


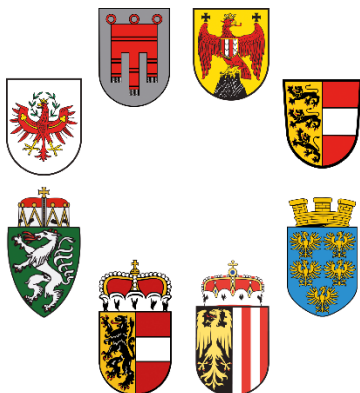
# KKW KRŠKO/SLOWENIEN LAUFZEITVERLÄNGERUNG UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG

*Fachstellungnahme*

Oda Becker  
Kurt Decker  
Lukas Moschen  
Gabriele Mraz

**pulswerk**  
Das Beratungsunternehmen des  
Österreichischen Ökologie-Instituts

 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie



KURZFASSUNG - BARRIEREFREI  
REP-0810

WIEN 2022

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Kernkraftwerk (KKW) Krško liegt in der Gemeinde Vrbinja am linken Ufer des Flusses Save, südwestlich der Stadt Krško. Betreiber ist die Nuklearna elektrarna Krško d.o.o.. Das KKW hat eine Leistung von 1994 MW thermisch bzw. 696 MW elektrisch und gehört jeweils zur Hälfte der Republik Slowenien und der Republik Kroatien; der erzeugte Strom wird zwischen den beiden Ländern aufgeteilt.

Der Reaktor ist ein Leichtwasserreaktor von Westinghouse. Der Betrieb des KKW startete 1983, die Betriebsdauer betrug ursprünglich 40 Jahre (bis 2023). Derzeit ist eine Verlängerung der Betriebsdauer von 40 auf 60 Jahre geplant, also bis 2043. Slowenien hat Österreich über die geplante Laufzeitverlängerung als vorgeschlagene Aktivität im Rahmen der Espoo Konvention und der UVP-Richtlinie der EU notifiziert und Österreich beteiligt sich an der grenzüberschreitenden UVP. Die zuständige UVP-Behörde ist das slowenische Ministerium für Umwelt und Raumplanung.

Das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie beauftragte das Umweltbundesamt, die Bewertung der vorgelegten UVP-Unterlagen im Rahmen der hier vorliegenden Fachstellungnahme zu koordinieren. Ziel der österreichischen Beteiligung am UVP-Verfahren ist es, mögliche signifikante nachteilige Auswirkungen des Projekts auf Österreich zu minimieren oder zu verhindern.

### Verfahren und Alternativen

Die Unterlagen zum UVP-Verfahren sind grundsätzlich vollständig. Es werden alle Themen behandelt, die laut Espoo-Konvention und EU UVP-Richtlinie in einem UVP-Bericht enthalten sein sollen.

Das KKW Krško liefert ca. 38 % der gesamten Stromerzeugung Sloweniens. Alternativen zur Laufzeitverlängerung liegen in der Stromerzeugung durch andere Technologien und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz. Die im Nationalen Energie- und Klimaplan Sloweniens (NEPN) enthaltenen Pläne für den Einsatz erneuerbarer Energien und für Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz wurden von der Europäischen Kommission in ihrer Bewertung des NEPNs 2020 als nicht bis wenig ambitioniert beschrieben. Auch eine aktuelle Studie der TU Wien (RESCH et al. 2021) kommt zu dem Schluss, dass 2030 bereits über 50% des slowenischen Strombedarfs über Photovoltaik und Windenergie (an Land) gedeckt werden könnte.

### Abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle

Abgebrannte Brennelemente aus der Laufzeitverlängerung klingen zunächst im Lagerbecken ab, danach sollen sie in das Zwischenlager (Trockenlager) gebracht werden, das derzeit am Standort Krško errichtet wird. Der geplante Betriebsbeginn wurde mehrfach verschoben und wird nun für 2023 erwartet. Falls es zu einer weiteren Verschiebung kommt, wird die Kompaktlagerung im Lagerbecken

ausgebaut – dies sollte jedoch aus sicherheitstechnischen Gründen vermieden werden.

Slowenien und Kroatien haben sich 2015 geeinigt, ein gemeinsames Tiefenlager für die abgebrannten Brennelemente zu errichten. Laut zweier Szenarien im UVP-Bericht ist der Betriebsbeginn entweder für 2065 oder für 2093 angedacht. Laut UVP-Unterlagen wird auch eine Wiederaufarbeitung der abgebrannten Brennelemente nicht ausgeschlossen. Sowohl die slowenische (ARAO) als auch die kroatische Abfallorganisation (FOND- NEK) sind Mitglied im Verein ERDO, der ein multinationales Endlager anstrebt. Über den Fortschritt dieser Aktivitäten wurde in den UVP-Unterlagen jedoch nicht berichtet.

Neben den abgebrannten Brennelementen fallen auch schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LILW) aus Betrieb und zukünftiger Stilllegung des KKW an. Die Zwischenlagerkapazitäten für den LILW sind nahezu erschöpft, die UVP-Unterlagen haben weder dargelegt, wann das LILW-Zwischenlager in Kroatien in Betrieb geht, noch, wann das slowenische LILW-Endlager in Vrbinja betriebsbereit sein wird.

### **Langzeitbetrieb des Reaktortyps**

Das KKW Krško ist bereits fast 40 Jahre in Betrieb. Das bedeutet, dass negative Alterungseffekte der Strukturen, Systeme und Komponenten (SSK) ein Sicherheitsproblem darstellen könnten, auch wenn laut UVP-BERICHT (2022) durch das Alterungsprogramm (AMP) mögliche negative Folgen verhindert werden.

Das erste Topical Peer Review (TPR 1) gemäß der Richtlinie 2014/87/EURATOM in 2017/18 hat in Slowenien im AMP einige Defizite im Vergleich zum erwarteten Sicherheitsniveau in Europa gezeigt. So entsprach bisher der Umfang der im AMP betrachteten Strukturen, Systeme und Komponenten nicht dem aktuellen IAEA Safety Standard. Im Rahmen der nächsten periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSR3) soll das AMP gemäß IAEA Anforderungen aktualisiert werden. Die PSR3 wird derzeit durchgeführt und die Ergebnisse werden für das Jahr 2022 erwartet. Zudem ist die Funktionsfähigkeit der Kabel unter den Bedingungen der Auslegungserweiterung (DEC) bisher nicht gewährleistet.

Auch die im Oktober 2021 durchgeführte Pre-SALTO (Safety Aspects of Long-Term Operation) Mission der IAEA, erster Schritt eines Überprüfungsprozesses zur Vorbereitung des langfristigen Betriebs (LTO), identifizierte Defizite. Der beste Zeitpunkt für die anschließende SALTO-Mission liegt laut IAEA innerhalb der letzten 10 Jahre der ursprünglich vorgesehenen Betriebsdauer der Anlage. Da die SALTO-Mission erst in einigen Jahren stattfinden wird, könnte es für das KKW Krško zu spät sein, um Defizite für den Langzeitbetrieb zu erkennen und zu beheben.

Die ursprüngliche Auslegung des KKW Krško beruht auf US-Vorschriften aus den 60er-Jahren und ist aus heutiger Sicht als veraltet anzusehen. Das damals angewandte Sicherheitskonzept hat aus heutiger Sicht eine Reihe von grundsätzlichen Defiziten: Die Anzahl der Redundanzen von Sicherheitssystemen ist zu gering. Die verschiedenen Sicherheitseinrichtungen sind teilweise nicht funktionell

unabhängig oder räumlich getrennt, so dass sie sich gegenseitig negativ beeinflussen können. Darüber hinaus ist das Reaktorgebäude verwundbar gegen äußere Einwirkungen. Im UVP-BERICHT (2022) werden die erfolgten umfangreichen Nachrüstungen dargestellt. Dennoch konnten nicht alle Auslegungsdefizite aus technischen und finanziellen Gründen beseitigt werden.

Das zurzeit laufende zweite "Topical Peer Review" (TPR 2) gemäß Artikel 8e der Richtlinie 2014/87/EURATOM befasst sich mit dem ebenfalls für die Sicherheit kerntechnischer Anlagen wichtigen Thema, dem Brandschutz. Der Brandschutz in alten Anlagen, zu denen das KKW Krško gehört, besitzt gegenüber neuen KKW sicherheitstechnische Nachteile. Auslegungs- und materialbedingte Defizite sollen durch zusätzliche Brandmelder und Löschanlagen kompensiert werden. Es ist nicht bekannt, ob bereits erste Ergebnisse des TPR 2 für das KKW Krško vorliegen.

Der Hauptteil der Maßnahmen des Nationalen Aktionsplans zur Abhilfe der im EU Stresstest nach dem Unfall im Fukushima (2011) identifizierten Defizite bestand aus dem bereits vorher geplanten Sicherheits-Upgrade-Programm (SUP) für das KKW Krško. Mit erheblicher Verzögerung wurden die geplanten Maßnahmen Ende 2021 abgeschlossen. Auch wenn erhebliche Verbesserungen erfolgten, ist nicht geklärt, ob das erreichte Sicherheitsniveau (insbesondere bezüglich Erdbeben) ausreichend ist.

Die IAEA, die WENRA und auch die Richtlinie 2014/87/Euratom führen unterschiedliche Sicherheitsstandards für existierende Anlagen und für neue Anlagen ein. Diese Sicherheitsanforderungen für neue Reaktoren sollen aber auch als Referenz herangezogen werden, um bei den bestehenden Anlagen im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfungen die „vernünftig machbaren“ Sicherheitsverbesserungen zu identifizieren.

### **Unfallanalyse (DBA und BDBA)**

Laut UVP-BERICHT (2022) haben die Maßnahmen des SUP die Robustheit des KKW Krško verbessert und das Unfallrisiko verringert. Auch wenn die errechnete Häufigkeit von Kernschäden (CDF) deutlich gesenkt wurde, ist die CDF im Vergleich zu anderen Anlagen hoch. Auch die Orientierungswerte für neue KKW gemäß IAEA (2016b) sind deutlich niedriger. Die Reduzierung der CDF für das KKW Krško erfolgte aufgrund lange überfälliger Nachrüstungen für den derzeitigen Betrieb. Sie sind für eine Betriebsverlängerung aber nicht ausreichend. Zu beachten ist auch, dass Fragen bezüglich der vollständigen Ermittlung der Gefährdungen (intern und extern) noch offen sind. Solange nicht alle potenziellen auslösenden Ereignisse und deren Kombinationen angemessen berücksichtigt werden, sind weder die Unfallszenarien noch die ermittelten Werte für die CDF ausreichend belegt.

Im UVP-BERICHT (2022) sind die beiden Quellterme für einen Auslegungsstörfall und einen auslegungsüberschreitenden Unfall angegeben, die für die Ermittlung der radiologischen Auswirkungen verwendet wurden. Der als maximaler Auslegungsstörfall (LB LOCA – großer Kühlmittelverlust-Störfall) betrachtete Unfall entspricht dem allgemein üblichen Vorgehen in Sicherheitsanalysen.

Als auslegungsüberschreitender Unfall wird das Szenario „Ausfall der gesamten Wechselstromversorgung und Ausfall der Betriebsmannschaft für 24 Stunden“ gewählt. Im Verlauf des Kernschmelzunfalls kommt es zur Freisetzung des gesamten radioaktiven gasförmigen Materials durch die gefilterte Druckentlastung in die Umgebung. Es wird erklärt, dass dieses Unfallszenario einem erweiterten Auslegungsstörfall DEC-B entspricht. Im Falle einer Kernschmelze ist laut UVP-BERICHT (2022) eine solche Freisetzung im Vergleich zu anderen Freisetzungskategorien am wahrscheinlichsten und wird daher als abdeckendes Ereignis betrachtet.

Laut PSA 2 für das KKW Krško können einige der Szenarien von Kernschmelzunfällen ein Versagen des Sicherheitsbehälters verursachen. Diese Szenarien sind mit großen Freisetzungen verbunden. Die ermittelten Wahrscheinlichkeiten und die zugehörigen Quellterme sowie die ermittelte LERF (Large Early Release Frequency) sind im UVP-BERICHT (2022) nicht angegeben. Es wird auch nicht erklärt, wie hoch die Freisetzungen bei einem Durchschmelzen des Fundaments wären.

Laut UVP-BERICHT (2022) resultiert der als abdeckend bezeichnete schwere Unfall aus einem Kernschmelzunfall unter der Annahme der Erhaltung der Integrität des Containments. Der Erhalt des Containments während eines Unfalls ist aber nicht für alle Unfallabläufe gegeben. Auch wenn die errechnete Wahrscheinlichkeit für einen Unfall mit großen radioaktiven Freisetzungen bei Versagen des Containments sehr klein erscheint, sollten die entsprechenden Quellterme für schwere Unfälle in einem grenzüberschreitenden UVP-Verfahren verwendet werden, um die radiologischen Folgen zu ermitteln.

Die WENRA „Safety Objectives for New Power Reactors“ sollten als Referenz für die Identifizierung von vernünftigerweise durchführbaren Sicherheitsverbesserungen für das KKW Krško verwendet werden. Laut WENRA-Sicherheitsziel O3 müssten Unfälle mit Kernschmelze, die zu frühen oder großen Freisetzungen führen würden, praktisch ausgeschlossen werden. Das Konzept des „praktischen Ausschlusses“ von frühen oder großen Freisetzungen wird für das KKW Krško im UVP-BERICHT (2022) nicht erwähnt.

### **Unfälle durch externe Ereignisse**

Die Darstellungen von Unfällen durch externe Ereignisse in den UVP-Unterlagen beschränkt sich auf Bodenbewegung durch Erdbeben, Überflutung und ausgewählte Extremwetterereignisse. Andere seismotektonische Gefahren (Oberflächenversatz, Bodenverflüssigung, störungsnahe Effekte der Bodenbewegungen) und Gefahrenkombinationen werden nicht oder nur unzureichend behandelt.

**Erdbeben:** Das KKW Krško ist erdbebensicher nach der Slowenischen Regelung RG 1.60 für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit<sup>1</sup>. Die maximale Bodenbeschleunigung (Peak Ground Acceleration, PGA) des ursprüngliche Auslegungs-

---

<sup>1</sup> JY5-Regelung, Amtsblatt der Republik Slowenien Nr. 74/16 und 76/17 - ZVISJV-1

erdbebens (Safe Shutdown Earthquake, SSE) mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von  $10^{-4}$ /Jahr wurde mit 0,3 g (Freifeld) gewählt. 2004 und 2014 wurde die Erdbebengefährdung auf zuletzt PGA = 0,56 g erhöht. Aus den UVP-Unterlagen erschließt sich der Nachweis des Widerstands der bestehenden Bauwerke und Systeme bei Verdoppelung von PGA = 0,30 g auf PGA = 0,56 g nicht. Nur neue Bauwerke und Systeme, die im Rahmen des Programms zur sicherheitstechnischen Aufrüstung ausgeführt wurden, sind auf PGA = 0,6 g oder PGA = 0,78 g ausgelegt.

Neue geologische, tektonische und seismologische Daten aus dem Nahbereich des KKW liefern hinreichend Gründe für die Annahme, dass die 2004 und 2014 durchgeführten Erdbebengefährdungsanalysen (Probabilistic Seismic Hazard Assessment, PSHA) nicht mehr aktuell sind. Hinweise dazu ergeben sich aus neuen Daten zu aktiven Störungen und der Erdbebengefährdungskarte von Slowenien 2021, die für den Raum Krško eine um etwa 25% höhere Gefährdung als die nationale Gefährdungskarte 2001 ausweist. Die Gefährdungskarten sind auf das KKW nicht anwendbar<sup>2</sup>. Die starke Erhöhung der Gefährdung zeigt jedoch, dass neue Daten, Bewertungen und Methoden erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse einer neuen PSHA haben. Diese neuen Daten, Bewertungen und Methoden wurden jedoch nicht für den Sicherheitsnachweis des KKW verwendet.

In Bezug auf Erdbeben können die UVP-Unterlagen daher nicht nachweisen, dass sich aus der Verlängerung des Anlagenbetriebs keine zusätzlichen Gefährdungen und Risiken ergeben können. Es ist daher wünschenswert, dass die Entscheidung über die Laufzeitverlängerung auf der Grundlage einer PSHA getroffen wird, die dem Stand von Wissenschaft und Technik entspricht und eine aktualisierte Datengrundlage verwendet. Es wird empfohlen, die Durchführung einer neuen PSHA in ähnlicher Form als Auflage in die umweltschutzrechtliche Stellungnahme aufzunehmen, wie das für Extremwetterereignisse vorgesehen ist (ENTWURF BEWILLIGUNG 2022, Auflage II/1/16).

**Aus Sicht des Erdbebeningenieurwesens** belegen die Angaben aus dem UVP-BERICHT (2022) mit den Verweisen auf den Nuclear Stress Test Report (SNSA 2011) ausreichend, dass der State-of-the-Art (Vorschriften/Normen) im Jahr 2011 eingehalten wurde. Zwischen 2011 und 2022 haben sich jedoch Richtlinien, insbesondere die zitierten Richtlinien von NRC, geändert. Diese Revisionen und etwaige Auswirkungen auf die Nuklearanlage werden im UVP Bericht nicht diskutiert. Der State-of-Science (in diesem Kontext neueste wissenschaftliche Erkenntnisse) wurde weder im UVP-BERICHT (2022) noch im Nuclear Stress Test Report (SNSA 2011) diskutiert. Gerade in den vergangenen zwei Dekaden wurden wichtige Erkenntnisse zur Charakterisierung des seismischen Verhaltens des Equipments (also Strukturen und Systeme, aber keine Bauwerke) gewonnen. Daher bleiben Fragen zu den Themenkreisen Berechnung von Floorspektren, Ermittlung von Fragilitätskurven und der Definition/Schärfung des Wort-

---

<sup>2</sup> Die nationale Gefährdungskarte gibt Werte für die Wiederkehrperiode von 475 Jahren an. Für KKW ist die Wiederkehrperiode von 10.000 Jahren relevant (WENRA 2020a; IAEA 2010)

lautes „konservativ“ offen. Diese Fragen sollten vor Genehmigung einer Betriebsbewilligung geklärt und entsprechende Auflagen in die UVP-Genehmigung aufgenommen werden.

**Überschwemmungen:** Das KKW Krško wurde für Save-Hochwässer mit einer Wiederkehrperiode von 10.000 Jahren ausgelegt. Der Wert entspricht einem Pegelstand von 155,35 m. Die Anlage ist darüber hinaus auch gegen das höchste mögliche Hochwasser mit 155,61 m Pegelhöhe geschützt. Die Hochwasserschutzanlagen sind für ein Bemessungserdbeben mit PGA = 0,6 g ausgelegt. Für Überflutungen durch extremen Niederschlag enthalten die UVP-Unterlagen keine Angaben über die Gefährdungsanalyse. Es ist nicht bekannt, ob das Drainagesystem für Starkregen, Kombinationen von starkem Regen und Schneeschmelze etc. mit der von WENRA (2020a) festgelegten Eintrittswahrscheinlichkeit von  $10^{-4}$ /Jahr ausgelegt ist.

**Extreme Witterungsbedingungen:** Die UVP-Unterlagen enthalten keine Angaben über Gefährdungsanalysen in Bezug auf extreme Witterung. Aus anderen Dokumenten ergibt sich, dass zumindest für extreme Temperaturen und Blitzschlag Werte für die Wiederkehrperiode von 10.000 Jahren bestimmt wurden. Es ist jedoch nicht bekannt, ob für alle anderen meteorologischen Gefahren und Gefahrenkombinationen Bemessungswerte (Design Basis Events) für Ereignisse mit Eintrittswahrscheinlichkeiten von  $10^{-4}$ /Jahr (WENRA 2020a) definiert wurden, und ob das KKW Krško gegen entsprechende Lasten geschützt ist. Der Schutz gegen Einwirkungen extremer Witterungsbedingungen wird im ENTWURF BEWILLIGUNG (2022) aufgegriffen. Auflage II/1/16 erfordert die Verfolgung und Analyse von Extremwetterereignissen sowie die Nachrüstungen bei Überschreitungen der Auslegungsgrundlage bzw. adäquaten Schutz gegen die Auswirkungen extremer Ereignisse.

### Unfälle durch Beteiligung Dritter

Terroristische Anschläge und Sabotageakte können erhebliche Auswirkungen auf kerntechnische Anlagen haben und schwere Unfälle verursachen – das gilt auch für das KKW Krško. Dennoch werden sie in den UVP-Dokumenten nur kurz hinsichtlich der physischen Sicherung des KKW Krško erwähnt. Obwohl die Vorkehrungen gegen Sabotage und Terroranschläge aus Gründen der Vertraulichkeit im UVP-Verfahren nicht öffentlich im Detail diskutiert werden können, sollten die notwendigen gesetzlichen Anforderungen in den UVP-Dokumenten dargelegt werden.

Informationen zum Thema Terroranschläge wären in Anbetracht der erheblichen Auswirkungen möglicher Anschläge von großem Interesse. Insbesondere sollten die UVP-Dokumente detaillierte Informationen zu den Anforderungen an den Schutz vor einem gezielten Absturz eines Verkehrsflugzeugs enthalten. Dieses Thema ist von besonderer Bedeutung, weil die Reaktorgebäude von KKW Krško gegenüber einem Flugzeugabsturz verwundbar sind. Alterungsbedingte Degradation kann die Widerstandsfähigkeit der Gebäude weiter reduzieren.

Eine aktuelle Bewertung der nuklearen Sicherung in Slowenien weist auf Defizite im Vergleich zu den notwendigen Anforderungen an die nukleare Sicher-

ung hin: Im Nukleare Sicherheitsindex 2020 liegt Slowenien mit einer Gesamtpunktzahl von 81 Punkten von 100 möglichen Punkten auf Platz 14 von 47 Ländern. Es zeigen sich Defizite im Bereich "Cybersicherheit" (38) und "Schutz vor Insider-Bedrohungen" (64). Die IAEA unterstützt die Staaten durch ihren International Physical Protection Advisory Service (IPPAS) auf dem Gebiet der nuklearen Sicherung. Bisher wurde in Slowenien keine derartige Mission durchgeführt.

Militärische Aktionen gegen kerntechnische Anlagen stellen eine weitere Gefahr dar, die in der gegenwärtigen globalen Situation besondere Aufmerksamkeit verdient.

### **Grenzüberschreitende Auswirkungen**

Im Rahmen der UVP wurden Berechnungen für einen Auslegungsstörfall und einen auslegungsüberschreitenden Unfall vorgelegt. Für beide wurden für Österreich erhebliche nachteilige Auswirkungen ausgeschlossen. Aufgrund der vorgelegten Daten kann dies so jedoch nicht nachvollzogen werden.

Anhand der Angaben im UVP-Bericht zeigt sich, dass durch den auslegungsüberschreitenden Unfall mit Auswirkungen auf die österreichische Landwirtschaft zu rechnen ist, die zu wirtschaftlichen Schäden, aber auch Imageschäden der österreichischen Landwirtschaft führen können. Aufgrund der Höhe der berechneten Iod-Konzentration müssten Maßnahmen zur vorgezogenen Ernte zumindest in grenznahen Gebieten eingeleitet werden. Es wurden jedoch noch nicht alle Berechnungsergebnisse für den auslegungsüberschreitenden Unfall vorgelegt um abklären zu können, welche Gebiete Österreichs von landwirtschaftlichen Folgen betroffen sein könnten.

Da bisher nicht belegt wurde, dass der für die im UVP-Bericht vorgelegten Berechnungen verwendete Quellterm tatsächlich abdeckend ist, kann ein über die berechneten Unfälle hinausgehender schwerer Unfall erheblich größere radiologische Wirkungen auf österreichisches Staatsgebiet zur Folge haben. Insbesondere zeigt die Ermittlung der radiologischen Auswirkungen zu einem möglichen schweren Unfall im Projekt flexRISK größere, noch erheblichere Auswirkungen als im UVP-Bericht ermittelt wurden. Insgesamt können derartige Unfälle mit entsprechenden erheblichen Auswirkungen auf österreichisches Staatsgebiet zum jetzigen Zeitpunkt nicht ausgeschlossen werden.



## SUMMARY

The Krško Nuclear Power Plant (NPP) is located in the municipality of Vrbinja on the left bank of the Sava River, southwest of the town of Krško. It is operated by Nuklearna elektrarna Krško d.o.o.. The NPP has a capacity of 1994 MW thermal and 696 MW electric respectively; it belongs half to the Republic of Slovenia and half to the Republic of Croatia; the electricity generated is divided between the two countries.

The reactor is a light water reactor (LWR) from Westinghouse. The operation of the NPP started in 1983, the original operating period was 40 years (until 2023). An extension of the operating life from 40 to 60 years is currently planned, i.e. until 2043. Slovenia has notified Austria of the planned lifetime extension as a proposed activity under the Espoo Convention and the EU EIA Directive and Austria is participating in the transboundary EIA. The competent EIA authority is the Slovenian Ministry of the Environment and Spatial Planning.

The Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology commissioned the Federal Environment Agency to coordinate the evaluation of the submitted EIA documents within the framework of the expert statement. The aim of Austria's participation in the EIA process is to minimise or prevent possible significant adverse impacts of the project on Austria.

### Procedures and Alternatives

The EIA procedure documents are complete in principle. All topics required by the Espoo Convention and the EU EIA Directive in an EIA report are covered.

The NPP Krško supplies approximately 38% of Slovenia's electricity demand. Alternatives to extending the service life consist of electricity generation using other technologies and of measures to increase energy efficiency. The plans for the use of renewable energies and for measures to increase energy efficiency contained in the National Energy and Climate Plan of the Republic of Slovenia (NEPN) were described by the European Commission in its assessment of the 2020 NEPN as unambitious or modest and low ambitious. A recent study (RESCH et al. 2021) prepared by the Vienna University of Technology (TU Wien) also came to the conclusion that by 2030 more than 50% of Slovenia's electricity demand could already be covered by photovoltaics and wind energy (on land).

### Spent fuel and radioactive waste

Spent fuel assemblies which will be generated during the lifetime extension are initially stored in the cooling ponds for decay, after which they are to be moved to the interim storage (dry storage), which is currently being built at the Krško site. The planned start of operations has been postponed several times and is now expected for 2023. In case of another delay the compact storage in the cooling ponds will be enlarged, however this should be avoided for safety reasons.

In 2015, Slovenia and Croatia have agreed to construct a shared deep repository for spent fuel assemblies. According to two scenarios in the EIA report, the start of operations is planned for 2065 or 2093. According to the EIA documents, reprocessing is not ruled out either. Both the Slovenian (ARAO) and the Croatian Waste Agency (FOND-NEK) are members of the ERDO association, which was set up to prepare a multinational repository. However, the EIA documents did not report about the progress of these activities.

In addition to the spent fuel assemblies, low- and medium-level radioactive waste (LILW) is also generated during the operation and future decommissioning of the NPP. The interim storage capacities for the LILW are almost exhausted. The EIA documents did not mention when the LILW interim repository in Croatia will go into operation nor when the Slovenian LILW repository in Vrbina will be operational.

### **Long-term operation of this reactor type**

The Krško NPP has been in operation for almost 40 years. Ageing effects of structures, systems and components (SSC) might constitute a safety problem, even if, according to the EIA REPORT (2022), the Ageing Programme (AMP) prevents possible adverse consequences.

The first Topical Peer Review (TPR 1) in accordance with Directive 2014/87/EURATOM in 2017/18 showed for Slovenia some shortcomings in the AMP compared to the expected safety level in Europe. So far, the scope of the structures, systems and components considered in the AMP did not correspond to the current IAEA Safety Standard. In the framework of the next Periodic Safety Review (PSR3), the AMP should be updated according to IAEA requirements. The PSR3 is currently underway and results are expected in 2022. In addition, so far the functionality of the cables has not been guaranteed under Design Extension Conditions (DEC).

The IAEA Pre-SALTO (Safety Aspects of Long-Term Operation) Mission to Prepare for Long-Term Operation (LTO) conducted in October 2021 as the first step of a review process also identified shortcomings. According to the IAEA, the best time for the subsequent SALTO mission is during the last 10 years of the originally planned operating life of the plant. Because the SALTO mission will take place in several years, it may be too late for the Krško NPP to identify and remedy deficits for long-term operation.

The original design of the Krško NPP is based on US regulations from the 60s and therefore has to be seen as outdated from today's perspective. From today's perspective, the safety concept used at the time has several fundamental deficits: The number of redundancies in the safety systems is too low. The various safety installations are sometimes not functionally independent or spatially separated, so that they can adversely impact each other. In addition, the reactor building is vulnerable to external influences. The EIA REPORT (2022) presents the extensive retrofits that have taken place. Nevertheless, for technical and financial reasons it was not possible to eliminate all design deficits.

The second topical peer review (TPR 2) currently underway in accordance with Article 8e of Directive 2014/87/EURATOM is focused on the issue of fire protection, which is also important for the safety of nuclear installations. Fire protection in old plants, to which the Krško NPP belongs, has safety disadvantages compared to new NPPs. Design and material-related deficits should be compensated by deploying additional fire detectors and fire extinguishing systems. It is not known whether the first TPR 2 results for the Krško NPP are already available.

The main part of the measures of the National Action Plan to remedy the shortcomings identified in the EU stress test following the Fukushima accident (2011) consisted of the Safety Upgrade Programme (SUP) for the Krško NPP, which had been planned already before. With a considerable delay, the planned measures were completed at the end of 2021. Even though significant improvements have been made, it is not clear whether the achieved safety level (especially with regard to earthquakes) is sufficient.

The IAEA, WENRA and also the Directive 2014/87/Euratom established different safety standards for existing installations and for new installations. However, the safety requirements for new reactors are also to be used as a reference in order to identify the “reasonably practicable” safety improvements in the existing plants as part of the Periodic Safety Reviews.

### **Accident analysis (DBA and BDBA)**

According to the EIA REPORT (2022), the SUP measures have improved the robustness of the Krško NPP and reduced the risk of accidents. Even though the calculated core damage frequency (CDF) has been significantly reduced, the CDF is high compared to other plants. The reference values for new NPPs according to IAEA (2016b) are also significantly lower. The reduction of the Krško NPP CDF was undertaken in response to long overdue retrofits for the current operation. However, they are not sufficient for a life time extension. It should also be noted that questions regarding the complete identification of the hazards (internal and external) are still open. As long as all potential triggering events and their combinations are not adequately taken into account, neither the accident scenarios nor the determined values for the CDF are sufficiently proven.

The EIA REPORT (2022) specifies both the source terms for a Design Basis Accident and a Beyond Design Basis Accident, which were used to determine the radiological effects. The identified maximum Design Basis Accident (LB LOCA – Large Break Loss of Coolant Accident), corresponds to the generally accepted procedure in safety analyses.

The scenario "Failure of the entire AC power supply and loss of the operating crew for 24 hours" was selected as the Beyond Design Basis Accident. In the course of the meltdown, the entire radioactive gaseous material is released into the environment via the filtered pressure relief. It is explained that this accident scenario corresponds to an extended Design Basis Accident DEC-B. In the case of a meltdown, according to the EIA REPORT (2022), such a release is most likely

compared to other release categories and is therefore considered a covering event.

According to PSA 2 for the Krško NPP, some of the meltdown accidents scenarios can cause a failure of the containment. These scenarios are associated with large releases. The identified probabilities and the associated source terms as well as the calculated LERF (Large Early Release Frequency) are not specified in the EIA REPORT (2022). No information was provided on the level of releases if the foundations would melt through.

According to the EIA REPORT (2022), the severe accident described as covering results from a meltdown accident is assuming that the integrity of the containment is maintained. However, the preservation of the containment during an accident is not a given for all accident sequences. Although the calculated probability of an accident with large radioactive releases in the event of containment failure appears to be very small, the corresponding source terms for severe accidents should be used in a transboundary EIA procedure to determine the radiological consequences.

The WENRA "Safety Objectives for New Power Reactors" should be used as a reference to identify reasonably practicable safety improvements for the Krško NPP. According to WENRA Safety Objective O3, accidents involving meltdowns that would lead to early or large releases must be practically eliminated. The EIA REPORT (2022) does not mention the concept of "practical elimination" of early or large releases for the Krško NPP.

### Accidents due to external hazards

The information about accidents caused by external events in the EIA documents was limited to ground movements due to earthquakes, flooding and selected extreme weather conditions. Other seismotectonic hazards (surface offset, soil liquefaction, near-fault effects on ground motion) and hazard combinations are not or insufficiently addressed.

**Earthquake:** The Krško NPP is earthquake-proof according to the Slovenian Regulation RG 1.60 for Radiation Protection and Nuclear Safety<sup>3</sup>. The peak ground acceleration (PGA) of the original Safe Shutdown Earthquake (SSE) with a probability of occurrence of 10<sup>-4</sup>/year was chosen as 0.3 g (free field). In 2004 and 2014, the seismic hazard was increased to PGA = 0.56 g. The EIA documents do not provide evidence of the resistance of the existing structures and systems when doubling PGA = 0.30 g to PGA = 0.56 g. Only the new buildings and systems which were constructed as part of the safety upgrade programme are designed for PGA = 0.6 g or PGA = 0.78 g.

New geological, tectonic and seismological data from the area around the NPP provide sufficient reasons to assume that the Probabilistic Seismic Hazard Assessments (PSHA) carried out in 2004 and 2014 are no longer up-to-date. Indications of this can be found in new data on active faults and the seismic hazard

---

<sup>3</sup> JVS regulation, Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 74/16 and 76/17 - ZVISJV-1

map of Slovenia 2021 showing a 25% higher hazard for the Krško area contrary to the 2001 national hazard map. The hazard maps are not applicable to the NPP<sup>4</sup>. However, the sharp increase in hazard shows that new data, assessments and methods have a significant impact on the results of a new PSHA. However, these new data, assessments and methods were not used to prove the safety of the NPP.

With regard to earthquakes, the EIA documents could not prove that no additional hazards and risks might arise from the extension of plant operation. It will be welcomed if the decision on the life time extension will be taken on the basis of a PSHA according to state-of-the-art in science and technology and using an updated data base. It is recommended to include the preparation of a new PSHA in a similar form in the environmental protection statement as suggested for extreme weather events (ENTWURF BEWILLIGUNG 2022, edition II/1/16).

**From the point of view of earthquake engineering,** the data provided in the EIA REPORT (2022), referring to the Nuclear Stress Test Report (SNSA 2011) sufficiently prove that the state-of-the-art (regulations/standards) was complied with in 2011. Between 2011 and 2022 however the regulations have changed, in particular the NRC regulation which the EIA referred to. Those revision and their possible effect on the nuclear installation have not been discussed in the EIA report (2022) The state-of-science (in this context latest scientific findings) was neither discussed in the EIA REPORT (2022) nor in the Nuclear Stress Test Report (SNSA 2011). The period of the past two decades gained important findings on the characteristics of the seismic behaviour of the equipment (i.e. structures and systems, but no buildings). Therefore, questions remain unanswered on the topics of calculating floor spectra, determining fragility curves and the more precise definition of the term "conservative". Those issues should be clarified before licensing the extension of operation and should be included in the relevant requirements in the EIA permit.

**Flooding:** The Krško NPP was designed for Sava floods with a return period of 10,000 years. The value corresponds to a water level of 155.35 m. The plant is also protected against the highest possible flooding with a water level of 155.61 m. The flood protection devices are designed for a design basis earthquake with PGA = 0.6 g. For flooding due to extreme precipitation, the EIA documents do not contain any information on the hazard analysis. It is not known whether the drainage system is designed for heavy rain, combinations of heavy rain and snow melt, etc. with the probability of occurrence of 10<sup>-4</sup>/year as set by WENRA (2020a).

**Extreme weather conditions:** The EIA documentation does not contain any information on hazard analyses with regard to extreme weather. Other documents show that values for the return period of 10,000 years have been determined, at least for extreme temperatures and lightning. However, it is not

---

<sup>4</sup> The national hazard map gives values for the return period of 475 years. For NPPs, the return period of 10,000 years is relevant (WENRA 2020a; IAEA 2010).

known whether design basis events have been defined for all other meteorological hazards and hazard combinations for events with probabilities of occurrence of 10-4/year (WENRA 2020a), and whether the Krško NPP is protected against corresponding loads. The document ENTWURF BEWILLIGUNG (2022) discusses the protection against the impacts of extreme weather conditions. Condition II/1/16 requires to follow-up and analyse extreme weather events as well as retrofitting in the event of exceedances of the design basis or adequate protection against the effects of extreme events.

### **Accidents with third parties' involvement**

Terrorist attacks and acts of sabotage can have significant impacts on nuclear facilities and cause serious accidents – including for the Krško NPP. Nevertheless, they are only briefly mentioned in the EIA documents with regard to the physical security of the Krško NPP. Although preventive measures against sabotage and terrorist attacks cannot be publicly discussed in detail in the EIA procedure for reasons of confidentiality, the necessary legal requirements should be presented in the EIA documents.

Information on terrorist attacks would be of great interest in view of the significant impact of possible attacks. In particular, the EIA documents should contain detailed information on the requirements for protection against a deliberate crash of a commercial aircraft. Because the reactor buildings of Krško NPPs are vulnerable to a plane crash, this issue is of particular importance. Age-induced degradation can further reduce the resilience of buildings.

A recent assessment of the nuclear security in Slovenia points to shortcomings compared to necessary requirements for nuclear security: In the 2020 Nuclear Security Index Slovenia ranked 14 out of 47 with a total score of 81 out of 100 points. It showed deficits in the areas of “Cybersecurity” (38) and “Insider Threat Prevention” (64). The IAEA offers assistance to states in strengthening their national nuclear security regimes with its International Physical Protection Advisory Service (IPPAS). No such mission has been conducted yet in Slovenia.

Military action against nuclear installations represents another danger that deserves special attention in the current global situation.

### **Transboundary impacts**

Within the framework of the EIA, calculations were presented for one Design Basis Accident and one Beyond Design Basis Accident. For both, significant adverse impacts were excluded for Austria. However, this conclusion cannot be supported based on the data provided.

The information in the EIA report shows that a Beyond Design Basis Accident is expected to have impacts on the Austrian agriculture, which can cause economic damages as well as image damages to Austria's agriculture. Due to the level of the calculated iodine concentration, measures for early harvesting would have to be initiated at least in areas close to the border. However, not all calculation results for the Beyond Design Basis Accident necessary to assess

which regions in Austria could be affected by impacts on agriculture were presented.

Since it has not yet been proven that the source term used for the calculations presented in the EIA report is actually covering, a severe accident beyond the calculated accident can have significantly higher radiological impacts on Austrian state territory. In particular, the determination of the radiological impacts of a possible serious accident in the flexRISK project shows larger, even more significant impacts than were identified in the EIA report. Overall, such accidents with corresponding significant impacts on Austrian territory cannot be ruled out at this stage.

## POVZETEK

Nuklearna elektrarna Krško (NEK) se nahaja v občini Vrbinja na levem bregu reke Save, jugozahodno od mesta Krško. Upravljaev je Nuklearna elektrarna Krško d.o.o. NEK ima toplotno moč 1994 MW in električno moč 696 MW ter je v polovični lasti Republike Slovenije in polovični lasti Republike Hrvaške; proizvedeno električno energijo si državi delita.

Opremljena je z lahkovodnim tlačnim reaktorjem proizvajalca Westinghouse. NEK je začela obratovati leta 1983, obdobje obratovanja pa je bilo prvotno predvideno za 40 let (do leta 2023). Trenutno je načrtovano podaljšanje obratovalne dobe s 40 na 60 let, tj. do leta 2043. Slovenija je Avstrijo obvestila o načrtovanem podaljšanju obratovalne dobe in predlagala dejavnost v skladu s Konvencijo Espoo in direktivo EU o presoji vplivov na okolje, Avstrija pa sodeluje pri čezmejni presoji vplivov na okolje. Pristojni organ za presoj o vplivov na okolje je slovensko Ministrstvo za okolje in prostor.

Zvezno ministrstvo za varstvo podnebja, okolje, energijo, mobilnost, inovacije in tehnologijo Republike Avstrije je Zvezno agencijo za okolje Republike Avstrije pooblastilo, da v okviru tega strokovnega mnenja koordinira presoj o predloženih dokumentov PVO. Cilj sodelovanja Avstrije v postopku PVO je zmanjšati ali preprečiti morebitne resne škodljive učinke projekta na Avstrijo.

### Postopki in alternative

Dokumenti za postopek presoj e vplivov na okolje so v glavnem pripravlj eni. Zajete so vse teme, ki morajo biti v skladu s Konvencijo Espoo in direktivo EU o presoji vplivov na okolje vključene v poročilo o presoji vplivov na okolje.

NE Krško zagotavlja približno 38 % celotne proizvodnje električne energije v Sloveniji. Alternative za podaljšanje življenjske dobe so proizvodnja energije z drugimi tehnologijami in ukrepi za povečanje energetske učinkovitosti. Evropska komisija je načrte za rabo obnovljivih virov energije in ukrepe za povečanje energetske učinkovitosti iz nacionalnega energetskega in podnebnega načrta 2020 (NEPN) Republike Slovenije ocenila kot neambiciozne do premalo ambiciozne. Najnovejša študija Tehnične univerze na Dunaju (RESCH et al. 2021) prav tako ugotavlja, da bi lahko več kot 50 % potreb po električni energiji v Sloveniji že do leta 2030 pokrili s fotovoltaiiko in vetrno energijo (na kopnem).

### Izrabljeno gorivo in radioaktivni odpadki

Izrabljeni gorivni elementi iz podaljšane dobe obratovanja bodo najprej skladiščeni v bazenu za izrabljeno gorivo, nato pa bodo premeščeni v začasno skladišče (suho skladišče), ki se trenutno gradi na lokaciji Krško. Načrtovani začetek obratovanja je bil večkrat prestavljen in je zdaj predviden za leto 2023. Če pride do ponovnega zamika začetka obratovanja, bo povečana zmo gljivost bazena za izrabljeno gorivo, vendar bi se temu zaradi varnostnih razlogov morali izogniti.



Slovenija in Hrvaška sta se leta 2015 dogovorili, da bosta zgradili skupno globoko skladišče za izrabljeno gorivo. Na podlagi dveh scenarijev iz poročila o vplivih na okolje je začetek obratovanja načrtovan za leto 2065 ali 2093. Glede na dokumente o presoji vplivov na okolje ni izključena niti ponovna predelava. Tako slovenska (ARAO) kot hrvaška organizacija za ravnanje z odpadki (FOND-NEK) sta članici združenja ERDO, ki si prizadeva za večnacionalno skladišče. Vendar v dokumentih presoje vplivov na okolje o napredku teh dejavnosti ni podatkov.

Poleg izrabljenih gorivnih elementov se pri obratovanju in prihodnji razgradnji nuklearne elektrarne kopičijo tudi nizko- in srednjeradioaktivni odpadki (NSRAO). Vmesne skladiščne zmogljivosti za NSRAO so skoraj izčrpane, v dokumentih presoje vplivov na okolje pa ni navedeno niti, kdaj bo začelo obratovati vmesno skladišče NSRAO na Hrvaškem, niti kdaj bo začelo obratovati slovensko končno skladišče NSRAO v Vrbini.

### **Dolgoročno obratovanje reaktorja**

NEK obratuje že skoraj 40 let. To pomeni, da lahko negativni učinki staranja struktur, sistemov in sestavnih delov predstavljajo varnostno vprašanje, čeprav v poročilu o presoji vplivov na okolje (2022) piše, da program staranja opreme (AMP) preprečuje morebitne negativne posledice.

Prvi tematski strokovni pregled (TPR 1) v skladu z Direktivo 2014/87/EURATOM leta 2017/18 je pokazal nekatere pomanjkljivosti slovenskega programa staranja opreme v primerjavi s predvideno stopnjo varnosti v Evropi. Zato obseg struktur, sistemov in sestavnih delov, ki so vključeni v program staranja opreme, ni bil skladen z veljavnim varnostnim standardom IAEA. V okviru naslednjega tretjega občasnega varnostnega pregleda bo program staranja opreme posodobljen v skladu z zahtevami IAEA. Tretji občasni varnostni pregled je trenutno v teku, rezultati pa bodo znani leta 2022. Poleg tega pod pogoji načrtovane širitve projekta (Design Extension Conditions) funkcionalnost kablov za zdaj ni zagotovljena.

Misija IAEA Pre-SALTO (Safety Aspects of Long-Term Operation), ki je bila izvedena oktobra 2021 in predstavlja prvi korak v procesu pregleda za pripravo na dolgoročno obratovanje (LTO), je prav tako ugotovila pomanjkljivosti. Po mnenju IAEA je najprimernejši čas za naslednjo misijo SALTO v zadnjih desetih letih prvotno načrtovane obratovalne dobe objekta. Ker bo misija SALTO lahko izvedena šele čez nekaj let bo morda prepozno, da bi v NEK ugotovili in odpravili pomanjkljivosti za dolgoročno obratovanje.

Prvotno projektiranje NEK temelji na ameriških predpisih iz šestdesetih let prejšnjega stoletja in je zato iz današnjega vidika zastarelo. Z današnjega vidika imajo takratni varnostni sistemi številne bistvene pomanjkljivosti: ni dovolj podvojenih varnostnih sistemov. Različne varnostne funkcije delno niso funkcionalno neodvisne ali prostorsko ločene, tako da lahko negativno vplivajo druga na drugo. Poleg tega je stavba reaktorja izpostavljena zunanjim vplivom. V POROČILU PVO (2022) so predstavljene obsežne posodobitve, ki so bile

izvedene. Vendar pa zaradi tehničnih in finančnih razlogov ni bilo mogoče odpraviti vseh projektnih pomanjkljivosti.

Drugi tematski strokovni pregled (TPR 2), ki trenutno poteka v skladu z 8.e členom Direktive 2014/87/EURATOM, obravnava temo požarne zaščite, ki je tudi pomembna za varnost jedrskih objektov. Požarna zaščita v starih objektih, med katere spada tudi NEK, ima v primerjavi z novimi nuklearnimi elektrarnami varnostne pomanjkljivosti. Projektne pomanjkljivosti in pomanjkljivosti materialov je treba nadomestiti z dodatnimi javljalniki požara in sistemi za gašenje. Informacije o tem, ali so prvi rezultati TPR 2 za NEK že na voljo, niso znane.

Glavni del ukrepov nacionalnega akcijskega načrta za odpravo pomanjkljivosti, ugotovljenih v EU stresnem testu po nesreči v Fukušimi (2011), je bil že predhodno načrtovani program nadgradnje varnosti (SUP) v NEK. Načrtovani ukrepi so bili s precejšnjo zamudo dokončani konec leta 2021. Čeprav so bile dosežene precejšnje izboljšave, ni jasno, ali dosežena stopnja varnosti (zlasti glede potresov) zadostuje.

IAEA, WENRA in tudi Direktiva 2014/87/Euratom določajo različne varnostne standarde za obstoječe in za nove elektrarne. Vendar pa je treba te varnostne zahteve za nove reaktorje uporabiti tudi kot referenco za opredelitev "smiselno izvedljivih" varnostnih izboljšav v obstoječih elektrarnah v okviru rednih varnostnih pregledov.

### **Analiza nesreč (DTA in BDDBA)**

V POROČILU PVO (2022) je navedeno, da so ukrepi strateške okoljske presoje izboljšali robustnost NEK in zmanjšali tveganje za nesreče. Čeprav je izračunana pogostost poškodb sredice (CDF) znatno zmanjšana, je CDF v primerjavi z drugimi obrati visoka. Tudi orientacijske vrednosti za nove nuklearne elektrarne so po podatkih IAEA (2016b) bistveno nižje. Zmanjšanje CDF za NE Krško je rezultat dolgo zapoznelih posodobitev potrebnih za sedanje obratovanje. Vendar pa ne zadostujejo za podaljšanje obratovanja. Prav tako je treba opozoriti, da so vprašanja glede popolne opredelitve nevarnosti (notranjih in zunanjih) še vedno odprta. Kolikor niso ustrezno upoštevani vsi možni sprožilni dogodki in njihove kombinacije, niso dovolj utemeljeni niti scenariji nesreč niti določene vrednosti za CDF.

V poročilu PVO sta navedeni dve dozi obremenitve za projektno nesrečo in za nadprojektno nesrečo, ki sta bili uporabljeni za določitev radioloških vplivov. Projektna nesreča, kot največja nesreča (LB LOCA - velika nesreča z izgubo hladila), ustreza splošnim postopkom v varnostnih analizah.

Scenarij "odpoved celotnega napajanja z izmeničnim tokom in izguba operativnega osebja za 24 ur" je izbrana nadprojektna nesreča. Med nesrečo ob taljenju sredice se vsa radioaktivna plinasta snov sprosti v okolje prek sistema za filtrirano razbremenjevanje tlaka. Pojasnjeno je, da ta scenarij nesreče ustreza razširjeni projektni nesreči DEC-B. V primeru taljenja sredice je v skladu

s POROČILOM PVO (2022) takšen izpust najbolj verjeten v primerjavi z drugimi kategorijami izpustov in zato velja za najhujšo nesrečo z izpusti.

V skladu s PSA 2 za NEK lahko nekateri scenariji nesreče s taljenjem sredice povzročijo okvaro zadrževalnega hrama. Ti scenariji so povezani z velikimi izpusti. Ugotovljene verjetnosti in z njimi povezane doze obremenitve ter določena frekvenca LERF (Large Early Release Frequency) v POROČILU PVO (2022) niso navedeni. Prav tako ni pojasnjeno, kako visoki bi bili izpusti, če bi taljenje prebilo temelje.

V skladu s POROČILOM PVO (2022) je najhujša nesreča tista, ko pride do taljenja sredice ob predpostavki, da se ohrani celovitost zadrževalnega hrama. Vendar ohranitev zadrževalnega hrama med nesrečo ni samoumevna za vsa sosledja nesreč. Čeprav se zdi izračunana verjetnost nesreče z velikimi izpusti radioaktivnih snovi v primeru odpovedi zadrževalnega hrama zelo majhna, je treba v postopku čezmejne presoje vplivov na okolje za določitev radioloških posledic uporabiti ustrezne doze obremenitve pri hudih nesrečah.

"Varnostne cilje za nove jedrske reaktorje" združenja WENRA, je treba uporabiti kot referenco za opredelitev smiselno izvedljivih varnostnih izboljšav v NEK. V skladu z varnostnim ciljem O3 združenja WENRA bi bilo treba nesreče s taljenjem sredice, ki bi povzročile zgodnje ali velike izpuste, dejansko izključiti. Koncept "dejanske izključitve" zgodnjih ali velikih izpustov v NEK v POROČILU PVO (2022) ni omenjen.

### **Nesreče zaradi zunanjih dogodkov**

Prikazi nesreč zaradi zunanjih dogodkov v dokumentih presoje vplivov na okolje so omejeni na potresno gibanje tal, poplave in določene ekstremne vremenske razmere. Druge seizmotektonske nevarnosti (površinski premik, utekočinjenje tal, učinki gibanja tal v bližini preloma) in kombinacije nevarnosti niso obravnavane ali so obravnavane nezadostno.

**Potres:** NEK je potresno odporna v skladu s slovenskim Pravilnikom RG 1.60 o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti<sup>5</sup>. Največji pospešek tal (Peak Ground Acceleration, PGA) originalnega projektnega potresa (Safe Shutdown Earthquake, SSE) z verjetnostjo pojava  $10^{-4}$ /leto je bil izbran kot 0,3 g (odprto polje). V letih 2004 in 2014 se je potresna nevarnost na koncu povečala na PGA = 0,56 g. Dokumenti PVO ne zagotavljajo dokazov o odpornosti obstoječih objektov in sistemov pri podvojitvi pospeška tal s 0,30 g na 0,56 g. Samo novi objekti in sistemi, izvedeni v okviru programa za izboljšanje varnostne opreme, so projektirani na PGA = 0,6 g ali PGA = 0,78 g.

Novi geološki, tektonski in seizmološki podatki iz bližnje okolice NEK so zadosten razlog, da ocenjujemo, da verjetnostna ocena potresne nevarnosti (Probabilistic Seismic Hazard Assessment, PSHA), izvedena leta 2004 in 2014, ni več aktualna. To dokazujejo novi podatki o aktivnih prelomih in karta potresne nevarnosti Slovenije 2021, ki za območje Krškega kaže za približno 25 % večjo

<sup>5</sup> Uredba JV5, Uradni list RS, št. 74/16 in 76/17 - ZVJSJV-1

nevarnost kot državna karta potresne nevarnosti iz leta 2001. Karte nevarnosti niso uporabne za NEK<sup>6</sup>. Vendar pa veliko povečanje ogroženosti kaže, da novi podatki, ocene in metode pomembno vplivajo na rezultate nove PSHA. Vendar ti novi podatki, ocene in metode niso bili uporabljeni pri oceni jedrske varnosti NEK.

Zato dokumenti o presoji vplivov na okolje v zvezi s potresi ne dokazujejo, da zaradi podaljšanja obratovanja elektrarne ne bi bilo dodatnih nevarnosti in tveganj. Zato je zaželeno, da se odločitev o podaljšanju obratovalne dobe sprejme na podlagi PSHA, ki ustreza najnovejšemu stanju znanosti in tehnologije ter uporablja posodobljene podatkovne baze. Priporoča se, da se izvedba nove ocene potresne nevarnosti vključi kot pogoj v okoljsko izjavo v podobni obliki, kot je predvidena za ekstremne vremenske razmere (OSNUTEK ZA ODOBRITEV 2022, pogoj II/1/16).

**Z vidika potresnega inženirstva** informacije iz POROČILA PVO (2022) s sklicevanjem na poročilo o stresnem testu nuklearke (URSV 2011) ustrezno dokazujejo, da je bilo leta 2011 upoštevano stanje tehnike (predpisi/standardi). Vendar so se med letoma 2011 in 2022 smernice, zlasti navedene smernice NRC, spremenile. Te spremembe in morebitni vplivi na jedrski objekt v poročilu o presoji vplivov na okolje niso obravnavani. Stanje znanosti (v tem smislu najnovejša znanstvena spoznanja) ni bilo obravnavano niti v poročilu o presoji vplivov na okolje (2022) niti v poročilu o stresnem testu nuklearke (SNSA 2011). Zlasti v zadnjih dveh desetletjih so bila pridobljena pomembna spoznanja o značilnostih potresnega obnašanja opreme (tj. konstrukcij in sistemov, vendar ne stavb). Zato ostajajo odprta vprašanja o izračunu talnih spektrov, določitvi krivulj ranljivosti in o definiciji/natančni opredelitvi izraza "konservativen". Ta vprašanja je treba pojasniti in pred odobritvijo obratovalnega dovoljenja v dovoljenje za presojo vplivov na okolje vključiti ustrezne pogoje.

**Poplave:** NE Krško je bila zgrajena z ozirom na poplave reke Save za povratno dobo 10.000 let. Vrednost ustreza višini vode 155,35 m.n.m.. Elektrarna je zaščiten tudi pred najvišjimi možnimi poplavami katerih višina vode znaša 155,61 m.n.m.. Objekti za zaščito pred poplavami so projektirani za projektni potres s PGA = 0,6 g. O analizi nevarnosti za poplave zaradi izrednih padavin v dokumentih PVO ni nobenih informacij. Ni znano, ali je drenažni sistem zasnovan za močno deževje, kombinacije močnega dežja in taljenega snega itd. z verjetnostjo pojavljanja  $10^{-4}$ /leto, kot ga določa WENRA (2020a).

**Ekstremne vremenske razmere:** Dokumenti presoje vplivov na okolje ne vsebujejo informacij o analizah nevarnosti v zvezi z ekstremnimi vremenskimi razmerami. Iz drugih dokumentov je razvidno, da so bile vrednosti povratne dobe 10.000 let določene vsaj za ekstremne temperature in udare strele. Ni pa znano, ali so bile za vse druge meteorološke nevarnosti in kombinirane nevarnosti opredeljene nazivne vrednosti (projektne nesreče) za dogodke z verjetnostjo pojava  $10^{-4}$ /leto (WENRA 2020a) in ali je NEK zaščiten pred

<sup>6</sup> Na nacionalni karti potresne nevarnosti so vrednosti določene za povratno dobo 475 let. Za nuklearne elektrarne je primerna povratna doba 10.000 let (WENRA 2020a; IAEA 2010).

obremenitvami. Zaščita pred učinki izrednih vremenskih razmer je obravnavana v dokumentu OSNUTEK ZA ODOBRITEV (2022). Pogoj II/1/16 zahteva sledenje in analizo izrednih vremenskih razmer ter naknadno prilagoditev za presežene projektne osnove ali ustrezno zaščito pred vplivi izrednih razmer.

### **Nesreče zaradi vpletenosti tretjih oseb**

Teroristični napadi in sabotažna dejanja lahko bistveno ogrožajo jedrske objekte in povzročijo hude nesreče - tudi v NEK. Kljub temu so v dokumentih presoje vplivov na okolje v zvezi s fizičnim varovanjem NEK le bežno omenjeni. Čeprav v postopku presoje vplivov na okolje zaradi zaupnosti ni mogoče podrobno javno razpravljati o varnostnih ukrepih proti sabotaži in terorističnim napadom, je treba v dokumentih presoje vplivov na okolje navesti ustrezne pravne zahteve.

Informacije v zvezi s terorističnimi napadi bi bile zaradi velikega vpliva morebitnih napadov nadvse pomembne. Prav tako bi morala dokumentacija o presoji vplivov na okolje vsebovati natančne informacije o zahtevah za zaščito pred namerno povzročenim strmoglavljenjem komercialnega letala. To vprašanje je še posebej pomembno, saj so reaktorske zgradbe NEK ogrožene ob letalski nesreči. Zaradi staranja se lahko odpornost stavb še dodatno zmanjša.

Nedavna ocena jedrske varnosti v Sloveniji kaže na pomanjkljivosti v primerjavi z nujnimi zahtevami glede jedrske varnosti: Slovenija je na seznamu jedrske varnosti za leto 2020 uvrščena na 14. mesto med 47 državami s skupno oceno 81 točk od 100 možnih. Pomanjkljivosti so na področjih "kibernetske varnosti" (38) in "zaščite pred notranjimi grožnjami" (64). IAEA podpira države na področju jedrske varnosti s svojo Mednarodno svetovalno službo za fizično zaščito (IPPAS). V Sloveniji doslej še ni bila izvedena nobena tovrstna misija.

Vojaški napadi na jedrske objekte so še ena nevarnost, ki si v sedanjih svetovnih razmerah zaslužijo posebno pozornost.

### **Čezmejni učinki**

V okviru ocene vplivov na okolje so bili predloženi izračuni za projektno nesrečo in nadprojektno nesrečo. Pri obeh so bili pomembni škodljivi učinki za Avstrijo izključeni. Vendar tega na podlagi predloženih podatkov ni mogoče potrditi.

Na podlagi podatkov iz poročila o presoji vplivov na okolje je razvidno, da bi nadprojektna nesreča vplivala na avstrijsko kmetijstvo, kar bi lahko povzročilo veliko gospodarsko škodo in škodilo ugledu avstrijskega kmetijstva. Zaradi višine izračunane koncentracije joda bi bilo treba vsaj na območjih ob meji začeti izvajati ukrepe za predčasno pobiranje pridelka. Vendar še niso bili predloženi vsi rezultati izračunov za nadprojektno nesrečo, da bi bilo mogoče razjasniti, na katera območja v Avstriji bi lahko vplivale posledice za kmetijstvo.

Ker še ni bilo potrjeno, da doze obremenitve, uporabljene za izračune, predstavljene v poročilu o presoji vplivov na okolje, dejansko zadostujejo, lahko huda nesreča, ki presega predvidene nesreče, povzroči bistveno hujše radiološke posledice na ozemlju Republike Avstrije. Zlasti opredelitev

radioloških vplivov na morebitno hudo nesrečo v projektu flexRISK kaže na večje, celo hujše vplive, kot so bili opredeljeni v poročilu o presoji vplivov na okolje. Na splošno takšnih nesreč z njihovimi hudimi posledicami na avstrijskem ozemlju trenutno ni mogoče izključiti.

## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2022  
Alle Rechte vorbehalten