

SUMMARY

At the Khmelnytsky site in Ukraine, the state enterprise “National Nuclear Energy Generating Company Energoatom” is preparing the completion of nuclear power plant units 3 and 4 (KhNPP-3&4). At the site, two units VVER-1000/V-320 are already in operation.

Construction of KhNPP-3&4 started in 1985/1986 and was halted due to the 1990 moratorium on the construction of nuclear power units in the former USSR. In 2005, the Cabinet of Ministers of Ukraine decided to renew the construction. The reactor VVER-1000/V-392 (Atomstroyexport) was chosen and this decision became law in 2012. Due to the deteriorating relations between Ukraine and Russia this law ceased to be in force in 2015. Energoatom chose Škoda JS a.s. as the reactor supplier.

An environmental impact assessment (EIA) under the Espoo Convention started in 2010. Austria has participated in this procedure since 2011 and submitted an expert statement (UMWELTBUNDESAMT 2013¹) in 2013; in August 2013 bilateral consultations with the Ukrainian side took place. The objective of the Austrian participation in the Espoo procedure is to give recommendations on minimising or even eliminating possible significant adverse impacts on Austria.

Overall and procedural aspects

Most of the EIA documents provided in 2013 have remained unchanged, with the exception of documents on the recently selected reactor type VVER 1000/V-320. No new assessments of possible trans-boundary impacts have been provided.

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 information in the EIA documentation is not sufficient.

Spent fuel and radioactive waste

Important information on the management of the spent fuel and radioactive waste from KhNPP-3&4 is lacking in the EIA documents: The expected inventory of spent fuel from KhNPP-3&4 is not given. Information on the status of the central interim storage where the spent fuel from KhNPP-3&4 shall be stored is missing. No information was provided about the planned options for the back-end of the fuel chain (reprocessing, final disposal in Ukraine, international disposal?). Spent fuel and radioactive waste can cause adverse environmental impacts and therefore the EIA should assess the nuclear waste management.

¹ It can be downloaded at:

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/uvpsup/espooverfahren/espoo_ukraine/kkwkhmelnytsky34/

Reactor Type

For the completion of KhNPP-3&4, it is planned to use the buildings and structures already built in the 1980s. Information about the conditions of the existing buildings, structures and equipment are not provided in the EIA documents.

An over 10-year-old survey performed between 2005 and 2009 concluded that the **existing buildings and structures** are in an operable condition – no reference to a more recent survey is made in the EIA documents. In this year an inspection confirming the durability and reliability of the building and structures of KhNPP-3&4 shall be performed. The EIA documents do not provide information about the resistance against external impacts of the KhNPP-3&4.

All in all, there is no convincing evidence today that the existing building, structures and equipment are in a condition to ensure 50 years of safe operation. Buildings and structures originally designed for operation of 40 years have to be kept operable for about 100 years.

An ageing management programme (AMP) is not mentioned, despite the fact that ageing of the more than 30-year-old structures, buildings and equipment is an issue even without operational loads. The negative effect of ageing depends also on the inspection, restoration and protection measures taken (AMP). The first Topical Peer Review (TPR) based on Article 8e of Directive 2014/87/EURATOM focused on ageing management. For Ukraine, this assessment revealed several deviations from the safety expectations for an acceptable ageing management in Europe. At KhNPP 3&4, one of the expected TPR performance levels, which is not met, is of particular concern: *“During long construction periods of NPPs, relevant ageing mechanisms are identified, and appropriate measures are implemented to control any incipient ageing or other effects”*. (ENSREG 2018)

The improved VVER-1000/V-392B safety concept (with passive safety systems) for the completion of KhNPP-3&4 was selected and approved in 2008. The VVER 1000/V-320 design on the contrary does not comply with modern safety standards.

To choose from the VVER-1000 reactor family for the completion of KhNPP-3&4 is comprehensible to some extent, given the fact that nearly all of the operating reactors in Ukraine are VVER-1000 reactors. However, advanced VVER-1000 reactors with enhanced safety features have been available for several years and have already been built.

The EIA documentation does not deal with any of the known safety issues of the VVER-1000/V-320 reactors. It is very important to understand how the KhNPP-3&4 units will overcome the various shortcomings of the VVER1000/V-320 reactors in general and more concretely in this project in Ukraine.

An analysis performed in the framework of the EU pre-accession instrument (PHARE project) in Bulgaria at units 5&6 of the Kozloduy NPP discovered a vulnerability of the VVER-1000/V-320 design consisting in early containment melt-through via the ionization chamber (IC) channels situated around the reactor pit. The Bulgarian regulator demanded the realization of a specific engineering solution as a pre-condition for licensing Kozloduy. It is not mentioned in the EIA documents whether plugging the IC channels at KhNPP-3&4 is foreseen.

The high-energy pipelines at the Temelín NPP (VVER 1000/V-320) are situated without partition walls and without protection between the containment and the turbine hall at the level of the 28.8 m platform. The EIA documentation does not explain how the issue of high-energy pipelines will be dealt with at KhNPP-3&4.

Key safety feature of the envisaged KhNPP-3&4 reactor units is the external cooling of the molten core in case of a core melt accident. The development of this feature for the “In Vessel Melt Retention” (IVMR) is still underway, for example at the reference units at the Temelín NPP.

The EIA documents do not provide a detailed description of the safety-relevant systems, most of them are only listed without any information about the capacities, redundancies and physical separation. NPP designs developed in the 1980s, like the VVER-1000/V-320, only partly meet modern design principles concerning redundancy, diversity and physical separation of redundant subsystems or the preference of passive over active safety systems. (See IAEA 2016a, WENRA 2013)

According to WENRA (2013), the WENRA Safety Objectives for new NPPs shall also be used as a reference for identifying reasonably practicable safety improvements for “deferred plants” like KhNPP-3&4. However, the EIA documents do not mention this WENRA safety objectives.

According to ENERGOATOM (2017a), a power uprate to 104% of the design power and load-following operation are planned for KhNPP-3&4. The load-following mode causes technical disadvantages, because plant components are exposed to numerous thermal stress cycles; this leads to faster ageing and requires more sophisticated systems for reactor monitoring and control. An increase of reactor power reduces safety margins and accelerates ageing processes at the same time.

Incidents and accidents without involvement of third parties

A systematic analysis of design basis accidents (DBA) and beyond design basis accidents (BDBA) is not presented in the EIA documents; only the radiological consequences of one DBA and one BDBA are discussed. The considered BDBA is a loss of coolant accident with the failure of the active systems of the emergency core cooling and the sprinkler system. The calculated probability of this BDBA is $4.29 \cdot 10^{-7}$ per reactor year. This BDBA does not constitute a worst case scenario. To calculate the possible (transboundary) consequences of this BDBA, it was assumed that the core melt will remain within the reactor pressure vessel (RPV). This assumption is not duly justified, because features to ensure the retention of the corium in the RPV (In-Vessel Melt retention -IVMR) are not available 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.

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 1000/V-320 reactor type. Although their probability is below a specific value this type of such severe accidents cannot be excluded. A report published in 2012 by the Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA) calculated the possible consequences for a VVER-1000/V-320 reactor with source terms considerably higher compared to those used in the EIA documents.

The results of the EU stress tests have revealed that the severe accident management (SAM) (i.e. the prevention of severe accidents and the mitigation of its consequences) at the Ukrainian NPPs shows a lot of shortcomings. Comprehensive improvements are required by the regulator; however, further improve-

ments 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.

According to current international requirements for new nuclear power plants (IAEA 2012 and WENRA 2013), accident sequences with early or large releases have to be practically eliminated. The concept of “practical elimination” of early or large releases is not mentioned for KhNPP-3&4 in the EIA documents. Quite the opposite: ENERGOATOM (2017a) states the probability of severe accidents (e.g. with containment failure) that could have a major release are negligible. This approach does not comply with the state of the art. Although probabilistic targets can be set, “practical elimination” cannot be demonstrated by showing the compliance with a general probabilistic value. According to IAEA (2016a) the low probability of occurrence of an accident with core melt is not a reason for not protecting the containment against the conditions generated by such accidents.

External hazards

The information provided in the EIA documents shows that the site evaluation is not complying with current **international requirements**, because the quoted international recommendations are outdated. According to SNRIU (2017), the seismic hazards have to be re-evaluated, the FS was approved with the condition to elaborate and/or clarify the calculation of the site's peak ground acceleration (PGA). The KhNPP site is located in a **tornado hazardous area**. Thus, the location can only be used as a site for new reactors if appropriate technical provisions are taken.

The 2011 feasibility study of has been approved with the condition that an in-depth assessment of the impact of extreme external events of natural and man-made nature as well as their combinations will be included in the Preliminary Safety Report (SNRIU 2012b). This condition is not included in conditions for the approval of the current FS (SNRIU 2017).

According to WENRA (2013), the safety assessment for new nuclear power plants should demonstrate that threats from external hazards are either removed or minimized as far as reasonably practicable. Information whether this WENRA recommendation is to be applied for KhNPP-3&4 is not provided in the EIA documents.

Incidents and accidents with involvement of third parties

The effects of third parties (terrorist attacks or acts of sabotage) can have a considerable impact on nuclear facilities and thus also on the KhNPP-3&4 in Ukraine. Nevertheless, they are not mentioned in the EIA documents for KhNPP-3&4. In comparable EIA documents such events were addressed to some extent.

Although precautions against interference by third parties cannot be discussed in detail in the EIA process for reasons of confidentiality, the necessary legal requirements should be set out in the EIA documents. In particular, the EIA documents should include detailed information on the requirements for the design against the targeted crash of a commercial aircraft. This topic is in particular important, as the wall thickness of the reactor building/containment of KhNPP-3&4 is only about 1,000-1,200 mm. Therefore, the units could be vulnerable against

terror attacks (including airplane crash). In 2013, the resistance of KhNPP-3&4 against the accidental or deliberate crash of a large (commercial) airplane was not required by the Ukrainian regulator.

A recent assessment of the nuclear security in the Ukraine points to shortcomings compared to necessary requirements for nuclear security: The 2018 NTI Index assesses nuclear security conditions related to the protection of nuclear facilities against acts of sabotage.

With a total score of 70 out of 100 points, Ukraine ranked only 30 out of 45 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.

Transboundary Impacts

Severe accidents with releases considerably higher than assumed in the EIA documents cannot be excluded for the KhNPP-3&4, even if their probability is required to be below a specific value. 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 lack of analysis of the worst case scenarios, the conclusion of the EIA documents concerning transboundary effects is not appropriate.

The results of the calculations made by the Austrian Institute of Ecology (1998) indicated that a severe accident (worst case scenario) at KhNPP would contaminate several regions in Europe. For the Eastern part of Austria, the calculation resulted in values up to approx. 1,000 kBq/m² of caesium-137 contamination (which is about 5 times the highest values measured in Austria in 1986).

Furthermore, the results of the flexRISK project indicated that after a severe accident, the average caesium-137 ground depositions at most areas of the Austrian territory would be higher than the threshold for agricultural intervention measures (e.g. earlier harvesting, closing of greenhouses). Therefore, Austria would be affected by a severe accident at KhNPP-3&4.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf dem KKW-Standort Khmelnitsky in der Ukraine beabsichtigt der staatliche Atomenergiekonzern Energoatom die Fertigstellung der Atomkraftwerksblöcke 3 und 4 (KhNPP-3&4). An diesem Standort sind bereits zwei WWER-1000/V-320 Reaktoren in Betrieb.

Die Errichtung der KhNPP-3&4 begann 1985/1986 und wurde aufgrund des Moratoriums für die Errichtung von KKW in der ehemaligen UdSSR im Jahre 1990 abgebrochen. Im Jahre 2005 beschloss der Ministerrat der Ukraine die Errichtung wieder aufzunehmen. Es wurde der Reaktor WWER-1000/V-392 von Atomstrojexport gewählt und diese Entscheidung erlangte im Jahre 2012 Gesetzeskraft. Aufgrund der sich verschlechternden Beziehung zwischen Ukraine und Russland trat das Gesetz im Jahre 2015 außer Kraft. Energoatom entschloss sich dann für Škoda JS a.s als Reaktorlieferanten.

Eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) gemäß Espoo-Konvention begann 2010. Österreich beteiligte sich an diesem Verfahren ab 2011 und übermittelte 2013 eine Fachstellungnahme (UMWELTBUNDESAMT 2013²). Im August 2013 fanden bilaterale Konsultationen mit der ukrainischen Seite statt. Das Ziel der Teilnahme Österreichs an dem Espoo-Verfahren ist, Empfehlungen zur Minimierung oder wenn möglich Verhinderung von möglichen erheblichen nachteiligen Umweltschäden für Österreich zu geben.

Allgemeine und prozedurale Aspekte

Der Großteil der UVP-Unterlagen aus dem Jahre 2013 blieb unverändert, mit der Ausnahme der Unterlagen zu dem jüngst ausgewählten Reaktortyp WWER 100/V-320. Es wurden keine neuen Abschätzungen zu den möglichen grenzüberschreitenden Folgen zur Verfügung gestellt.

Laut Espoo-Konvention ist eine Beschreibung und Prüfung vernünftiger Alternativen wie auch der Nullvariante in der UVP-Dokumentation zu betrachten. Diesbezüglich ist die Information in der UVP-Dokumentation unzureichend.

Abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle

Die UVP-Dokumentation beinhaltet keine Information über die wichtige Frage der Entsorgung von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen aus den KhNPP-3&4: Es fehlt die Angabe des erwarteten Inventars an abgebranntem Brennstoff aus den KhNPP-3&4. Es fehlt die Angabe über den Status des zentralen Zwischenlagers, wo die abgebrannten Brennstäbe aus den KhNPP-3&4 gelagert werden sollen. Ebenso gibt es keine Information über die geplanten Optionen für das Back-end der Brennstoffkette (Wiederaufbereitung, Endlagerung in der Ukraine, internationales Endlager?). Abgebrannte Brennelemente und radioaktiver Abfall können negative Umweltauswirkungen haben und daher sollten ihre Entsorgung in der UVP bewertet werden.

² Download unter:

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/uvpsup/espooverfahren/espoo_ukraine/kkwkhmelnitsky34/

Reaktortyp

Für die Fertigstellung von der KhNPP-3&4 sollen die bereits in den 1980er Jahren errichteten Gebäude und Strukturen verwendet werden. Über den Zustand der existierenden Gebäude, Strukturen und Anlagen gibt es in der UVP keine Angaben.

Eine mehr als zehn Jahre alte Untersuchung, die zwischen 2005 und 2009 durchgeführt wurde, kam zu dem Schluss, dass sich die **bestehenden Gebäude und Konstruktionen** in einem für den Betrieb geeigneten Zustand befinden – es gibt in den UVP-Dokumenten keinen Hinweis darauf, dass eine jüngere Untersuchung durchgeführt worden wäre. Dieses Jahr soll eine Inspektion durchgeführt werden, die die Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Gebäude und Konstruktionen von der KhNPP-3&4 bestätigt. Die UVP-Unterlagen beinhalten keine Information über die Widerstandsfähigkeit von der KhNPP-3&4 gegen externe Auswirkungen.

In Summe bedeutet dies, dass heute keine überzeugenden Nachweise vorliegen, dass die bestehenden Gebäude, Konstruktionen und Anlagen einen 50-jährigen sicheren Betrieb garantieren können. Die Gebäude und Konstruktionen waren ursprünglich für einen Betrieb von 40 Jahren ausgelegt und müssen somit 100 Jahre in Betrieb bleiben können.

Ein Programm zum Alterungsmanagement (AMP) ist nicht genannt, obwohl die Alterung der über 30 Jahre alten Konstruktionen, Gebäude und Anlagen bereits ohne Betriebslast eine offene Frage darstellt. Der negative Effekt der Alterung ist von der Inspektion, Erneuerung und den getätigten Schutzmaßnahmen (AMP) abhängig. Die erste Topical Peer Review (TPR) basierend auf Artikel 8e der Richtlinie 2014/87/EURATOM war auf das Alterungsmanagement ausgerichtet. Für die Ukraine hat diese Prüfung einige schwere Abweichungen von den Erwartungen gezeigt, die in Europa an ein akzeptables Alterungssicherheitsmanagement gestellt werden. Besonders ernst zu bewerten ist ein von der TPR angesetzter Maßstab, welcher von den KhNPP-3&4 nicht erfüllt wurde: *„Während der langen Bauzeiten von KKW's werden relevante Alterungsmechanismen identifiziert und angemessene Maßnahmen durchgeführt, um einsetzende Alterungseffekte oder andere Effekte zu beherrschen.“* (ENSREG 2018)

Das verbesserte Sicherheitskonzept des WWER-1000/V-392B (mit passiven Sicherheitssystemen) für die Fertigstellung von der KhNPP-3&4 wurde 2008 ausgewählt und genehmigt, wohingegen das Design WWER-1000/V-320 moderne Sicherheitsstandards nicht einhält.

Zu einem gewissen Grad ist es nachvollziehbar, wenn für die Fertigstellung der KhNPP-3&4 ein Reaktor der WWER-1000 Reaktorfamilie gewählt wird, da nahezu alle Reaktoren in der Ukraine WWER-1000 sind. Allerdings gibt es bereits seit einigen Jahren weiterentwickelte WWER-1000 mit verbessertem Sicherheitsdesign, die bereits errichtet wurden.

Die UVP-Dokumentation befasst sich mit keinem der bekannten Sicherheitsprobleme der WWER-1000/V-320 Reaktoren. Von besonderem Interesse ist, wie für die Blöcke 3 und 4 die diversen Sicherheitsprobleme der WWER-1000/V-320 Reaktoren allgemein und konkret in der Ukraine gelöst werden.

Eine im Rahmen der EU-Beitrittsilfe für die Blöcke 5 und 6 des KKW Kosloduj in Bulgarien durchgeführte Analyse (PHARE-Projekt) deckte ein Problem des Designs der WWER-1000/V-320 auf. Es handelt sich dabei um ein frühes Durchschmelzen des Containments über die Kanäle der Ionisierungskammern, die

sich um den Reaktorschacht befinden. Die bulgarische Aufsichtsbehörde forderte eine spezifische technische Lösung als Bedingungen für die Lizenzierung von Kosloduj. In den UVP-Dokumenten wird nicht angeführt, ob das Abdichten der Kanäle der Ionisierungskammern für die KhNPP-3&4 geplant ist.

Die hochenergetischen Rohrleitungen des KKW Temelín (WWER 1000/V-320) befinden sich zwischen dem Containment und der Turbinenhalle auf der 28,8m-Ebene, ohne Trennwände und ohne Schutz. Die UVP-Dokumentation enthält keine Erklärung, wie die Frage der hochenergetischen Rohrleitungen bei KhNPP-3&4 behandelt werden wird.

Das wichtigste Sicherheitsmerkmal des für KhNPP-3&4 gewählten Reaktors ist die externe Kühlung des Kern bei einem Kernschmelzunfall. Die Entwicklung dieser Funktion für "In Vessel Melt Retention" (IVMR), das Auffangen der Kernschmelze im Reaktordruckbehälter, ist z. B. bei den Referenzanlagen des KKW Temelín noch nicht abgeschlossen.

Die UVP-Dokumentation beinhaltet keine detaillierte Beschreibung der sicherheitsrelevanten Systeme. Die meisten werden nur aufgelistet, ohne Beschreibung der Kapazitäten, Redundanzen und der physischen Trennung. Die in den 1980er entwickelten Reaktordesigns – wie der WWER-1000/V-320 – erfüllen die modernen Auslegungsprinzipien bei der Redundanz, bei der Diversifizierung und physischen Trennung der redundanten Subsysteme oder der Bevorzugung von passiven gegenüber aktiven Systeme nur teilweise (siehe IAEA 2016a, WENRA 2013).

Laut WENRA (2013) sollen die WENRA-Sicherheitsziele für neue KKW auch als Referenz für die vernünftigerweise durchführbaren Sicherheitsverbesserungen für "verzögerte" KKW, wie die KhNPP-3&4 angewendet werden. Doch die UVP-Dokumentation nannte dieses WENRA-Sicherheitsziel nicht.

Laut ENERGOATOM (2017a) ist eine Erhöhung auf 104 % der Auslegungsleistung und Betrieb in Lastfolge für die KhNPP-3&4 vorgesehen. Der Lastfolgebetrieb verursacht eine Reihe von negativen technischen Effekten, da die Kraftwerkskomponenten zahlreichen thermischen Stresszyklen unterworfen werden. Das führt zu einer verstärkten Alterung und erfordert anspruchsvollere Systeme für Reaktorüberwachung und Reaktorsteuerung. Die erhöhte Reaktorleistung verringert die Sicherheitsreserven des Reaktors und beschleunigt die Alterungsprozesse.

Störfälle und Unfälle ohne Beteiligung Dritter

Eine systematische Analyse der Auslegungsstörfälle (DBA) und auslegungsstöffallüberschreitenden Unfälle (BDBA) wird in den UVP-Unterlagen nicht präsentiert, sondern behandelt werden nur die Strahlenfolgen eines DBA und eines BDBA. Der betrachtete BDBA ist ein Kühlmittelverlustunfall mit dem Versagen der aktiven Systeme für die Kernnotkühlung und das Sprinklersystem. Die berechnete Wahrscheinlichkeit für diesen BDBA liegt bei $4,29 \cdot 10^{-7}$ pro Jahr. Dieser BDBA stellt nicht das Worst-Case Szenario dar, um die möglichen (grenzüberschreitenden) Folgen dieses BDBA zu berechnen, denn es wird angenommen, dass die Kernschmelze im Reaktordruckbehälter (RDB) zurückgehalten würde. Diese Annahme ist nicht hinreichend begründet, weil die Einrichtung zur Rückhaltung des Coriums im RDB (In-Vessel Melt retention – IVMR) noch nicht zur Verfügung steht. Außerdem würde diese Einrichtung das Risiko der radioaktiven Freisetzung zwar beim Großteil, aber nicht bei allen Unfallszenarien reduzieren.

Um die Folgen von BDBA zu bewerten, ist es notwendig, eine Reihe von schweren Unfällen zu untersuchen, einschließlich derer mit Containment-Versagen und mit Containment-Bypass. Beim Reaktortyp WWER 1000/V-320 sind schwere Unfälle dieser Art möglich. Auch wenn die Wahrscheinlichkeit unter einem bestimmten Wert liegt, können derartige schwere Unfälle nicht ausgeschlossen werden. Ein Bericht der norwegischen Strahlenschutzbehörde berechnete 2012 die möglichen Folgen bei einem WWER-1000/V-320 Reaktor mit einem deutlich höheren Quellterm, als er in den UVP-Dokumenten verwendet wurde.

Die Ergebnisse der EU-Stresstests zeigten auf, dass das Management schwerer Unfälle (SAM), d. h. die Prävention von schweren Unfällen und die Minderung von deren Konsequenzen, bei ukrainischen KKW noch eine Reihe von Schwächen aufweist. Umfassende Verbesserungen werden von der Aufsichtsbehörde gefordert, allerdings empfahl das ENSREG Peer Review Team noch weitere Verbesserungen. Dabei handelt es sich um eines der Beispiele für die Kluft zwischen den Sicherheitsstandards und Sicherheitsanforderungen von Ukraine und EU.

Die aktuell geltenden internationalen Anforderungen an neue Kernkraftwerke (IAEA 2012 und WENRA 2013) fordern den praktischen Ausschluss von Unfallabfolgen mit frühen oder großen Freisetzungen. Das Konzept des „praktischen Ausschlusses“ von frühen oder großen Freisetzungen wird in den UVP-Unterlagen für die KhNPP-3&4 nicht genannt. Im Gegenteil: ENERGOATOM (2017a) hält fest, dass die Wahrscheinlichkeit schwerer Unfälle (z. B. mit Containment-Versagen) mit größeren Freisetzungen vernachlässigbar sei. Diese Zugangsweise entspricht nicht dem Stand der Technik. Ziele für Wahrscheinlichkeiten können festgelegt werden, doch kann der „praktische Ausschluss“ nicht nachgewiesen werden, indem das Erreichen eines allgemeinen Wahrscheinlichkeitswerts nachgewiesen wird. Laut IAEA (2016a) stellt eine geringe Eintrittswahrscheinlichkeit für einen Kernschmelzunfall keinen Grund dafür dar, das Containment nicht gegen die durch einen solchen Unfall erzeugten Bedingungen zu schützen.

Externe Gefährdungen

Die UVP-Unterlagen zeigen auf, dass die Standortprüfung den aktuellen **internationalen Anforderungen** nicht entspricht, weil die zitierten internationalen Anforderungen veraltet sind. Laut SNRIU (2017) ist die seismische Gefährdung neu zu bewerten, die Machbarkeitsstudie wurde unter der Bedingung akzeptiert, dass die Berechnungen zur maximalen Bodenbeschleunigung (PGA) ausgearbeitet und/oder präzisiert werden. Der Standort Khmel'nitsky liegt in einem **tornadogefährdeten Gebiet**. Aus diesem Grund kann der Standort für neue Reaktoren nur dann verwendet werden, wenn angemessene technische Maßnahmen ergriffen werden.

Die Machbarkeitsstudie von 2011 wurde unter der Bedingung genehmigt, dass eine vertiefte Prüfung der Auswirkungen von extremen externen Ereignissen – natürlichen und vom Menschen verursachten – wie auch deren Kombination im Vorläufigen Sicherheitsbericht (SNRIU 2012b) eingeschlossen wird. Diese Bedingung fehlt in der Aufzählung der Bedingungen, die die Genehmigung der aktuellen Machbarkeitsstudie SNRIU (2017) auflistet.

Laut WENRA (2013) sollen die Sicherheitsanalysen für neue Kernkraftwerke nachweisen, dass externe Gefährdungen, so weit wie vernünftigerweise durchführbar entweder beseitigt oder minimiert werden. Die UVP-Unterlagen erwähnen nicht, ob diese WENRA-Empfehlung auch für KhNPP-3&4 anzuwenden ist.

Störfälle und Unfälle mit Beteiligung Dritter

Die Einwirkungen Dritter (Terrorangriffe oder Sabotageakte) können starke Auswirkungen auf Nuklearanlagen haben, natürlich auch auf die KhNPP-3&4 in der Ukraine. Dennoch werden diese in den UVP-Unterlagen nicht erwähnt. In vergleichbaren UVP-Unterlagen wurden diese Ereignisse bis zu einem gewissen Grad behandelt.

Auch wenn Vorkehrungen gegen die Einwirkungen Dritter aufgrund der notwendigen Vertraulichkeit nicht im Detail im UVP-Verfahren behandelt werden können, so sollten die notwendigen rechtlichen Anforderungen in den UVP-Unterlagen dargestellt werden. Vor allem sollten die UVP-Dokumente detaillierte Informationen über die Anforderungen an das Design betreffend einen gezielten Absturz eines kommerziellen Verkehrsflugzeugs beinhalten. Dieses Thema ist von besonderer Bedeutung, da die Wanddicke des Reaktorgebäudes/Containments bei den KhNPP-3&4 nur etwa 1.000–1.200 mm beträgt. Daher könnten diese Blöcke gegenüber Terrorangriffen verwundbar sein (einschließlich Flugzeugabstürzen). Im Jahre 2013 wurde von der ukrainischen Aufsichtsbehörde keine Widerstandsfähigkeit für die KhNPP-3&4 gegenüber zufälligen oder beabsichtigten Flugzeugabstürzen (großer Passagierflieger) gefordert.

Eine jüngst durchgeführte Bewertung der nuklearen Sicherung in der Ukraine verwies auf Schwachstellen gegenüber den benötigten Anforderungen: Der 2018 NTI Index bewertet die Schutzbedingungen der nuklearen Sicherung bei den Nuklearanlagen gegenüber Sabotageakten. Die Ukraine kam mit einer Gesamtpunkteanzahl von 70 von 100 nur auf Platz 30 von 45 in der Länderreihung, was auf ein geringes Schutzniveau hinweist. Ebenso ist anzuführen, dass die niedrige Bewertung beim „Schutz vor Insiderbedrohung“ und „Cybersicherheit“ Defizite in diesen Bereichen aufzeigt.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Schwere Unfälle mit deutlich höheren Freisetzungen als in den UVP-Unterlagen angenommen können für die KhNPP-3&4 nicht ausgeschlossen werden, auch wenn deren Wahrscheinlichkeiten unter einem bestimmten spezifischen Wert zu bleiben haben. Solche schwersten Unfälle sollten in der UVP berücksichtigt werden, da deren Auswirkungen weitreichend und langfristig sein können und selbst Länder betreffen, die nicht an die Ukraine angrenzen, wie etwa Österreich.

Da keine Analysen zu den schwersten Unfallszenarien vorgelegt wurden, ist die Schlussfolgerung der UVP-Dokumente betreffend grenzüberschreitender Folgen nicht angemessen.

Die Berechnungen des Österreichischen Ökologie-Instituts (1998) zeigten, dass ein schwerer Unfall (Worst Case Szenario) in den KhNPP-3&4 mehrere Regionen Europas kontaminieren würde. Für die Ostregion Österreichs würden laut Berechnungen ca. 1.000 kBq/m² Cäsium-137 erreicht werden (das entspricht etwa dem Fünffachen des im Jahre 1986 gemessenen höchsten Wertes).

Auch zeigten die Berechnungen des flexRISK-Projekts, dass nach einem schweren Unfall die durchschnittliche Bodenkontamination mit Cäsium-137 in den meisten Gebieten Österreich das Interventionsniveau für landwirtschaftliche Maßnahmen erreichen würde (d. h. vorgezogene Ernte, Schließen von Gewächshäusern). Somit wäre Österreich von schweren Unfällen in den KhNPP-3&4 betroffen.

РЕЗЮМЕ

Державне підприємство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» веде підготовку до завершення будівництва 3 і 4 атомних блоків (ХАЕС № 3 та 4) на Хмельницькому майданчику в Україні. На майданчику вже діють дві реакторні установки типу ВВЕР-1000/В-320.

Будівництво енергоблоків ХАЕС № 3 та 4 розпочалося у 1985-1986 роках. У зв'язку з введенням в 1990 році в СРСР мораторію на спорудження нових енергоблоків АЕС будівництво енергоблоків № 3 та 4 Хмельницької АЕС було припинено.

У 2005 році Кабінет Міністрів України вирішив, відновити будівництво. Було вибрано реакторну установку типу ВВЕР-1000/В-392 (Атомстройекспорт), що було закріплено на рівні закону в 2012 році. У зв'язку з погіршенням відносин між Україною та Росією, цей закон було скасовано в 2015 році.

Відповідно до положень Конвенції Еспо, у 2010 році було розпочато оцінку впливу на навколишнє середовище (ОВНС). Австрія бере участь у цій процедурі з 2011 року та у 2013 році подала експертну заяву (Umweltbundesamt 2013³); у серпні 2013 року відбулися двосторонні консультації з українською стороною. Метою участі австрійської сторони в процедурі Еспо є надання рекомендацій щодо мінімізації або навіть усунення можливого значного негативного впливу на Австрію.

Загальні та процедурні аспекти

Більшість документів ОВНС, наданих у 2013 році, залишаються незмінними, за винятком документів, в яких обговорюється нещодавно вибраний реактор типу ВВЕР1000/В-320. Нової оцінки можливого трансграничного впливу надано не було.

Згідно з Конвенцією Еспо, в документацію з оцінки впливу на навколишнє середовище має бути включений обґрунтований опис альтернатив технологічного характеру планової діяльності, а також опис «нульового варіанту» (варіант без проекту). Таким чином інформація, представлена у документації з ОВНС не є достатньою.

Відпрацьоване паливо та радіоактивні відходи

Документи ОВНС не містять важливої інформації про поводження з відпрацьованим паливом та радіоактивними відходами з енергоблоків ХАЕС № 3 та 4. Не наведена очікувана облікова інформація щодо відпрацьованого палива з енергоблоків ХАЕС № 3 та 4. Інформація про стан централізованого тимчасового сховища, де зберігатиметься відпрацьоване паливо з енергоблоків ХАЕС № 3 та 4, відсутня. Немає інформації про заключну стадію життєвого циклу палива (переробка, остаточне захоронення в Україні, захоронення на території інших країн?).

³ Доступне за посиланням:

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/uvpsup/espooverfahren/espo_ukraine/kkwkhmel'nitsky34/

Відпрацьоване паливо та радіоактивні відходи можуть спричинити несприятливий вплив на навколишнє середовище, тому питання поводження з ними має бути оцінене в ОВНС.

Тип реактора

Для завершення будівництва енергоблоків ХАЕС № 3 та 4 планується використати будівлі та споруди, що були побудовані в 1980-х роках. В документах ОВНС не наведено інформацію про стан існуючих будівель, споруд та обладнання. Згідно висновків обстеження, що було проведене більше ніж 10 років тому, в період з 2005 по 2009 рр, **існуючі будівлі та споруди** перебувають у справному стані. Документи ОВНС не містять більш актуальної інформації. Перевірка для підтвердження довговічності та надійності будівель та споруд енергоблоків ХАЕС № 3 та 4 має бути проведена в цьому році. В документах ОВНС не міститься інформація про стійкість енергоблоків ХАЕС № 3 та 4 до зовнішніх впливів.

Загалом, на сьогодні немає переконливих доказів того, що існуючі будівлі, споруди та обладнання в змозі забезпечити безпечну експлуатацію протягом 50 років. Будівлі та споруди, розраховані на експлуатацію протягом 40 років, повинні залишатися працездатними близько 100 років.

Програма управління старіння (AMP) не згадується, незважаючи на те, що старіння будівель та обладнання, що старші за 30 років, становить проблему навіть без експлуатаційного навантаження. Негативний вплив старіння залежить також від заходів з інспектування, відновлення та захисту (AMP). У відповідності до статті 8е Директиви 2014/87/EURATOM в першій Тематичній експертній оцінці (TPR) розглядалось питання управління старінням. Оцінка показала, що в Україні існує ряд відхилень від очікуваного рівня безпеки пов'язаного з управлінням старінням в Європі. Одне з відхилень від очікуваного рівня виконання ТЕО, викликає особливе занепокоєння у випадку енергоблоків ХАЕС № 3 та 4: *«У випадку тривалого процесу будівництва АЕС, мають бути визначені відповідні механізми старіння та вжито відповідних заходів для контролю будь-якого початкового старіння або інших наслідків»*. (ENSREG 2018)

У 2008 році була обрана та затверджена вдосконалена концепція безпеки ВВЕР-1000/В-392Б (з пасивними системами безпеки) для завершення будівництва ХАЕС № 3 та 4, а конструкція ВВЕР1000/В-320 не відповідає сучасним стандартам безпеки.

Вибір реакторної установки типу ВВЕР-1000 для добудови ХАЕС № 3 та 4 є певною мірою прийнятним, зважаючи на те, що майже всі діючі реактори в Україні є реакторами ВВЕР-1000. Проте вже протягом декількох років доступні і вже експлуатуються удосконалені реактори ВВЕР-1000 з покращеними характеристиками безпеки.

В документації ОВНС не освітлено жодну з відомих проблем безпеки реакторів ВВЕР-1000/В-320. Особливо важливим є питання того, як на енергоблоках ХАЕС № 3 та 4 буде подолано різні недоліки реакторів ВВЕР1000/В-320 загалом та в Україні зокрема.

Аналіз, проведений під час підготовки до вступу до ЄС (проект PHARE) в Болгарії на 5 і 6 енергоблоках АЕС Козлодуй, виявив уразливість конструкції ВВЕР-1000/В-320, що полягає в ранньому проплавленні

захисної оболонки через канали іонізаційної камери (ionization chamber) навколо шахти реактора. Болгарський регулятор поставив реалізацію конкретного інженерного рішення, як умову для отримання ліцензії на АЕС Козлодуй. У документах з ОВНС не зазначено, чи передбачається підключення каналів іонізаційної камери на енергоблоках ХАЕС № 3 та 4.

Трубопроводи високої потужності АЕС Темелін (ВВЕР-1000/В-320) знаходяться між захисною оболонкою і турбінним залом на рівні платформи 28,8 м без перегородок і без захисту. У наданій документації з ОВНС немає інформації про те, яким чином на енергоблоках ХАЕС № 3 і 4 буде вирішено питання трубопроводів високої потужності.

Основною характеристикою безпеки у реакторних установках, вибраних для ХАЕС № 3 та 4, є зовнішнє охолодження розплавленого ядра у випадку аварії з розплавленням активної зони. Розробка системи для «Утримання розплаву в корпусі реактора» (IVMR) досі продовжується, наприклад, на референтних блоках АЕС «Темелін».

Документи з ОВНС не містять детального опису систем, що стосуються безпеки, більшість з них лише перераховані, а інформація про потужності, резервування та фізичне розділення не наводиться. Конструкція АЕС, розроблених в 1980-х роках, таких як ВВЕР-1000/В-320, відповідає сучасним принципам проектування в плані резервування, різноманітності і фізичного розділення резервних підсистем, переваги пасивних систем над активними системами безпеки, лише частково. (див. IAEA 2016a, WENRA 2013).

Згідно з положеннями WENRA (2013), цілі безпеки WENRA для нових АЕС також мають слугувати еталоном, для визначення обґрунтовано можливого підвищення безпеки на «відкладених станціях», таких як ХАЕС № 3 та 4. Проте в документах з ОВНС такі цілі безпеки WENRA не згадуються.

За даними ЕНЕРГОАТОМУ (2017а) для енергоблоків ХАЕС № 3 і 4 заплановано збільшення потужності до 104% від проектної потужності та введення маневрового режиму. Маневровий режим призводить до технічних недоліків, оскільки компоненти станції піддаються численним циклам термічного навантаження; це призводить до більш швидкого старіння і вимагає більш складних систем моніторингу та контролю реакторів. Збільшення потужності реактора знижує межі безпеки і в той же час прискорює процеси старіння.

Інциденти та аварії без участі третіх осіб

В документах з ОВНС немає систематичного аналізу проектних аварій (DBA) та надпроектних аварій (BDBA); описано лише радіологічні наслідки однієї проектною аварії і однієї надпроектної аварії. Розглянута надпроектна аварія передбачає протікання теплоносія з відмовою активних систем аварійного охолодження активної зони і спринклерної системи.

Розрахована ймовірність такої BDBA становить $4,29 \cdot 10^{-7}$ на реактор у рік. Ця BDBA не є найгіршим сценарієм. При розрахунку можливих (транскордонних) наслідків такої BDBA передбачається, що розплав ядра залишатиметься в корпусі реактора високого тиску (RPV). Це припущення не обґрунтовано належним чином, оскільки системи, що забезпечили б

утримання розплавленого ядра в корпусі реактора (утримання розплаву в корпусі реактора - IVMR), поки що недоступні. Крім того, якщо цю систему можна було б реалізувати, це лише зменшить ризик викиду радіоактивних речовин при більшості, але не при всіх сценаріях аварії.

Для того, щоб оцінити наслідки BDVA, необхідно проаналізувати цілий ряд важких аварій, у тому числі при руйнуванні захисної оболонки, та при **байпасуванні** захисної оболонки. Для реактора типу ВВЕР1000/В-320 існує ймовірність виникнення таких важких аварій. Ці серйозні випадки не можна виключати, хоча їхня ймовірність є нижчою від зазначеної величини. У доповіді, опублікованій у 2012 році Норвезьким агентством радіаційного захисту (NRPA), було розраховано можливі наслідки для реактора ВВЕР-1000/В-320, у яких характеристики радіоактивного викиду були значно вищими, ніж ті, що наведено в документах з ОВНС.

Результати стрес-тестів ЄС показали, що управління важкими аваріями (SAM) (тобто запобігання важким аваріям та пом'якшення їх наслідків) на українських АЕС має багато недоліків. Регулятор вимагає комплексних покращень; однак, група експертів ENSREG рекомендує подальші вдосконалення. Це один з прикладів невідповідності української сторони стандартам та вимогам безпеки ЄС.

Відповідно до сучасних міжнародних вимог до нових атомних електростанцій (МАГАТЕ 2012 та WENRA 2013), аварійні послідовності з ранніми або великими викидами мають бути практично усунутими. Концепція «практичного усунення» ранніх або великих викидів не згадується в документах з ОВНС енергоблоків ХАЕС № 3 та 4. Навпаки, ЕНЕРГОАТОМ (2017а) стверджує, що ймовірність виникнення важких аварій (наприклад, з руйнуванням захисної оболонки), при яких можуть статись великі викиди, є незначною. Такий підхід не відповідає рівню технологічного розвитку. Незважаючи на те, що можна встановити імовірнісні цілі, не можна декларувати «практичне усунення» основуючись на відповідності загальному імовірнісному значенню. Згідно МАГАТЕ (2016): низька ймовірність виникнення аварії з розплавом активної зони не є причиною не вживати заходів для захисту від наслідків такої аварії.

Зовнішні небезпеки

Інформація, наведена в документах ОВНС, показує, що оцінка майданчику не відповідає сучасним **міжнародним вимогам**, оскільки використані міжнародні рекомендації застаріли. За даними Держатомрегулювання (2017), необхідно заново оцінити сейсмічний ризик, ТЕО було схвалено з умовою розробки та/або уточнення розрахунку пікового значення прискорення на рівні ґрунту майданчика. Ділянка ХАЕС розташована в **зоні ймовірності ураганів**. Таким чином, місце розташування може бути використано лише як місце для нових реакторів, якщо будуть прийняті відповідні технічні запобіжні заходи.

Старе техніко-економічне обґрунтування 2011 року було схвалено за умови, що буде проведено і включено в Попередній звіт з безпеки (SNRIU 2012b) поглиблену оцінку впливу зовнішніх екстремальних подій природної і техногенної природи, а також їх комбінацій. Цю умову не включено в умови затвердження чинного ТЕО (Держатомрегулювання (2017)).

Згідно з WENRA (2013), оцінка безпеки для нових атомних електростанцій повинна демонструвати, що загрози від зовнішніх небезпек або усунені, або мінімізовані, наскільки це практично можливо. В документах ОБНС не зазначено, чи буде ця рекомендація WENRA застосована для енергоблоків ХАЕС № 3 та 4.

Інциденти та аварії з залученням третіх осіб

Вплив третіх сторін (терористичні напади або диверсії) може мати значний вплив на ядерні об'єкти, а отже, і на енергоблоки ХАЕС № 3 та 4 в Україні. Проте, в документах ОБНС для енергоблоків ХАЕС № 3 та 4 про них не згадується. У аналогічних документах з ОБНС подібні проблеми були вирішені в деякій мірі.

Хоча запобіжні заходи проти втручання третіх сторін не можуть бути детально обговорені в процесі ОБНС з міркувань конфіденційності, проте в ОБНС мають бути встановлені відповідні законодавчі вимоги. Зокрема, в документах ОБНС має міститись детальна інформація про вимоги до проекту у випадку терористичної атаки з падінням пасажирського літака. Ця тема особливо важлива, оскільки товщина стінок будівлі реактора/захисної оболонки енергоблоків ХАЕС № 3 і 4 становить лише близько 1000-1200 мм. Таким чином, енергоблоки можуть бути вразливими до терористичних атак (включаючи падіння літака). У 2013 році український регулятор не вимагав стійкості енергоблоків ХАЕС № 3 та 4 проти випадкового або навмисного падіння великого пасажирського літака.

Нещодавня оцінка ядерної безпеки в Україні вказує на недоліки у порівнянні з відповідними стандартами ядерної безпеки: Індекс ядерної безпеки, розроблений Глобальною ініціативою зі зменшення ядерної загрози в 2018 році, оцінює рівень безпеки ядерних об'єктів в контексті їх захисту від диверсій.

Україна набрала 70 балів зі 100 можливих і посіла лише 30 місце з 45 країн, що свідчить про низький рівень захисту. Слід зазначити, що низькі бали в категоріях "Запобігання внутрішнім небезпекам" та „Кібербезпека" вказують на недоліки в цих сферах.

Транскордонний вплив

Важкі аварії з викидами, що значно перевищують передбачені в документах з ОБНС, не можуть бути виключені для енергоблоків ХАЕС № 3 та 4, навіть якщо їхня ймовірність повинна бути нижче встановленої величини. В оцінку мають бути включені найгірші сценарії, оскільки їхні наслідки можуть бути настільки широкомасштабними і тривалими, що навіть країни, які безпосередньо не межують з Україною, такі як Австрія, можуть постраждати.

Через відсутність аналізу найгірших сценаріїв, висновок документів ОБНС про транскордонний вплив не є доречним.

Результати розрахунків Австрійського інституту екології (1998) свідчать про те, що важка аварія (найгірший сценарій) на ХАЕС призведе до забруднення деяких регіонів Європи. Для східної частини Австрії розрахунок показав забруднення цезієм-137 на рівні приблизно 1000 кБк/м² (що майже в 5 разів перевищує найвищі значення зафіксовані в Австрії в 1986 році).

Крім того, результати проекту flexRISK вказують на те, що у випадку важкої аварії середній вміст цезію-137 на більшості районів території Австрії перевищить поріг для проведення сільськогосподарських робіт (наприклад, ранній збір врожаю, закриття теплиць). Таким чином, Австрія постраждає від важкої аварії на енергоблоках ХАЕС № 3 та 4.