

RIVNE 1&2 LIFETIME EXTENSION ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Expert Statement

Oda Becker
Kurt Decker
Gabriele Mraz

Commissioned by
Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology,
Directorate VI/9 General Coordination of Nuclear Affairs
GZ: BMNT-UW.1.1.2/0019-I/6/2018

 Federal Ministry
Republic of Austria
Climate Action, Environment,
Energy, Mobility,
Innovation and Technology

pulswerk
Das Beratungsunternehmen des
Österreichischen Ökologie-Instituts

REPORT
REP-0754

Vienna 2021

SUMMARY

Ukraine is conducting an Environmental Impact Assessment (EIA) for the lifetime extension of the reactors Rivne 1&2 under the Espoo Convention. The nuclear power plant Rivne is located near the town of Varash in the Rivne Oblast. At the Rivne site, four reactors are in operation. Rivne 1&2 are the oldest of these reactors, they were connected to the grid in 1980 and 1981, respectively.

Austria has been notified by Ukraine and decided to participate in the EIA. The Austrian Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology commissioned the Environment Agency Austria to provide the expert statement at hand which assesses the submitted EIA Document. The objective of the Austrian participation in the EIA procedure is to minimise or even eliminate possible significant adverse impacts on Austria which might result from this project.

Overall and procedural aspects of the Environmental Impact Assessment

The original license has been issued for 30 years and was prolonged in 2010 until December 2030. The project of the lifetime extension of Rivne 1&2 is violating the Espoo Convention because the Environmental Impact Assessment has not been conducted in 2010. The “EIA/IC/CI/4 Ukraine” case under the Espoo Convention started in 2011 and is still open. Ukraine was asked to conduct an EIA before 2020. In December 2020, the Meeting of the Parties to the Espoo Convention asked Ukraine to revise its final decision on the lifetime extension of Rivne 1&2, taking due account of the outcomes of the now ongoing EIA procedure. This ongoing case under the Espoo procedure shows that it is not clear if and how the results of the ongoing EIA procedure will be taken into account by the Ukrainian side. Furthermore, the next steps of the licensing procedure are not clear.

According to the Espoo Convention a description and an assessment of reasonable alternatives and also the no-action alternative have to be included in the Environmental Impact Assessment Documentation. In this regard the EIA Documentation is not sufficient.

On 16 December 2020, the State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine SNRIU already decided upon amendment of the EO 000943 series license for Rivne 1 until 22 December 2030. But the Espoo Implementation Committee had recommended to conduct and finalise the EIA before the next Periodic Safety Review (PSR) in 2020 was finished, that would have been before the license was prolonged.

Spent fuel and radioactive waste

The EIA Document lacks important information on the management of the spent fuel and radioactive waste from Rivne 1&2. The expected inventory of spent fuel and radioactive waste resulting from the lifetime extension is not given.

Information on the status of the central interim storage where the spent fuel from Rivne 1&2 shall be stored (CSFSF) was not provided. The final repository of spent fuel and high level waste, where also the vitrified HLW from reprocessing in Mayak/Russian Federation will be stored, remains unclear.

Spent fuel and radioactive waste can cause adverse environmental impacts and therefore it will be welcomed if the Ukrainian side provides more information on its national nuclear waste management plan.

Long-term operation of reactor type VVER 440

Although ageing of the 40 years old structures, buildings and equipment is a safety issue for Rivne 1&2, it is not addressed in the EIA Document. It only refers to "Structures, systems and components aging" being a safety factor (SF) within the periodic safety review (PSR). The adverse effect of ageing depends also on the inspection, restoration and protection measures taken. A comprehensive ageing management program (AMP) is necessary to limit ageing-related failures at least to a certain degree. However, information of an ageing management programme (AMP) is also not provided in the EIA Document.

Ukraine participated in the Topical Peer Review (TPR) "Ageing Management" in the framework of the implementation of the Nuclear Safety Directive 2014/87/EURATOM, carried out in 2017/18. Several "areas for improvement" were identified, i.e. deviation of the TPR expected level of performance for ageing management that should be reached to ensure consistent and acceptable management of ageing throughout Europe. The results of the TPR and the activities to remedy the weaknesses should be presented in the EIA Document, in particular the very important safety issue of the RPV embrittlement should be discussed.

Although conceptual ageing is also an issue for the Rivne 1&2, the EIA Document does not deal with any of the known safety issues of the VVER-440/V213 reactors. VVER 440/V213 units have several design weaknesses: the reactor building and the spent fuel pool building are relatively vulnerable against external events. VVER-440 reactors are designed as twin units, sharing many operating systems and safety systems. The sharing of safety systems increases the risk of common-cause failures affecting the safety of both reactors at the same time.

This NPP design developed in the 1980s, only partly meets modern design principles such as redundancy, diversity and physical separation of redundant sub-systems or the preference for passive safety systems. The EIA Document neither provides a description of the safety-relevant systems, nor information about the capacities, redundancies and physical separation.

In December 2010, although safety relevant issues are not completely solved, the State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (SNRIU) granted 20-year lifetime extensions for Rivne 1&2. The stress tests revealed 2011 that Ukrainian NPPs are compliant only with 172 of the 194 requirements according to the IAEA Design Safety Standards published in 2000¹. Implementation of necessary improvements is on-going under the Upgrade Package. This includes the Comprehensive (Integrated) Safety Improvement Program (C(I)SIP). The completion of

¹ Under the framework of joint IAEA-EC-Ukraine projects a design evaluation was carried out to conduct an overall evaluation of the compliance of the Ukrainian NPPs design with the IAEA Safety Standards "Safety of Nuclear Power Plants: Design" (NS-R-1) published in 2000. Meanwhile, even this IAEA document is outdated; in January 2012 new safety requirements were published by IAEA (2012).

the program was postponed several times. Completion is now scheduled for 2023.

SNRIU participates in the Western European Nuclear Regulators Association (WENRA) activities as an observer since 2009. In 2014, WENRA published a revised version of the Safety Reference Levels (RLs) for existing reactors developed by the Reactor Harmonisation Working Group (RHWG). The objective of the revision was to take into account lessons learned of the TEPCO Fukushima Daiichi accident. A major update of the RLs was the revision of Issue F "Design Extension of Existing Reactors" introducing the concept of Design Extension Conditions (DEC). However, it has to be noted that Ukraine has not implemented 88 RL of the 342 as of 1 January 2019. (WENRA RHWG 2020a)

Accident Analyses

Maintaining containment integrity under severe accident conditions is an important issue for accident management. The Rivne 1&2 severe accident management (SAM) strategy will rely on retaining corium inside the pressure vessel (in-vessel retention - IVR). However, these measures are not implemented yet. Furthermore, if this feature could be realized it would only reduce the risk of radioactive release in most but not in all severe accident scenarios.

A systematic analysis of beyond design basis accidents (BDBA) is not presented in the EIA Document. To calculate the possible (trans-boundary) consequences, it was assumed that the containment integrity will be kept up. This assumption is not justified. The used source term of a beyond design basis accident (BDBA) was chosen on the basis of safety requirements of the European operators for the design of a light water reactors (LWR). However, this limited source term can only be assumed if the plant has been designed or retrofitted accordingly. This is not the case for Rivne 1&2.

The accident analyses in the EIA Document should use a possible source term derived from the calculation of the current PSA 2. Even though the probability of severe accidents with an early and/or large release for existing plants is estimated to be very small, the consequences caused by these accidents are serious.

In any case, the EIA Document should contain a comprehensive justification for the source term used. In principle, possible Beyond Design Basis Accidents should be part of the EIA, irrespective of their probability of occurrence.

In order to assess the consequences of BDBAs, it is necessary to analyse a range of severe accidents, including those with containment failure and containment bypass. These kinds of severe accidents are possible for the VVER 440/V213 reactor type.

The results of the EU stress tests have revealed a lot of shortcomings of the severe accident management (SAM) (i.e. the prevention of severe accidents and the mitigation of its consequences) at the Ukrainian NPPs. Comprehensive improvements are required by the regulator; however, further improvements are recommended by the ENSREG peer review team. This is one example for the gap between the Ukraine and the EU safety standards and requirements.

The stress tests showed that after decades of safety programs, Ukrainian reactors remain to be plants posing exceptionally high risk. The continuous upgrading programs did not deliver the promised results. The ENSREG peer review team

pointed to one of the main problems, which are characteristic of nuclear safety in the Ukraine: the constant severe delay of the implementation of upgrading measures.

The WENRA “Safety Objectives for New Power Reactors” should be used as a reference for identifying reasonably practicable safety improvements for Rivne 1&2. However, the EIA Document does not mention these WENRA safety objectives. The most ambitious WENRA safety objective intends to reduce potential radioactive releases to the environment from accidents with core melt. Accidents with core melt which would lead to early or large releases would have to be practically eliminated. Practical elimination of an accident sequence cannot be claimed solely based on compliance with a general cut-off probabilistic value. Even if the probability of an accident sequence is very low, any additional reasonably practicable design feature, operational measures or accident management procedures to further lower the risk should be implemented. The concept of “practical elimination” of early or large releases is not mentioned for Rivne NPP in the EIA Document.

Accidents initiated by natural events and site assessment

The plant safety assessment takes into account the following natural hazards: river flood, extreme precipitation, abnormally low water level (lack of cooling water), tornado, earthquake, high wind, fog, thunderstorm, snowstorm (snow load) and extreme temperature. In addition, karst and suffusion (including human-induced karstification and suffusion) are discussed.

The assessment of natural phenomena that may have adverse effects on the safety of the NPP is restricted to a small number of hazard types. The EIA Document fails to demonstrate that the site assessment identified all natural hazards that apply to the site. A thorough assessment including the steps

- hazard screening and identification of hazard combinations
- hazard assessment
- definition of design basis events
- development of a protection concept
- analysis of design extension conditions

as required by WENRA (2014a, Issue T) has not been performed.

Hazard screening and the identification of hazard combinations should start from an exhaustive list of natural hazards (e.g., WENRA 2015; DECKER & BRINKMAN 2017) to demonstrate that all relevant hazards and hazard combinations are addressed.

Hazard severities for occurrence probabilities of 10^{-4} per year as required by WENRA (2014) have been determined by hazard assessments for several, but not all hazards considered in the EIA Document. The results, however, are not followed up to define design basis events and develop adequate protection concepts in a way that complies with the WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors (2014). This is particularly the case for external flooding by extreme precipitation, low water level (lack of cooling water), high wind, tornado, snow

load/snow storm and extreme temperatures. Adequate protection against several hazards is therefore currently not in place. This is most important for:

- Flooding by extreme precipitation for which the current design only protects against events with occurrence probabilities of $10E-1$ per year. Events exceeding the current design value are expected to lead to severe impacts on the on-site power system. This occurrence probability exceeds the exceedance frequency of design basis events required by WENRA by a factor of $10E3$.
- High wind for which the EIA Document shows that storms with occurrence probabilities of $1.40E-3$ can lead to failure of the essential service water system.
- Drought and lack of riverine cooling water.

We have to assume that the low robustness of the cooling system against wind loads and other meteorological hazards are important reasons for the high conditional probability of core damage due to failure of the essential service water system. This probability is stated with $6,93E-03$. Such a high Core Damage Frequency (CDF) value is unacceptable when compared to regulations and safety expectations for existing NPPs that are in place in most of the European countries².

Karstification and suffusion pose significant threats to the safety of the NPP Rivne by the possible destabilization of the foundation soil of the reactor buildings and containments, buildings that house safety-relevant structures, systems and components (SSC), safety-relevant underground piping and the cooling towers. Information provided by the EIA Document proves that the operation of the NPP leads to the lasting seepage of large amounts of technical water that has the potential to increase karstification and suffusion, and to destabilize foundation soils. Since human-made karstification and suffusion are self-enhancing mechanisms it may be expected that their safety relevance increases during the future operation of the NPP.

The available EIA Document provides only insufficient information on the safety margins of the reactors with respect to the different natural hazard types. Design Extension Conditions (DEC) are not analysed. This is contrary to the WENRA requirement that DEC analysis shall be undertaken with the purpose of further improving the safety of existing nuclear power plants and enhancing their capability to withstand more challenging events or conditions than those considered in the design basis. Related requirements and procedures are provided by WENRA (2014a) and WENRA (2014b). The Austrian expert team recommended to extend the efforts with respect to natural hazard analysis and develop adequate protection concepts for natural hazards in line with the WENRA approach for DEC.

² In the majority of member countries of WENRA (Western European Nuclear Regulators Association) and in the Ukraine the Core Damage Frequency (CDF) shall not exceed the value of 10^{-4} per year. Some WENRA countries require $CDF \leq 10^{-5}$ per year.

Accidents with involvement of third parties and man-made impacts

Terrorist attacks and acts of sabotage can have significant impacts on nuclear facilities and cause severe accidents – also on the Rivne NPP. Nevertheless, they are not mentioned in the EIA Document. In comparable EIA documents such events were addressed to some extent.

Although precautions against sabotage and terror attacks cannot be publicly discussed in detail in the EIA procedure for reasons of confidentiality, the necessary legal requirements should be set out in the EIA Document.

Information regarding the issue of terror attacks would be of great interest, considering the large consequences of potential attacks. In particular, the EIA Document should include detailed information on the requirements for the design against the targeted crash of a commercial aircraft. This topic is of particular importance, because the reactor building of Rivne 1&2 is vulnerable against terror attacks (including airplane crash).

A recent assessment of the nuclear security in Ukraine points to shortcomings compared to necessary requirements: The 2020 NTI Index assesses nuclear security conditions related to the protection of the nuclear facilities. With a total score of 65 out of 100 points, Ukraine ranked only 29 out of 47 countries, which indicates a low protection level. It has to be pointed out that the low scores for “Insider Threat Prevention” and “Cybersecurity” indicate deficiencies in these issues. It is recommended to invite this International Physical Protection Advisory Service (IPPAS) of the IAEA that assisted states, in strengthening their national nuclear security regimes, systems and measures.

Trans-boundary impacts

The used source term for Cs-137 (30 TBq) of a beyond design basis accident (BDBA) was determined on the basis of the limited value of the release according to the safety requirements of the European operators. The assumption of this relatively moderate source term is not justified. This limited source term can only be used if the plant has been designed or retrofitted accordingly. This is not the case for the Rivne 1&2 NPP. The project flexRISK made an assessment of source terms and identified for Rivne 1&2 a possible source term for Cs-137 (76,500 TBq). This source term is related to the behaviour of the plant in case of a severe accident and the possible release.

Severe accidents with releases considerably higher than assumed in the EIA Document cannot be excluded for Rivne 1&2. Such worst case accidents should be included in the assessment since their effects can be widespread and long-lasting and even countries not directly bordering Ukraine, like Austria, can be affected.

Because of the analysis of the worst case scenarios was not performed the conclusion of the EIA Document concerning trans-boundary effects is not sufficiently proven.

The results of the flexRISK project indicated that after a severe accident, the average Cs-137 ground depositions at most areas of the Austrian territory could be higher than the threshold for agricultural intervention measures (e.g. earlier harvesting, closing of greenhouses). Therefore, Austria could be significantly affected by a severe accident at Rivne 1&2.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ukraine führt eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für die Lebensdauererweiterung der Reaktoren Rivne 1&2 gemäß der Espoo-Konvention durch. Das Kernkraftwerk Rivne liegt in der Nähe der Stadt Varash in der Region Rivne. Am Standort Rivne sind vier Reaktoren in Betrieb, wobei die Blöcke Rivne 1&2 die ältesten Reaktoren sind und in den Jahren 1980 bzw. 1981 in Betrieb genommen wurden.

Nachdem die Republik Österreich von der Ukraine notifiziert wurde, beschloss Österreich sich an der UVP zu beteiligen. Das österreichische Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) beauftragte das Umweltbundesamt mit der Erstellung des vorliegenden ExpertInnengutachtens, in welchem die übermittelten UVP-Dokumente bewertet werden. Das Ziel der österreichischen Beteiligung an dem UVP-Verfahren ist die Minimierung oder Beseitigung möglicher signifikant negativer Auswirkungen auf Österreich, die von diesem Projekt ausgehen könnten.

Allgemeine Aspekte und Verfahrensaspekte der Umweltverträglichkeitsprüfung

Die ursprüngliche Genehmigung wurde für eine Geltungsdauer von 30 Jahren erteilt und im Jahre 2010 bis Dezember 2030 verlängert. Das Projekt der Lebensdauererweiterung des KKW Rivne 1&2 steht im Widerspruch zur Espoo-Konvention, da im Jahre 2010 keine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt wurde. Die Beschwerde "EIA/IC/CI/4 Ukraine" wurde im Rahmen der Espoo-Konvention im Jahre 2011 eröffnet und ist noch nicht abgeschlossen. Die Ukraine wurde aufgefordert eine UVP vor dem Jahr 2020 durchzuführen. Im Dezember 2020 forderte die Vertragsstaatenkonferenz (MOP) der Espoo-Konvention die Ukraine auf, die finale Genehmigung für die Lebensdauererweiterung von Rivne 1&2 zu revidieren und die Ergebnisse des jetzt laufenden UVP-Verfahrens zu berücksichtigen. Die noch offene Beschwerde im Rahmen der Espoo-Konvention zeigt, dass noch unregelt ist, ob und auf welche Weise die Resultate des laufenden UVP-Verfahrens von der ukrainischen Seite berücksichtigt werden.

Gemäß der Espoo-Konvention hat die Dokumentation für die Umweltverträglichkeitsprüfung eine Beschreibung und eine Prüfung von vernünftigen Alternativen wie auch der Null-Variante zu beinhalten. In dieser Hinsicht ist die vorgelegte UVP-Dokumentation unvollständig.

Am 16. Dezember 2020 hat die Staatliche Atomaufsichtsbehörde der Ukraine, SNRIU, bereits die Verlängerung der Genehmigung EO 000943 für Rivne 1 bis 22. Dezember 2030 beschlossen. Das Espoo-Implementierungskomitee hatte allerdings die Empfehlung ausgesprochen, die UVP vor Abschluss der nächsten Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) 2020 durchzuführen und abzuschließen, d.h. vor Verlängerung der Genehmigung.

Abgebrannter Nuklearbrennstoff und radioaktive Abfälle

In der UVP-Dokumentation fehlen wesentliche Informationen über das Management von abgebrannten Brennstäben und radioaktiven Abfällen aus dem KKW

Rivne 1&2. Das zu erwartende Inventar der abgebrannten Brennstäbe und radioaktive Abfälle, die in Folge der Lebensdauererlängerung anfallen werden, wurde nicht angeführt.

Ebenso nicht angeführt wurde die Information über den Stand des Zentralen Zwischenlagers, wo die abgebrannten Brennstäbe aus dem KKW Rivne 1&2 gelagert werden sollen (CSFSF). Weiterhin unklar ist das Endlager für abgebrannten Brennstoff und hochaktiven Abfall, wo auch die verglasten hochaktiven Abfälle aus der Wiederaufbereitung in Mayak in der Russischen Föderation gelagert werden sollen.

Abgebrannter Brennstoff und hochaktiver Abfall können negative Umweltauswirkungen haben, daher wäre es zu begrüßen, wenn die ukrainische Seite weitere Informationen über das nationale Entsorgungsprogramm für Atommüll zur Verfügung stellen würde.

Langzeitbetrieb von Reaktoren des Typs WWER-440

Obwohl die Alterung der 40 Jahre alten Strukturen, Gebäude und Anlagen für Rivne 1&2 sicherheitsrelevant ist, wurde dieser Themenkomplex in der UVP-Dokumentation nicht angesprochen. Diese bezieht sich nur auf „Strukturen, Systeme und Komponentenalterung“ als Sicherheitsfaktor im Rahmen der Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ). Die negativen Auswirkungen der Alterung stehen auch in Abhängigkeit zu den durchgeführten Inspektions-, Erneuerungs- und Schutzmaßnahmen. Ein umfassendes Alterungsmanagementprogramm (AMP) ist notwendig um die altersbedingten Versagen zumindest in einem bestimmten Ausmaß zu beschränken. Allerdings fehlt die Information über das Alterungsmanagementprogramm (AMP) in der UVP-Dokumentation.

Die Ukraine beteiligte sich in den Jahren 2017/18 an der Topical Peer Review (TPR) mit dem thematischen Schwerpunkt „Alterungsmanagement“ im Rahmen der Umsetzung der Nuklearsicherheitsrichtlinie 2014/87/EURATOM. Einige „Bereiche mit Verbesserungspotential“ wurden identifiziert, d.h. Abweichungen, vom erwarteten Niveau der TPR für die Durchführung des Alterungsmanagements, welches im Sinne eines konsistenten und akzeptablen Alterungsmanagements in ganz Europe erzielt werden sollte. Die TPR-Resultate und die Aktivitäten zur Behebung von Schwachstellen sollten in der UVP-Dokumentation präsentiert werden. Das gilt insbesondere für die wesentliche Sicherheitsfrage der Versprödung des Reaktordruckbehälters.

Obwohl die konzeptuelle Alterung für Rivne 1&2 ebenso ein Problem darstellt, befasst sich die UVP-Dokumentation mit keinem der bekannten Sicherheitsdefizite der WWER-440/213 Reaktoren: das Reaktorgebäude und auch das Gebäude für das Abklingbecken abgebrannter Brennstäbe sind gegenüber externen Ereignisse relativ verwundbar. Die WWER-440 Reaktoren sind als Zwillinganlagen konstruiert, die sich mehrere Betriebs- und Sicherheitssysteme teilen. Die gemeinsame Verwendung erhöht das Risiko eines Versagens aus gemeinsamer Ursache, wodurch die Sicherheit beider Reaktoren gleichzeitig betroffen ist.

Dieses KKW-Design wurde in den 1980ern entwickelt und entspricht nur teilweise modernen Auslegungsprinzipien wie Redundanz, Diversität und physische Trennung von redundanten Subsystemen und der bevorzugten Verwendung von passiven Sicherheitssystemen.

Im Dezember 2010 genehmigte die Staatliche Nuklearaufsichtsbehörde (SNRIU) der Ukraine für das KKW Rivne 1&2 eine Lebensdauererlängerung für 20 Jahre, obwohl die sicherheitsrelevanten Defizite noch nicht vollständig geklärt waren. Der Stresstest kam zu dem Ergebnis, dass die ukrainischen KKW nur 172 von 194 Anforderungen der IAEA Design Safety Standards von 2000³ erfüllten. Die Umsetzung der notwendigen Verbesserungen ist Teil des noch laufenden Nachrüstungsprogramms. Darunter fällt auch das Comprehensive (Integrated) Safety Improvement Program (C(I)SIP), dessen Fertigstellung einige Male verschoben wurde. Die Fertigstellung ist nun für 2023 vorgesehen.

Die SNRIU beteiligt sich seit 2009 als Beobachterin an den Aktivitäten der WENRA (Western European Nuclear Regulators Association). Im Jahre 2014 veröffentlichte die WENRA eine revidierte Version der Safety Reference Levels (RLs) für bestehende Reaktoren, die die Reactor Harmonisation Working Group (RHWG) ausgearbeitet hat. Das Ziel der Revision war die Berücksichtigung der Erfahrungen, die aus dem Unfall im KKW TEPCO Fukushima Daiichi gewonnen wurden. Ein wesentliches Update war die Revision des Issue F "Design Extension of Existing Reactors" durch die Einführung des Auslegungskonzepts der Design Extension Conditions (DEC), der Erweiterten Auslegungsbedingungen. Es ist allerdings zu betonen, dass die Ukraine 88 der 342 Reference Levels nicht umgesetzt hat. (WENRA RHWG 2020a)

Unfallanalysen

Der Erhalt der Containment-Integrität unter Bedingungen schwerer Unfälle ist ein wichtiges Thema für das Unfallmanagement. Die Strategie für das Management schwerer Unfälle (SAM) wird vor allem auf das Zurückhalten des Kerns innerhalb des Reaktordruckbehälters setzen (In-Vessel Retention – IVR). Doch diese Maßnahmen sind noch nicht umgesetzt. Selbst wenn diese Einrichtung installiert sein wird, kann es nur zur Reduktion des Risikos von radioaktiven Freisetzungen in den meisten, aber nicht in allen Fällen von schweren Unfallszenarien kommen.

In der UVP-Dokumentation fehlt eine systematische Analyse der Auslegungsstörfall-überschreitenden Unfälle (BDBA). Für die Berechnung möglicher (grenzüberschreitender) Folgen wurde angenommen, dass die Containment-Integrität erhalten bleibt. Diese Annahme ist nicht gerechtfertigt. Der für einen Auslegungsstörfall-überschreitenden Unfall verwendete Quellterm wurde auf der Grundlage der Sicherheitsanforderungen der europäischen Betreiber von Druckwasserreaktoren ausgewählt. Doch kann dieser Quellterm nur dann als Annahme verwendet werden, wenn das Kraftwerk dementsprechend ausgelegt oder nachgerüstet wurde. Das ist bei Rivne 1&2 nicht der Fall.

Für die Unfallanalyse in der UVP-Dokumentation sollte ein möglicher Quellterm von der Berechnung der aktuellen PSA 2 abgeleitet werden. Auch wenn die

³ Im Rahmen eines gemeinsamen IAEA-EK-Ukraine Projekts wurde eine Designbewertung durchgeführt, um umfassend die Übereinstimmung der ukrainischen KKW-Designs mit den IAEA Safety Standards Safety of Nuclear Power Plants: Design (NS-R-1) aus dem Jahre 2000 zu bewerten. Mittlerweile ist auch dieses IAEA-Dokument veraltet, denn im Jänner 2012 wurden die neuen Sicherheitsanforderungen IAEA (2012) publiziert.

Wahrscheinlichkeit für schwere Unfälle mit einer frühen und/oder großen Freisetzung für bestehende KKW als gering angenommen wird, so sind die Folgen dieser Unfälle schwer.

In jedem Fall sollte die UVP-Dokumentation eine nachvollziehbare Begründung für den verwendeten Quellterm haben. Prinzipiell sollten mögliche Auslegungstörfall-überschreitende Unfälle (BDBA) Teil der UVP sein, ungeachtet ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit.

Um die Konsequenzen von BDBAs zu bewerten ist es notwendig, eine Reihe von schweren Unfällen zu analysieren, einschließlich der Unfälle mit Containmentversagen und Containment-Bypass. Dieser Arten von schweren Unfällen sind für den Reaktortyp WWER 440/V213 möglich.

Die Resultate der EU-Stresstests haben eine Reihe von Defiziten beim Management schwerer Unfälle (SAM), d.h. der Verhinderung von schweren Unfällen und der Verhinderung von deren Folgen bei den ukrainischen KKW aufgedeckt. Die Aufsichtsbehörde verlangt einige umfassende Verbesserungen, wobei das ENSREG Peer Review Team weitere Verbesserungsmaßnahmen verlangt. Dabei handelt es sich um ein Beispiel für die Kluft zwischen den Sicherheitsstandards und Sicherheitsanforderungen der Ukraine und der EU.

Die Stresstests zeigten, dass nach jahrzehntelangen Sicherheitsprogrammen die KKW auch weiterhin ein ungewöhnlich hohes Risiko darstellen. Die kontinuierlichen Nachrüstprogramme haben nicht die versprochenen Resultate gebracht. Das ENSREG Peer Review Team verwies auf eines der Hauptprobleme, die für die nukleare Sicherheit in der Ukraine charakteristisch sind: die permanente Verschiebung der Umsetzung der Nachrüstmaßnahmen.

Die WENRA "Safety Objectives for New Power Reactors" sollten als Referenzdokument für die Identifikation der vernünftig umsetzbaren Sicherheitsverbesserungen für Rivne 1&2 dienen. Die UVP-Dokumentation nennt diese WENRA Sicherheitsziele allerdings nicht. Das ehrgeizigste WENRA-Sicherheitsziel beabsichtigt die Reduktion potentieller radioaktiver Freisetzungen in die Umwelt bei Kernschmelzunfällen. Kernschmelzunfälle mit frühen oder großen Freisetzungen wären dann praktisch ausgeschlossen. Der praktische Ausschluss von Unfallabfolgen kann nicht nur mit einem allgemeinen probabilistischen Grenzwert bestimmt werden. Selbst wenn die Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Unfallabfolge sehr gering ist, so ist ein zusätzliches vernünftig umsetzbares Designelement, eine betriebliche Maßnahme oder Unfallmanagementverfahren einzuführen, um das Risiko weiter zu reduzieren. Das Konzept des „praktischen Ausschlusses“ von frühen oder großen Freisetzungen wird für das KKW Rivne in der UVP-Dokumentation nicht genannt.

Unfälle, die durch natürliche Ereignisse initiiert werden, Standortbewertung

Die Sicherheitsbewertung für das KKW betrachtet folgende Naturgefahren: Überschwemmung durch Flusswasser, extremer Niederschlag, außergewöhnlich niedriger Wasserpegel (Mangel an Kühlwasser), Tornado, Erdbeben, Starkwinde, Nebel, Gewitter, Schneesturm (Schneelast) und extreme Temperaturen. Zusätzlich betrachtet wurden Karst und Suffusion (einschließlich menschengemachter Karstifizierung und Suffusion).

Die Prüfung von natürlichen Phänomenen, die negative Auswirkungen auf die Sicherheit des KKW haben können, wurde auf eine geringe Anzahl von Gefährdungstypen beschränkt. Die UVP-Dokumentation weist nicht nach, dass die Standortbewertung alle natürlichen Gefährdungen identifiziert hat, die für diesen Standort möglich sind. Eine gründliche Bewertung mit den folgenden Schritten, wie von WENRA (2014a, Issue T) vorgesehen, wurde nicht durchgeführt:

- Gefährdungsscreening und Identifikation von Gefährdungskombinationen
- Gefährdungsbewertung
- Identifikation von Auslegungsstörfällen
- Entwicklung eines Schutzkonzepts
- Analyse von erweiterten Auslegungsbedingungen

Das Gefährdungsscreening und die Identifizierung von Gefährdungskombinationen sollte mit einer vollständigen Liste der natürlichen Gefährdungen begonnen werden (z.B. WENRA 2015; DECKER & BRINKMAN 2017) um nachzuweisen, dass alle relevanten Gefährdungen und Gefährdungskombinationen berücksichtigt wurden.

Die Gefährdungen mit Eintrittswahrscheinlichkeiten von 10^{-4} pro Jahr, wie von WENRA (2014) vorgesehen, wurden mit einer Gefährdungsprüfung einiger, aber nicht aller Gefährdungen in der UVP-Dokumentation durchgeführt. Die Ergebnisse wurden allerdings nicht dafür verwendet um Auslegungsstörfälle zu definieren und adäquate Schutzkonzepte zu entwickeln, die den WENRA Safety Reference Levels für bestehende Reaktoren (2014) entsprechen. Das gilt insbesondere für die externe Flutung durch extreme Niederschläge, niedrigen Wasserstand (Mangel an Kühlwasser), Starkwinde, Tornados, Schneelast/Schneesturm und extreme Temperaturen. Ein adäquater Schutz liegt somit zurzeit für einige Gefährdungen nicht vor. Das gilt insbesondere für:

- Überflutung durch extreme Niederschläge, für die die aktuelle Auslegung nur gegen Ereignisse mit einer Eintrittshäufigkeit von $10E-1$ pro Jahr ausreicht. Diese probabilistische Eintrittshäufigkeit überschreitet die Häufigkeit für Auslegungsstörfälle, wie sie von WENRA gefordert wird, um einen Faktor von $10E3$.
- Starkwind, der laut UVP-Dokumentation mit Stürmen mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von $1,40E-3$ zum Versagen des wichtigen Speisewassersystems führen kann.
- Trockenheit und Mangel an Flusswasser zur Kühlung.

Es davon auszugehen, dass die geringe Widerstandsfähigkeit des Kühlsystems gegen Windlasten und andere meteorologische Gefährdungen wesentliche Gründe für die hohe Eintrittswahrscheinlichkeit für Kernschmelzen in Folge eines Verlusts der essentiellen Speisewassersystems darstellt. Die Wahrscheinlichkeit wird mit $6,93E-03$ angeführt. Ein so hoher Wert für die Kernschmelzhäufigkeit (CDF) ist nicht akzeptabel, wie der Vergleich mit den Regeln und Sicherheitsanforderungen an bestehende KKW zeigt, die im Großteil der Länder Europas⁴ herrschen.

⁴ Im Großteil der Mitgliedsstaaten der WENRA (Western European Nuclear Regulators Association) und der Ukraine sollte die Kernschmelzhäufigkeit (CDF) den Wert 10^{-4} pro Jahr nicht überschreiten. Einige WENRA-Länder verlangen $CDF \leq 10^{-5}$ pro Jahr.

Die Verkarstung und Suffusion stellen bedeutende Gefährdungen der Sicherheit des KKW Rivne durch die mögliche Destabilisierung des Fundamentbodens unter dem Reaktorgebäude, dem Containment und den Gebäuden dar, die die sicherheitsrelevanten Strukturen, Systeme und Komponenten (SSC) beherbergen, wie auch die sicherheitsrelevanten unterirdischen Rohrleitungen und die Kühltürme. Die Information in der UVP-Dokumentation zeigt, dass der Betrieb des KKW zu einer anhaltenden Versickerung von großen Mengen an technischem Wasser führt, welches das Potential für eine Verstärkung der Verkarstung und Suffusion hat und zu einer Destabilisierung der Fundamentböden führen kann. Da die menschengemachte Verkarstung und Suffusion selbstverstärkende Mechanismen sind, ist davon auszugehen, dass deren Sicherheitsrelevanz im künftigen KKW-Betrieb ansteigen wird.

Die vorliegende UVP-Dokumentation bietet nur unzureichende Informationen über die Sicherheitsreserven der Reaktoren für die verschiedenen natürlichen Gefährdungsarten. Die erweiterten Auslegungsbedingungen (DEC) werden nicht analysiert. Das widerspricht den WENRA-Anforderungen wonach die DEC-Analyse zur weiteren Verbesserung der Sicherheit bestehender KKW und der Erhöhung deren Fähigkeit dient, Ereignisse oder Bedingungen zu bewältigen, die massiver sind als in der Auslegung vorgesehen. Die Dokumente WENRA (2014a) und WENRA (2014b) stellen die damit zusammenhängenden Anforderungen und Vorgangsweisen dar. Das österreichische ExpertInnenteam empfiehlt die Anstrengungen im Bereich der Analyse der natürlichen Gefährdungen auszuweiten und entsprechende Schutzkonzepte für die natürlichen Gefährdungen entsprechend den WENRA-Vorschriften für DEC zu entwickeln.

Unfälle mit Beteiligung Dritter und durch Aktivitäten des Menschen verursachte Auswirkungen

Terrorangriffe und Sabotageakte können schwere Auswirkungen auf Nuklearanlagen haben und zu schweren Unfällen führen – auch beim KKW Rivne. Dennoch werden diese in der UVP-Dokumentation nicht erwähnt. In vergleichbaren UVP-Dokumentationen wurden diese Ereignisse bis zu einem gewissen Umfang angesprochen.

Wenn auch vorbeugende Maßnahmen gegen Sabotage und Terrorangriffe nicht öffentlich im Detail im UVP-Verfahren aufgrund der Vertraulichkeit diskutiert werden können, so wären doch die gesetzlichen Anforderungen in der UVP-Dokumentation zu benennen.

Aufgrund der gravierenden Folgen möglicher Angriffe ist die Information zur Problematik von Terrorangriffen sehr wichtig. Die UVP-Dokumentation sollte detaillierte Informationen über die Auslegungsanforderungen für den gezielten Absturz von Verkehrsflugzeugen anführen. Dieses Thema ist besonders wichtig, da das Reaktorgebäude des KKW Rivne 1&2 gegen Terrorangriffe (einschließlich Flugzeugabstürzen) verwundbar ist.

Die aktuelle Bewertung der nuklearen Sicherung in der Ukraine zeigt Defizite auf: Der NTI Index 2020 bewertet die Bedingungen der nuklearen Sicherung im Zusammenhang mit dem zum Schutz der nuklearen Anlagen. Mit einer Gesamtbewertung von 65 von 100 Punkten wurde die Ukraine nur auf Platz 29 von 47 Ländern eingereiht, was auf ein sehr geringes Schutzausmaß deutet. Die niedrige

Bewertung für “Insider Threat Prevention” und “Cybersecurity” zeigt die Missstände in diesen Bereichen auf. Es wird empfohlen, den International Physical Protection Advisory Service (IPPAS) der IAEO einzuladen, der die Staaten bei der Stärkung von deren nationalen Regelungen, Systemen und Maßnahmen zur Sicherung von Nuklearmaterial unterstützt.

Grenzüberschreitende Folgen

Der verwendete Quellterm für Cäsium 137 (30 TBq) für einen Auslegungsstörfall-überschreitenden Unfall (BDBA) wurde auf der Grundlage des beschränkten Werts festgelegt, der für die Sicherheitsanforderungen der europäischen Betreiber gilt. Diesen relativ moderaten Quellterm heranzuziehen ist nicht gerechtfertigt. Dieser beschränkte Wert kann nur verwendet werden, wenn das KKW entsprechend ausgelegt oder nachgerüstet wurde. Das ist für das KKW Rivne 1&2 nicht der Fall. Das Projekt flexRISK führte eine Bewertung der Quellterme durch und bestimmte für Rivne 1&2 einen möglichen Quellterm für Cs-137 (76 500 TBq). Dieser Quellterm steht in Bezug zum Verhalten des KKW im Fall eines schweren Unfalls und möglicher Freisetzungen.

Schwere Unfälle mit Freisetzungen, die deutlich über den in der UVP-Dokumentation abgeschätzten liegen, können für Rivne 1&2 nicht ausgeschlossen werden. Solche Worst-Case Unfälle sind in der Prüfung zu inkludieren, da deren Auswirkungen weitreichend und langdauernd sein können und auch Länder betreffen können, die nicht direkt an die Ukraine angrenzen, wie etwa Österreich.

Die Schlussfolgerungen der UVP-Dokumentation zu den grenzüberschreitenden Auswirkungen sind nicht ausreichend nachgewiesen, da die Analyse der Worst-Case Szenarien nicht durchgeführt wurde.

Die Resultate des flexRISK Projekts zeigen, dass nach einem schweren Unfall die durchschnittlichen Bodendepositionen von Cs-137 in den meisten Regionen Österreich den Schwellenwert für landwirtschaftliche Interventionsmaßnahmen (z.B. vorgezogene Ernte, Schließen von Glashäusern) überschreiten könnten. Daher könnte Österreich von einem schweren Unfall im KKW Rivne 1&2 signifikant betroffen sein.

РЕЗЮМЕ

Україна проводить Оцінку впливу на довкілля (ОВД) для продовження строку експлуатації енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС згідно з Конвенцією Еспо. Рівненська АЕС знаходиться поблизу міста Вараш Рівненської області. Тут працює чотири енергоблоки. № 1 та № 2 — найстаріші. Вони були підключені до електромережі відповідно у 1980 та 1981 роках.

Україна повідомила Австрію про проведення ОВД, й Австрія вирішила взяти участь у процесі. Австрійське федеральне міністерство з питань кліматичних дій, довкілля, енергетики, мобільності, інновацій та технологій доручило Австрійському агентству з питань довкілля надати відповідну експертну заяву з оцінкою поданого Документа по ОВД. Метою участі Австрії в процедурі ОВД є мінімізація або навіть усунення можливих значних негативних впливів на Австрію, які можуть виникнути в результаті цього проєкту.

Загальні та процедурні аспекти Оцінки впливу на довкілля

Первісна ліцензія була видана на 30 років і у 2010 році була продовжена до грудня 2030 року. Проєкт продовження строку експлуатації енергоблоків № 1 та № 2 на Рівненській АЕС порушує Конвенцію Еспо, оскільки у 2010 році не проводилась Оцінка впливу на довкілля. У 2011 році було розпочато справу за номером EIA/IC/CI/4 про порушення Україною положень Конвенції Еспо, яка й досі лишається відкритою. Україні було запропоновано провести ОВД до 2020 року. У грудні 2020 року зустріч сторін Конвенції Еспо попросила Україну переглянути своє остаточне рішення щодо продовження строку експлуатації енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС, належним чином врахувавши результати поточної процедури ОВД. Ця порушена за процедурою Еспо справа, рішення за якою й досі не прийняте, свідчить, що незрозуміло, чи і як будуть враховані результати поточної процедури ОВД українською стороною. Крім того, подальші кроки процедури ліцензування не зрозумілі.

Згідно з Конвенцією Еспо, в документацію по оцінці впливу на навколишнє середовище мають бути включені опис та оцінка доцільних альтернативних дій, а також альтернатива бездіяльності. У зв'язку з цим Документація по ОВД є недостатньою.

16 грудня 2020 року Державна інспекція ядерного регулювання України (Держатомрегулювання) вже прийняла рішення про внесення змін до ліцензії серії ЕО 000943 для енергоблока № 1 Рівненської АЕС до 22 грудня 2030 року. Але Комітет з імплементації Конвенції Еспо рекомендував провести та доопрацювати ОВД до закінчення чергового періодичного огляду безпеки (ПОБ), що мало б статися до того, як ліцензію було подовжено.

Відпрацьоване ядерне паливо та радіоактивні відходи

У Документі ОВД відсутня важлива інформація щодо поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами з

енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС. Не подається інформація про очікувану інвентаризацію відпрацьованого палива та радіоактивних відходів, що виникають внаслідок продовження строку експлуатації.

Інформація про стан центрального проміжного сховища, де зберігатиметься відпрацьоване ядерне паливо з енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС (ЦСВЯП), також не надавалася. Незрозумілим залишається й місце остаточного сховища відпрацьованого палива та високорадіоактивних відходів, де також зберігатимуться РАВ у склоподібному стані після переробки на ФДУП «ВО «Маяк» в Російській Федерації.

Відпрацьоване паливо та радіоактивні відходи можуть спричинити негативні наслідки для довкілля, тож надання українською стороною більше інформації про національний план поводження з ядерними відходами буде схвально сприйняте.

Тривала експлуатація реакторів типу ВВЕР-440

Хоча старіння 40-річних конструкцій, будівель та обладнання є питанням безпеки для енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС, це питання не розглядається у Документі по ОВД. В документі йдеться лише про «старіння конструкцій, систем та компонентів», що є фактором безпеки (ФБ) в рамках періодичного огляду безпеки (ПОБ). Негативний вплив старіння також залежить від вжитих заходів щодо огляду, відновлення та захисту. Потрібна комплексна програма управління старінням (ПУС), щоб хоча б певною мірою обмежити проблеми, пов'язані зі старінням. Однак інформація про програму управління старінням (ПУС) також не надається у Документі по ОВД.

Україна взяла участь у Тематичному експертному огляді (ТЕО) «Управління старінням» в рамках імплементації Директиви 2014/87/Євроатом з питань ядерної безпеки, що був проведений у 2017-2018 рр. Було визначено декілька «напрямків для вдосконалення», тобто відхилень від очікуваного рівня ТЕО щодо управління старінням, якого слід досягти для забезпечення послідовного та прийняттого управління старінням у всій Європі. Результати ТЕО та заходи щодо усунення прогалин повинні бути представлені у Документі по ОВД, зокрема має бути обговорено дуже важливе питання безпеки через крихкість корпусу реактора.

Хоча концептуальне старіння також є проблемою для енергоблоків № 1 і № 2 Рівненської АЕС, Документ по ОВД не стосується жодної з відомих проблем безпеки реакторів ВВЕР-440/В-213. Блоки ВВЕР-440/В-213 мають кілька конструктивних недоліків: корпус реактора та будівля басейну з відпрацьованим паливом відносно вразливі до зовнішнього впливу. Реактори ВВЕР-440 спроектовані як спарені блоки, що мають багато спільних операційних систем і систем безпеки. Спільне використання систем безпеки підвищує ризик відмов через загальні причини, що впливають на безпеку обох реакторів одночасно.

Цей проєкт АЕС, розроблений у 1980-х роках, лише частково відповідає таким сучасним принципам проєктування, як фізичне резервування, різнохарактерність і фізичне відокремлення надлишкових підсистем або перевагу систем пасивної безпеки. Документи по ОВД не містять ні опису систем, що стосуються безпеки, ні інформації про потужності, фізичне резервування та фізичне відокремлення.

У грудні 2010 року, хоча питання, що стосуються безпеки, ще не вирішені цілком, Державна інспекція ядерного регулювання України (Держатомрегулювання) надала 20-річне продовження строку експлуатації для енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС. У 2011 році стрес-тести показали, що українські АЕС відповідають лише 172 зі 194 вимог відповідно до стандартів безпеки МАГАТЕ, опублікованих у 2000 році. Запровадження необхідних удосконалень триває згідно з пакетом оновлення, який охоплює Комплексну (зведену) програму підвищення безпеки (К(З)ППБ). Завершення програми кілька разів відкладалося. Зараз завершення планується на 2023 рік.

Держатомрегулювання бере участь у заходах Західноєвропейської асоціації ядерних регуляторів (WENRA) як спостерігач з 2009 року. У 2014 році асоціація опублікувала переглянута версію Довідкових рівнів безпеки (ДРБ) для існуючих реакторів, що була розроблена Робочою групою з гармонізації реакторів (РГТР). Метою перегляду було врахування висновків, отриманих в результаті аварії на Першій фукусімській АЕС. Основним оновленням ДРБ став перегляд положення F «Запроєктний режим роботи існуючих реакторів», що, власне, вводить поняття запроєктного режиму роботи існуючих реакторів (ЗРРІР). Однак, слід зазначити, що станом на 1 січня 2019 року в Україні не було впроваджено ДРБ 88 з 342 (WENRA RHWG 2020a).

Аналіз аварій

У процесі управління аваріями важливим питанням є підтримання цілісності захисної оболонки в умовах серйозних аварій. Стратегія управління серйозними аваріями (УСА) енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС ґрунтуватиметься на утриманні розплаву ядерного палива всередині корпусу під тиском (утримання в корпусі — УВК). Однак ці заходи ще не виконуються. Ба більше, якби цю функцію вдалося реалізувати, така реалізація лише зменшила б ризик викиду радіоактивних речовин у більшості, але не у всіх сценаріях серйозних аварій.

У Документі по ОВД не представлений систематичний аналіз позапроєктних аварій (ППА). Передбачалося, що для розрахунку можливих (транскордонних) наслідків, буде збережена цілісність захисної оболонки. Це припущення не є виправданим. Використовуване джерело радіоактивності для позапроєктних аварій було обране на основі вимог безпеки європейських операторів для проєктування легководних реакторів (ЛВР). Однак таке обмежене джерело радіоактивності можна використовувати лише у тому випадку, якщо електростанція була спроектована чи модернізована відповідним чином. У випадку з енергоблоками № 1 та № 2 Рівненської АЕС про таке проєктування чи модернізацію не йдеться.

В аналізі аварій у Документі по ОВД необхідно використовувати можливе джерело радіоактивності, отримане із розрахунку поточного Аналізу безпеки проєкту 2. Попри те, що ймовірність серйозних аварій з дочасним та/або великим викидом для існуючих електростанцій оцінюється як дуже мала, наслідки, спричинені цими аваріями, — дуже серйозні.

У будь-якому випадку, Документ по ОВД повинен містити вичерпне обґрунтування використовуваного джерела радіоактивності. В принципі, позапроектні аварії повинні бути частиною ОВД, незалежно від їх вірогідності.

Щоб оцінити наслідки позапроектних аварій, необхідно проаналізувати цілий ряд серйозних аварій, включаючи ті, що містять відмову та байпас захисної оболонки. Такі серйозні аварії цілком можливі для реакторів типу ВВЕР-440/В-213.

В результаті стрес-тестів ЄС на українських АЕС було виявлено багато недоліків управління серйозними аваріями, тобто запобігання серйозним аваріям і пом'якшення їх наслідків. Регулятор вимагає всебічних удосконалень. Подальші вдосконалення також рекомендовані групою експертного аналізу Об'єднання європейських атомних регуляторів ENSREG. Це один із прикладів розриву між стандартами та вимогами безпеки України та ЄС.

Стрес-тести показали, що після десятиліть програм безпеки українські реактори продовжують становити винятково високий ризик. Програми постійного оновлення не дали обіцяних результатів. Група експертного аналізу ENSREG вказала на одну з основних проблем, які характерні для ядерної безпеки в Україні: постійне серйозне затягування впровадження заходів з модернізації.

Як еталон для виявлення обґрунтовано можливих способів поліпшень безпеки для енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС слід використовувати документ WENRA «Цілі безпеки для нових енергетичних реакторів». Однак, у документі по ОВД не згадуються ці цілі безпеки WENRA. Найамбітніша мета безпеки WENRA — зменшити потенційні викиди радіоактивних речовин у довкілля внаслідок аварій із розплавом активної зони реактора. За мету ставиться практично усунути аварії з розплавом активної зони реактора, які призвели б до дочасних або великих викидів. Не можна говорити про практичне усунення послідовності розвитку аварії лише на основі дотримання загальної граничної імовірнісної величини. Навіть якщо ймовірність послідовності розвитку аварії дуже низька, слід застосовувати будь-які додатково обґрунтовані на практиці проєктні особливості, оперативні заходи або процедури управління аваріями для подальшого зниження ризику. Поняття «практична ліквідація» дочасних або великих викидів не згадується у документах по ОВД для Рівненської АЕС.

Аварії, спричинені природними подіями, та оцінка об'єкта

Оцінка безпеки електростанцій враховує такі природні катаклізми: повені, екстремальні опади, аномально низький рівень води (відсутність води для охолодження), торнадо, землетруси, сильні вітри, тумани, грози, хуртовини (снігове навантаження) та екстремальні температури. Крім того, обговорюються карстування та суфозія (включаючи карстування та суфозію, спричинені діяльністю людини).

Оцінка природних явищ, які можуть мати негативний вплив на безпеку АЕС, обмежена невеликою кількістю видів катаклізмів. В документі по ОВД не продемонстровано, що в процесі оцінки об'єкта визначено всі природні

катаклізми, які стосуються об'єкта. Повна оцінка, включаючи зазначені нижче етапи, передбачені WENRA (2014а, Літера «Т»), не здійснювалася.

- перевірка катаклізмів і визначення комбінацій катаклізмів
- оцінка катаклізмів
- визначення подій, що включені до проєктних основ
- розробка концепції захисту
- аналіз умов запроєктної роботи реактора

Перевірка катаклізмів і визначення комбінацій катаклізмів повинні починатися з вичерпного переліку природних катаклізмів (наприклад, WENRA 2015; DESKER & BRINKMAN 2017), щоб продемонструвати, що розглядаються всі відповідні катаклізми та комбінації катаклізмів.

Згідно з вимогами WENRA (2014) був визначений ступінь небезпеки катаклізмів для вірогідності виникнення 10^{-4} на рік за допомогою оцінки катаклізмів для декількох, але не всіх катаклізмів, розглянутих у Документі по ОВД. Однак результати цього визначення не виконуються, щоб визначити події, включені до проєктних основ, та чітко розробити адекватні концепції захисту, які б відповідали Довідковим рівням безпеки WENRA для існуючих реакторів (2014). Особливо це стосується зовнішніх затоплень через екстремальні опади, низький рівень води (відсутність води для охолодження), сильний вітер, торнадо, снігове навантаження/снігові бурі та екстремальні температури. Тому наразі відсутній належний захист від кількох катаклізмів, що є критично для:

- Затоплення внаслідок екстремальних опадів. Нинішній проєкт захищає лише від подій із ймовірністю виникнення 10^{-1} на рік. Очікується, що події, що перевищують поточний проєкт, призведуть до серйозних наслідків для енергосистеми. Ця ймовірність перевищення у 10^3 разів більша за частоту перевищення для подій, що включені до проєктних основ, яку вимагає застосовувати WENRA.
- Сильний вітер, щодо якого Документ по ОВД свідчить, що шторми з ймовірністю виникнення $1,40 \times 10^{-3}$ можуть призвести до виходу з ладу основної системи водопостачання.
- Посуха та відсутність річкової води для охолодження.

Ми повинні припустити, що низька стійкість охолоджувальної системи проти вітрових навантажень та інших метеорологічних катаклізмів є важливою причиною високої умовної ймовірності пошкодження активної зони внаслідок відмови основної системи водопостачання. Ця ймовірність вказана з індексом $6,93 \times 10^{-3}$. Таке високе значення частоти пошкодження активної зони реактора є неприйнятним у порівнянні з нормами та очікуваннями безпеки для існуючих АЕС, які діють у більшості європейських країн.

Карстування та суфозія становлять значну загрозу для безпеки Рівненської АЕС через можливу дестабілізацію ґрунту, на якому встановлені корпуси та захисні оболонки реакторів, будівлі, в яких розміщуються відповідні споруди, системи та компоненти безпеки, важливі для безпеки підземні трубопроводи та градирні. Інформація, надана в Документі по ОВД, доводить, що експлуатація АЕС призводить до тривалого просочування великої кількості технічної води, яка потенційно може збільшити карстування та суфозію і дестабілізувати ґрунти. Оскільки для спричинених людиною карстування та

суфозії властиві механізми саморозвитку, можна очікувати, що значення їхньої безпеки зростатиме під час майбутньої експлуатації АЕС.

Наявний Документ ОВД містить лише недостатню інформацію про обсяги міцності реакторів щодо різних типів природних катаклізмів. Умови запроектої роботи реактора (УЗР) не аналізуються, що суперечить вимозі WENRA про те, що аналіз УЗР повинен проводитися з метою подальшого підвищення безпеки існуючих атомних електростанцій та підвищення їх здатності протистояти складнішим подіям або умовам, ніж ті, що розглядаються в проекті. Відповідні вимоги та процедури передбачені WENRA (2014a) та WENRA (2014b). Австрійська група експертів рекомендувала розширити зусилля щодо аналізу природних катаклізмів і розробити адекватні концепції захисту від природних катаклізмів відповідно до підходу WENRA до УЗР.

Аварії за участі третіх сторін та факторів техногенного впливу

Терористичні атаки та диверсійні дії можуть мати значний вплив на ядерні об'єкти та спричинити серйозні аварії, зокрема, і на Рівненській АЕС. Однак, вони не згадуються в Документі по ОВД. У порівняльних документах по ОВД такі події розглядалися певною мірою.

Хоча запобіжні заходи проти диверсійних дій та терактів не можуть бути детально обговорені в процедурі ОВД з міркувань конфіденційності, необхідні законодавчі вимоги повинні бути викладені в Документі по ОВД.

Інформація про терористичні атаки представляла б великий інтерес, враховуючи значні наслідки потенційних атак. Зокрема, Документ по ОВД повинні містити детальну інформацію про вимоги до проектування на випадок цільової катастрофи комерційного літака. Ця тема має особливе значення, оскільки корпуси енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС вразливі до терактів (включаючи аварію літака).

Нещодавня оцінка ядерної безпеки в Україні вказує на недоліки у порівнянні з необхідними вимогами: Індекс безпеки ядерних матеріалів NTI-2020 оцінює умови ядерної безпеки, пов'язані із захистом ядерних об'єктів. Отримавши загальний бал 65 зі 100 можливих, Україна посіла лише 29 місце серед 47 країн, що свідчить про низький рівень захисту. Слід зазначити, що низькі бали у категоріях «Запобігання внутрішній загрозі» та «Кібербезпека» вказують на недоліки у цих питаннях. Рекомендується запросити Міжнародну консультативну службу з фізичного захисту (IPPAS) МАГАТЕ, яка надавала допомогу державам у процесі зміцнення національних режимів, систем і заходів у царині ядерної безпеки.

Транскордонні впливи

Використовуване джерело радіоактивності для Цезію-137 (30 ТБк) позапроектої аварії був визначений на основі обмеженої величини викиду відповідно до вимог безпеки європейських операторів. Припущення такого відносно помірного джерела радіоактивності не є виправданим. Це обмежене джерело радіоактивності може використовуватися лише у тому випадку, якщо електростанція була спроектована чи модернізована відповідним чином. У випадку з енергоблоками № 1 та № 2 Рівненської АЕС

про таке проектування чи модернізацію не йдеться. У ході проекту оцінки ризиків було здійснено оцінку джерела радіоактивності, яка для енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС встановила можливе джерело радіоактивності для Цезію-137 на рівні 76 500 ТБк. Таке джерело радіоактивності пов'язане з функціонуванням електростанції у випадку сильної аварії та можливого викиду.

Для енергоблоків № 1 та № 2 Рівненської АЕС не можна виключати сильні аварії з викидами значно вищими, ніж передбачається в Документі по ОВД. Такі найгірші випадки повинні бути включені в оцінку, оскільки їхні наслідки можуть широко розповсюджуватися та бути довготривалими, а від них можуть постраждати навіть країни, які безпосередньо не межують з Україною, наприклад, Австрія.

Оскільки не було проведено аналізу найгірших сценаріїв, висновок Документа по ОВД щодо транскордонних наслідків не можна вважати достатньо доведеним.

Результати проекту оцінки ризиків показали, що після сильної аварії середнє значення відкладення Цезію-137 у ґрунт на більшості територій Австрії можуть бути вищими за поріг, встановлений для заходів сільськогосподарського втручання (наприклад, дочасний збір урожаю, закриття теплиць). Тож Австрія може суттєво постраждати від сильної аварії на енергоблоках № 1 та № 2 Рівненської АЕС.