der Oberfläche des Stausees Orlík sind in Kap. 4, Tabelle 3 aufgeführt.

Es wurde zwei Fälle des Verhaltens des Stausees Orlík betrachtet – Isothermie und Stratifikation. Bei der Isothermie (Herbst, Frühjahr) kommt es zur Durchmischung der abgelagerten

Aktivität der Radionuklide im gesamten Volumen des Stausees Orlík von $716,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Bei Wärmestratifikation (Sommer, Winter) vermischt sich gemäß Rudiš [8] die Aktivität nur im erweiterten Epilimnion, dessen Volumen wir mit $\frac{1}{2}$ Volumen des Stausees ansetzen, d. h. mit $358,106 \text{ m}^3$. Für den Übergang des Wassers aus dem Epilimnion in Hypolimnion gibt Rudiš [10] einen Diffusionskoeffizienten in vertikaler Richtung von $E = 8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ an. Es zeigt sich, dass der Einfluss der Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide bei der Stratifikation sehr gering ist, und wurde deshalb vernachlässigt.

Die durchschnittliche Aktivitätskonzentration der bewerteten Radionuklide des Quellterms unter der Voraussetzung einer gleichmäßigen Durchmischung der abgelagerten Aktivität im Stausee Orlík wurde aufgrund folgender Beziehung berechnet:

$$c_i = \frac{A_i}{V_{VN}} \quad (6)$$

wobei c_i ist die durchschnittliche Aktivitätskonzentration der Radionuklide des Quellterms im Stausee Orlík bei Isothermie (Bq/L)

A_i ist die Aktivität der auf der Oberfläche des Stausees Orlík abgelagerten Radionuklide (Bq)

V_{VN} Volumen des Stausees Orlík (m^3 bzw. L)

Es wurde die vereinfachte Voraussetzung angenommen, dass die Aktivität der freigesetzten Radionuklide auf die Oberfläche des Stausees Orlík niedergeht, und ab dem Zeitpunkt der Ablagerung wird mit ihrem Rückgang durch radioaktiven Zerfall gerechnet. Die berechneten durchschnittlichen Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide des Quellterms sind in Tabelle 13 aufgeführt.

Tabelle 13 Durchschnittliche Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide des Quellterms nach Durchmischung der abgelagerten Aktivität im Stausee Orlík unter den Bedingungen der Isothermie und der Stratifikation

Radionuklid, Quellterm	Aktivitätskonzentration im Stausee Orlík (Bq/L)	
	Isothermie	Stratifikation
^{90}Sr	3,41E+00	6,82E+00
^{90}Y	5,00E-05	1,00E-04
^{103}Ru	2,04E+00	4,08E+00
$^{131\text{m}}\text{Te}$	1,22E+01	2,45E+01
^{131}I	3,28E+01	6,56E+01
^{137}Cs	2,05E+01	4,11E+01
^{140}Ba	6,76E+01	1,35E+02
^{140}La	3,15E+00	6,31E+00
^{141}Ce	2,72E+00	5,44E+00

Die Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide des Quellterms bewegen sich nach Durchmischung im Zehnerbereich von Bq/L bei den Radionukliden Barium 140, Jod 131, Cäsium 137 und Tellur 131m. Im Einerbereich von Bq/L bei Strontium 90, Lanthan 140, Cer 141 und Ruthenium 103.

5.7 Festlegung der Aktivitätskonzentrationen der bewerteten Radionuklide des Quellterms bei durchschnittlichen Wasserdurchflüssen in den Profilen Moldau Prag und Elbe Hřensko/Schöna und nach Korrektur aufgrund des Einfangs von Radionukliden im Stausee Orlík sowie des radioaktiven Zerfalls

Die Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide in den Profilen Moldau Prag-Podolí und Elbe Hřensko wurde unter Anwendung der Rückhaltedauern gemäß Rudiš [8] für einen durchschnittlichen Wasserdurchfluss im Profil Stausee Orlík Damm von 82,75 m³/s berechnet (angesichts des Unfallcharakters d. h. Niederschlag auf die gesamte Fläche des Stausees Orlík, einschließlich seiner Arme, wurde die Durchflussdauer durch den Stausee Orlík auf ½ reduziert, d. h. bei Stratifikation entspricht das 23,6 d und bei Isothermie 43,2 d, die Dauer des Durchflusses zwischen den Profilen Prag-Podolí und Elbe Hřensko wurde auf 2,5 Tage geschätzt), des Weiteren unter Berücksichtigung des Einfangs (bei Cäsium 137), des Einflusses der Verdünnung durch Zuflüsse der Moldau und der Elbe sowie des radioaktiven Zerfalls nach folgender Beziehung:

$$c_i = \left(\frac{A_i}{V_{VN}}\right) \cdot (1 - Z_i) \cdot \left(\frac{Q_i}{Q_j}\right) \cdot e^{-\lambda_i \cdot t} \quad (7)$$

- wobei c_i ist die durchschnittliche Aktivitätskonzentration des Radionuklids des Quellterms im Profil
 A_i ist die Aktivität der auf der Oberfläche des Stausees Orlík abgelagerten Radionuklide (Bq)
 V_{VN} Volumen des Stausees Orlík (m³ bzw. L)
 Z_i Einfang des Radionuklids im Stausee Orlík
 Q_i durchschnittlicher Durchfluss im Profil Stausee Orlík Damm (L/s)
 Q_j durchschnittlicher Durchfluss im Profil Moldau Prag-Podolí bzw. Elbe Hřensko (L/s)
 Λ_i Halbwertszeit des Radionuklids des Quellterms (d)
 t Rückhaltedauer des Wassers im Längenprofil zwischen den Profilen Moldau Stausee Orlík und Moldau Prag-Podolí bzw. Elbe Hřensko (d)

Die zusammenfassenden Ergebnisse der Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide des Quellterms nach Verdünnung im Stausee Orlík und anschließend in den Profilen Moldau Prag-Podolí und Elbe Hřensko nach Korrektur aufgrund des radioaktiven Zerfalls sind in Tabelle 14 aufgeführt.

Tabelle 14 Entwicklung der Aktivitätskonzentration der Radionuklide des Quellterms durch radioaktiven Zerfall und Verdünnung bei durchschnittlichem Wasserdurchfluss am Beispiel der Profile Moldau Prag-Podolí und Elbe Hřensko

Radionuklid, Quellterm	Halbwertszeit	Moldau Prag-Podolí		Elbe Hřensko	
		Isothermie	Stratifikation	Isothermie	Stratifikation
Bq/L					
⁹⁰ Sr	28,9 y	1,97	3,96	0,90	1,80
⁹⁰ Y	64,053 h	1,97	3,96	0,90	1,80
¹⁰³ Ru	39,26 d	0,27	1,14	0,12	0,49
^{131m} Te	25 min	0,00	0,00	0,00	0,00
¹³¹ I	8,0252 d	0,01	1,05	0,01	0,38
¹³⁷ Cs	30,08 y	4,76	9,55	2,16	4,33
¹⁴⁰ Ba	12,7527 d	0,19	3,73	0,16	3,25
¹⁴⁰ La	1,67855 d	0,00	0,00	0,00	0,00
¹⁴¹ Ce	32,508 d	0,27	1,31	0,11	0,56

Bei Radionukliden mit relativ hohen Verteilungskoeffizienten für Wasser und Stoffe in Wasserumgebung wie Cer 141, Ruthenium 103, Lanthan 140, Jod 131 und Barium 140 kann man erwarten, dass ihre tatsächlichen Aktivitätskonzentrationen noch niedriger als die berechneten sein werden.

6. SCHLUSS

Die in den Projekten neuer Kernkraftwerke geltend gemachten Anforderungen unterscheiden sich deutlich von den früheren Projekten durch die erweiterte Nutzung des Mehrbarrierenkonzepts sowohl durch Vorbeugung von schweren Unfällen als auch durch Beherrschung ihrer Folgen. Die Entstehung eines schweren Unfalls kann nur durch eine Kombination mehrfacher Versagung der sicherheitsrelevanten technologischen Systeme und des menschlichen Fehlers auf unterschiedlichen unabhängigen Ebenen der mehrschichtigen Sicherheit eintreten, z. B. beim Verlust des Primärkühlmittels und anschließenden langfristigen Verlust der äußeren und dann auch inneren Quellen der Stromversorgung. Auch für solche extrem unwahrscheinlichen Unfälle sind die Blöcke der neuen Generation mit speziellen Systemen zur Meisterung einer solchen Situation ausgerüstet. Die neuen KKW sind so entworfen, dass die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens eines schweren Unfalls niedriger als 10^{-5} /Reaktor.Jahr sein muss. Diese Forderung ist für alle für den Bau in Temelín in Frage kommenden Reaktortypen mit großer Reserve erfüllt.

In die Umwelt wird auch bei einem schweren Unfall mit erhaltener Integrität des Sicherheitsbehälters nur ein Bruchteil der Aktivität der Spaltprodukte aus dem Brennstoff freigesetzt. Bezpečnostní požadavky na nové jaderné zdroje vyžadují i takové omezení úniků při těžké havárii, aby únik radioaktivních látek nezpůsobil zdravotně významné ozáření okolního obyvatelstva a nevyvolal ani nutnost zavedení dlouhodobých velkoplošných omezení zemědělské výroby nebo využívání vodních ploch.

Die maximal möglichen Strahlenfolgen der angenommenen hypothetischen Situation illustriert die folgende Tabelle 15, aus der sich ergibt, dass auch in einer sehr ungünstigen Situation keine solche Kontamination des Wasserlaufs eintritt, die in den verfolgten Profilen dessen wasserwirtschaftliche Nutzung unmöglich machen würde. Dabei handelt es sich um das Maximum der Aktivitätskonzentration, wobei das Vorkommen nur einige Tage und nicht das ganze Jahr dauern kann (sodass die Einlagerung aufgrund eines Verbrauchs von 700 l nicht real ist).

Tabelle 15 Hypothetische Strahlenfolgen einer Kontamination des Wasserlaufs Moldau – Elbe nach einem schweren Unfall der neuen Kernkraftanlage im KKW Temelín

Radionuklid	Umsetzungsfaktor* h_{ing} [Sv/Bq]	Maxima der Aktivitätskonzentration a_v [Bq/l]		$h_{ing} \cdot a_v$ [Sv/l]	
		Moldau Podolí	Elbe Hřensko	Moldau Podolí	Elbe Hřensko
⁹⁰ Sr	2,80E-08	3,96	1,80	1,11E-07	5,04E-08
⁹⁰ Y	2,70E-09	3,96	1,80	1,07E-08	4,86E-09
¹⁰³ Ru	7,30E-10	1,14	0,49	8,32E-10	3,58E-10
^{131m} Te	1,90E-09	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00
¹³¹ I	2,20E-10	1,05	0,38	2,31E-10	8,36E-11
¹³⁷ Cs	1,30E-08	9,55	4,33	1,24E-07	5,63E-08
¹⁴⁰ Ba	2,60E-09	3,73	3,25	9,70E-09	8,45E-09
¹⁴¹ Ce	7,10E-10	1,31	0,56	9,30E-10	3,98E-10
Maximale Einlagerung der Äquivalentdosis nach Einnahme von 1 Liter Wasser				2,57E-07 Sv (ca. 0,3 µSv)	1,21E-07 Sv (ca. 0,1 µSv)
Maximale Einlagerung nach Einnahme von 700 Litern Wasser				1,80E-04 Sv (ca. 0,2 mSv)	8,46E-05 Sv (ca. 0,08 mSv)
Theoretischer, zur Einlagerung von 0,1 mSv führender Verbrauch **				ca. 400 l	ca. 800 l

* *Umsetzungsfaktor für Empfang durch Einnahme bei der Alterskategorie der Bevölkerung über 17 Jahre gemäß Anlage 5 der Verordnung des SÚJB Nr. 307/2002 GBl., über Strahlenschutz, in gültiger Fassung*

** *Gesamte Indikationsdosis gemäß Richtlinie des Rats 98/83/EG*

Die vorläufige Begutachtung der in Frage kommenden Kontamination des Wasserlaufs Moldau und Elbe infolge eines schweren Unfalls in einem der neuen Kernkraftblöcke des ETE ging von den folgenden Voraussetzungen aus:

- 1) Die neuen Kernkraftblöcke werden mit Reaktoren PWR der III. bzw. III+ Generation ausgerüstet sein.
- 2) Die Lieferung erfolgt gemäß den Anforderungen der Ausschreibungsunterlagen einschließlich Erfüllung aller Sicherheitsziele der EUR, die die zulässigen Freisetzungen von radioaktiven Stoffen in die Umwelt unter Unfallbedingungen beschränken.
- 3) Zum schweren Unfall kommt es unter solchen meteorologischen Bedingungen, dass der radioaktive Niederschlag eine möglichst große Fläche am Wasserlauf der Moldau trifft.

Die durchgeführte Begutachtung führt zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Die Werte der Aktivitätskonzentrationen der infolge des gegebenen Szenarios eines schweren Unfalls in der NKKa des ETE in die Luft freigesetzten und anschließend maßgeblich auf die Oberfläche des Stausees Orlík abgelagerte Radionuklide wären im gesamten Abschnitt der Wasserläufe Moldau Stausee Orlík bis Elbe Hřensko wesentlich niedriger, als die höchsten zulässigen Niveaus radioaktiver Kontamination für flüssige Nahrungsmittel für außerordentliche Situationen sind (Anlage 3) gemäß Council Regulation No. 2218/89 [11] und der Verordnung des SÚJB über Strahlenschutz [11].
- Angesichts dessen, dass sich die zulässigen Werte der Aktivitätskonzentration gemäß der Richtlinie [11] auch auf die Qualität des Wassers aus der Wasserleitung bezieht, bedroht der begutachtete Strahlenunfall die Nutzung der Elbe als eines wasserwirtschaftlichen Wasserlaufs auf dem Gebiet des benachbarten Staates nicht.
- Auch unter der nicht realen Annahme einer jährlichen Oberflächenwassereinnahme (700 l/y) direkt aus dem Fluss lägen die Einlagerungen der Äquivalentdosis im Profil Moldau Prag-Podolí auf dem Niveau der gesamten Indikationsdosis gemäß der Richtlinie [13] über die Qualität des für menschlichen Verbrauch bestimmten Wassers, die sich jedoch auf die Anforderungen an Trinkwasserqualität unter normalen Bedingungen und nicht in Unfallsituationen bezieht. Auf dem Gebiet des Nachbarstaates wären diese Einlagerungen natürlich noch niedriger – siehe Tabelle 15.
- Eine eventuelle Wasserkontamination stellt kein unmittelbares Gesundheitsrisiko dar und es werden auch die Immissionsstandards bei den Kennziffern der zulässigen Verunreinigung von Oberflächengewässern gemäß [14] nicht überschritten.

7. VERWENDETE UNTERLAGEN

- [1] Nový jaderný zdroj v lokalitě Temelín včetně vyvedení výkonu do rozvodny Kočín, Dokumentace vlivu záměru na životní prostředí dle přílohy č. 4 k zákonu č. 100/2001 Sb., v platném znění, Mai 2010.
- [2] Mišák J., Pokorný O., Doplnující informace k analýzám těžkých havárií pro dokumentaci EIA NJZ ETE, EGP – 5010-F-101049, Dezember 2010.
- [3] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. Revision C, April 2001.
- [4] Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. Technical reports series No. 472, IAEA, Wien, 2010
- [5] HANSLÍK, E. a kol.: Výzkum vlivu jaderně energetických zařízení na životní prostředí. Závěrečná zpráva VÚV TGM Praha, 1998
- [6] IVANOVOVÁ, D.: Studie chování ^{137}Cs , ^{90}Sr a ^3H v okolí Jaderné elektrárny Temelín. Dissertationsarbeit, 2010
- [7] RUEDA, F., MORENO-OSTOS, E., ARMENGOL, J.: The residence time of river water in reservoirs. Ecological Modelling 191, 2006, p. 260-274
- [8] RUDIŠ, M.: Šíření znečištění z JE Temelín ve Vltavské kaskádě. In: Závěrečná zpráva VÚV TGM Praha, 1998
- [9] HANSLÍK, E., IVANOVOVÁ, D., KLUGANOSTOVÁ, M.: Balances of suspended matter and radionuclides in inflow and outflow waters of Orlik Reservoir, Vltava River (Czech Republic). Radioprotection, 44, 5, 2009, p. 321-326, ISSN 0033-8451
- [10] RUDIŠ, M.: Vliv teplotního režimu Vltavské kaskády. In: Závěrečná zpráva VÚV TGM Praha, 1992
- [11] Council Regulation (EURATOM) No. 2218/89
- [12] Verordnung des SÚJB Nr. 307/2002 GBl., über Strahlenschutz, in gültiger Fassung
- [13] RICHTLINIE DES RATS 98/83/EG vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
- [14] Regierungsverordnung 61/2003 GBl. über Kennziffern und Werte der zulässigen Verunreinigung von Oberflächengewässern und Abwässern, Formalitäten der Genehmigung der Ableitung von Abwässern in Oberflächengewässer und in Kanalisationen und über empfindliche Gebiete

8. ANLAGEN

Anlage 1

STAATSMINISTERIUM FÜR
UMWELT UND
LANDWIRTSCHAFT

Freistaat
SACHSEN

STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT
Postfach 10 05 10 | 01076 Dresden

Ansprechpartnerin
Brigitte Röller

Durchwahl
Telefon +49 351 564-6547
Telefax +49 351 564-6549

Ministerstvo životního prostředí
10010 Praha 10 - Vršovická 65
Tschechische Republik

brigitte.roeller@smul.sachsen.de
e*

Bekanntmachung des Vorhabens „Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschließlich Ableitung der Leistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín“

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

Sehr geehrte Frau Honová,

vielen Dank für Ihr Schreiben vom 29.06.2010 und die beigefügten Unterlagen. Sie baten darin das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL), die Bekanntmachung des Vorhabens „Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín einschließlich Ableitung der Leistung in das Umspannwerk mit Schaltanlage Kočín“ öffentlich auszulegen. Mit Schreiben vom 16. August 2010 haben Sie unserer Bitte um Fristverlängerung entsprochen.

Aktenzeichen
(Bitte bei Antwort angeben)
54-4610.10/1/5
Dresden,
den 30. September 2010

Das SMUL hat die Unterlagen am 26. Juli 2010 in ihr Internet-Angebot aufgenommen. Das beabsichtigte Vorhaben wurde am 31.07.2010 sowie am 04.09.2010 (Fristverlängerung) mit öffentlichen Bekanntmachungen in den zwei großen regionalen Tageszeitungen Sachsens bekanntgegeben. Außerdem wurden die Unterlagen im Ministerium selbst ausgelegt.

Hausanschrift:
Staatsministerium für Umwelt- und Landwirtschaft
Wilhelm-Buck-Straße 2
01097 Dresden
www.smul.sachsen.de

Die Bürger hatten damit die Gelegenheit, die Unterlagen in deutscher Sprache im Internet-Angebot des SMUL oder im SMUL selbst vom 02.08.2010 bis 30.09.2010 einzusehen und ihre Stellungnahmen bis zum 30.09.2010 (Poststempel) an das tschechische Umweltministerium zu senden. Im SMUL ist keine Stellungnahme eingegangen.

Verkehrsverbindung:
Zu erreichen mit den Straßenbahnlinien 3, 6, 7, 8, 13
Für Besucher mit Behinderungen befinden sich gekennzeichnete Parkplätze am Königsufer.

Für alle Besucherparkplätze gilt:
Bitte beim Pfortendienst melden.

Unsere Fachbehörden haben die unterlagen geprüft und bewertet. Danach kann aus den vorhandenen Daten für den Normalbetrieb keine relevante zusätzliche Strahlenexposition der Bevölkerung in Sachsen abgeleitet werden. Von besonderem Interesse für den Freistaat Sachsen sind die im Dokument genannten Festlegungen für Störfälle.

* Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

Die Aussagen zu den Auswirkungen eines schweren Unfalls auf die Nachbarländer Österreich und Deutschland beziehen sich allerdings nur auf ausgewählte Ausbreitungsrichtungen in Richtung der kürzesten Entfernungen zu den Grenzen der Nachbarstaaten.

Deshalb bitten wir Sie, die potentielle Strahlenexposition im Fernbereich des Flusssystemes Moldau/Elbe an der Grenze zu Deutschland im weiteren Verfahren zu berücksichtigen.

Obwohl die sächsische Bevölkerung bisher keine Einwende oder Stellungnahmen zu diesem geplanten Vorhaben vorgebracht hat, sind wir sehr daran interessiert, dass auch zukünftig eine hohe Transparenz und Offenlegung realisiert wird. Deshalb bitten wir Sie, dass das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft über den weiteren Verlauf des Verfahrens informiert wird und wir verfügbare Informationen von Ihnen erhalten.

Mit freundlichen Grüßen

Unterschrift

Brigitte Röller
Physikdirektorin

Anlage 2

Auszug aus der RICHTLINIE DES RATES 98/83/EG vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Amtsblatt der Europäischen Union 15/Band 4, S. 103

RADIOAKTIVITÄT

Kennziffer	Wert der Kennziffer	Einheit	Notizen
Tritium	100	Bq/l	Notizen 8, 9
Gesamte Indikationsdosis	0,10	mSv/Jahr	Notizen 9, 10

Notiz 8: Häufigkeit der Überwachung wird später festgelegt

Notiz 9: Mit Ausnahme von Tritium, Kalium 40, Radon und seinen Zerfallsprodukten werden die Häufigkeit der Überwachung, die Überwachungsmethoden und die am besten geeignete Lage der Überwachungspunkte später in Anlage II festgelegt.

Notiz 10: 1. Vorschläge im Sinne der Notiz 8 zur Festlegung der Überwachungshäufigkeit und im Sinne der Notiz 9 zur Festlegung der Überwachungshäufigkeit, der Überwachungsmethoden und der am besten geeigneten Lage der Überwachungspunkte in Anlage II müssen entsprechend dem im Artikel 12 festgelegten Verfahren angenommen werden. Die Kommission wird bei Erarbeitung dieser Vorschläge unter anderem die zuständigen Festlegungen der vorhandenen Rechtsvorschriften oder geeignete Überwachungsprogramme in Betracht ziehen, einschließlich der aus diesen Programmen abgeleiteten Überwachungsergebnisse. Die Kommission legt diese Vorschläge innerhalb von 18 Monaten ab dem im Artikel 18 dieser Richtlinie angegebenen Tag vor.

2. Es wird nicht verlangt, dass der Mitgliedsstaat die Anwesenheit von Tritium oder die Radioaktivität im Trinkwasser zwecks Festlegung der gesamten Indikationsdosis in den Fällen überwacht, wenn er zum Schluss gelangt, dass aufgrund einer anderen durchgeführten Überwachung bekannt ist, dass die Niveaus von Tritium bzw. die berechnete gesamte Indikationsdosis ausreichend unterhalb dem Wert der Kennziffer liegen. In einem solchen Fall teilt der betreffende Staat die Begründung seines Beschlusses der Kommission mit, und zwar einschließlich der Angabe von Ergebnissen dieser anderen Überwachung.

Anlage 3

VERORDNUNG (EURATOM) Nr. 2218/89 DES RATES

vom 18. Juli 1989

zur Änderung der Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation

ANHANG

HÖCHSTWERTE FÜR NAHRUNGSMITTEL UND FUTTERMITTEL (Bq/kg)

	Nahrungsmittel ⁽¹⁾				Futtermittel ⁽²⁾
	Nahrungsmittel für Säuglingen ⁽³⁾	Milcherzeugnisse ⁽⁴⁾	Andere Nahrungsmittel außer Nahrungsmittel von geringer Bedeutung ⁽⁵⁾	Flüssige Nahrungsmittel ⁽⁶⁾	
Strontiumisotope, insbesondere Sr-90	75	125	750	125	
Jodisotope, insbesondere I-131	150	500	2 000	500	
Alphateilchen emittierende Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente, insbesondere Pu-239, Am-241	1	20	80	20	
Alle übrigen Nuklide mit einer Halbwertszeit von mehr als 10 Tagen, insbesondere Cs-134, Cs-137	400	1.000	1.250	1.000	

⁽⁶⁾ Flüssige Nahrungsmittel gemäß Code 2009 und Kapitel 22 der Kombinierten Nomenklatur. Die Werte werden unter Berücksichtigung des Verbrauchs von Leitungswasser berechnet; für die Trinkwasserversorgungssysteme sollten nach dem Ermessen der zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten identische Werte gelten.