



ÚRAD JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

EDÍCIA

Bezpečnosť jadrových zariadení

2017

BNS I.9.5/2017

**Požiadavky na bezpečnostné rozbory činností vykonávaných počas
vyrad'ovania jadrových zariadení z prevádzky**

Požiadavky na bezpečnostné rozbory činností vykonávaných počas vyradovania jadrových zariadení z prevádzky

Vydal Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
Neperiodická publikácia

Spracovatelia: Ing. František Ondra, PhD., Decom, a.s.

Ing. Tomáš Hrnčíř, PhD., Decom, a.s.

Ing. Adela Mršková, Decom, a.s.

Gestor: Ing. Juraj Homola, riaditeľ odboru rádioaktívnych odpadov a vyradovania jadrových zariadení, Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky

Recenzenti: Ing. Dušan Svinčák, Jadrová a vyradovacia spoločnosť, a. s.

Ing. Kristína Krištofová, PhD., Kind Consultancy s.r.o.

Ing. Marek Hrkút, Slovenské elektrárne, a. s.

BNS I.9.5/2017

ISBN 978-80-89706-21-1

EAN 9788089706211

Bratislava, december 2017

Anotácia

Bezpečnostný návod popisuje medzinárodné odporúčania a dobrú prax a takisto špecifikuje požiadavky Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky v oblasti hodnotenia bezpečnosti pri vyradovaní jadrových zariadení. Návod obsahuje jednotlivé kroky hodnotenia bezpečnosti na základe definovaného rozsahu hodnotenia bezpečnosti, vrátane uvedenia ilustračných prípadov. Popisuje relevantné časti jadrového zariadenia a plánovaných činností vyradovania potrebných pre identifikáciu nebezpečenstva a výber scenárov pre detailné hodnotenie. Návod sa v ďalšej časti venuje odporúčanému prístupu k samotným bezpečnostným rozborom pre analýzu plánovaných činností ako aj prevádzkových udalostí, vypracovaniu technického hodnotenia existujúcich bezpečnostných systémov, resp. identifikácie nových systémov potrebných pre zabezpečenie požadovanej úrovne bezpečnosti. V poslednej časti návod obsahuje prístup k vyhodnoteniu výsledku bezpečnostných rozborov, identifikáciu kontrolného mechanizmu pre zaistenie bezpečnosti a odporúčania ohľadom prehľadnej sumarizácie informácií o hodnotených scenároch. Takisto sú popísané požiadavky súvisiace s potrebou prehodnotenia a aktualizácie bezpečnostných rozborov.

bezpečnostné kritériá, bezpečnostné rozbor, bezpečnostné systémy, štruktúry a komponenty, bezpečnostný návod, identifikácia rizík, kontrolný zoznam, manažment predpokladov a neistôt, prehodnotenie a aktualizácia bezpečnostných rozborov, prevádzková udalosť, rozsah hodnotenia bezpečnosti, odstupňovaný prístup, výber scenárov, vyradovanie jadrového zariadenia

Abstract

The safety guide describes international recommendations, good practice as well as the specific requirements of The Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic in the field of safety assessment relevant for decommissioning of nuclear facilities. Guide comprises particular steps of the assessments based on the defined safety assessment framework and provides the illustrative examples. Description of nuclear facility and planned decommissioning activities relevant for the identification of hazard and screening of scenarios for detailed assessment is included. The next part of the safety guides is devoted to the recommended approach for safety assessment of normal planned activities as well as for abnormal scenarios, engineering assessment of existing safety systems and identification of needs for implementation of new safety systems in order to ensure the required level of safety. The last part contains approaches for evaluation of results, identification of safety control measures and recommendations for providing the well-arranged executive summary relevant for assessed scenarios. Requirements for review and update of safety assessment are included as well.

safety criteria, safety assessment, safety systems, structures and components, safety guide, hazard identification, checklist, assumptions and uncertainties management, review and update of safety assessment, accident scenario, safety assessment framework, graded approach, scenarios screening, decommissioning of nuclear installation

Obsah

Úvod.....	1
1 Predmet a účel	1
2 Rozsah platnosti.....	2
3 Použité skratky	2
4 Vymedzenie pojmov	4
5 Odporúčania MAAE v oblasti tvorby bezpečnostných rozborov.....	4
6 Požiadavky na bezpečnostné rozbory činností vykonávaných počas vyrad'ovania jadrových zariadení z prevádzky	9
6.1 Rozsah hodnotenia bezpečnosti	9
6.1.1 Kontext bezpečnostných rozborov v rámci predkladanej dokumentácie	10
6.1.2 Ciele bezpečnostných rozborov	10
6.1.3 Požiadavky na bezpečnosť a kritériá hodnotenia bezpečnosti	11
6.1.4 Časový rámec	17
6.1.5 Koncové stavy jednotlivých etáp vyrad'ovania z hľadiska bezpečnostných rozborov	17
6.1.6 Výsledky bezpečnostných rozborov.....	18
6.1.7 Prístup k tvorbe bezpečnostných rozborov	19
6.1.8 Existujúce bezpečnostné rozbory	19
6.1.9 Systém riadenia bezpečnosti	20
6.2 Popis jadrového zariadenia a činností vyrad'ovania.....	20
6.2.1 Popis lokality a miestnej infraštruktúry	21
6.2.2 Bezpečnostné systémy, štruktúry a komponenty	21
6.2.3 Inventár rádioaktívnych látok a iných nebezpečných materiálov	22
6.2.4 História prevádzky	23
6.2.5 Činnosti a technologické postupy vyrad'ovania	23
6.2.6 Podporné systémy	24
6.3 Bezpečnostné rozbor: identifikácia a výber scenárov.....	24
6.3.1 Identifikácia rizík	24
6.3.2 Prístupy k identifikácii rizík.....	26
6.3.3 Predbežná analýza rizík a výber relevantných scenárov	29
6.4 Analýza bezpečnostných rozborov	31
6.4.1 Analýza plánovaných činností vyrad'ovania	31
6.4.2 Analýza prevádzkových udalostí	32
6.5 Technické hodnotenie	36
6.6 Vyhodnotenie výsledkov bezpečnostných rozborov a identifikácia súvisiacich bezpečnostných opatrení.....	37
6.6.1 Druhy predpokladov a neistôt a ich manažment v rámci bezpečnostných rozborov	37
6.6.2 Porovnanie dosiahnutých výsledkov s relevantnými bezpečnostnými kritériami	38

6.6.3 Bezpečnostné opatrenia	40
6.7 Sumarizácia	43
7 Prehodnotenie a aktualizácia bezpečnostných rozborov	45
8 Odkazy	45
Príloha: Kontrolný zoznam nebezpečenstiev v procese vyrad'ovania JZ z prevádzky	48

Zoznam obrázkov

Obrázok 6.1 Zobrazenie pracovného priestoru, zdrojov IŽ a trajektórie pracovníkov vo výpočtovom prostriedku VISIPLAN 3D ALARA planning tool.	36
Obrázok 6.2 Grafické zobrazenie aplikácie jednotlivých bezpečnostných opatrení a ich vplyv na zlepšenie situácie.	40

Zoznam tabuliek

Tabuľka 6.1 Požiadavky právnych predpisov na bezpečnostné rozborov v jednotlivých predkladaných dokumentoch.	11
Tabuľka 6.2 Hodnoty DAC a referenčných úrovní pre najvýznamnejšie rádionuklidy.	17
Tabuľka 6.3 Kontrolný zoznam nebezpečenstiev relevantný pre proces vyrad'ovania.	28
Tabuľka 6.4 Grafické zobrazenie výberu relevantných scenárov prevádzkových udalostí pomocou zhodnotenia úrovne pravdepodobnosti ich výskytu a úrovne možných následkov.	30
Tabuľka 6.5 Popis úrovni pravdepodobnosti výskytu a úrovne možných následkov prevádzkovej udalosti.	30
Tabuľka 6.6 Nuklidové zloženie a odhadovaná objemová aktivita aerosólov v priestore miestnosti v dôsledku prevádzkovej udalosti.	35
Tabuľka 6.7 Príklad zoznamu existujúcich a novonavrhovaných bezpečnostných systémov plniacich príslušnú bezpečnostnú funkciu.	37
Tabuľka 6.8 Zoznam a popis bezpečnostných opatrení.	42
Tabuľka 6.9 Zoznam a popis kľúčových predpokladov a parametrov.....	42
Tabuľka 6.10 Príklad sumarizačnej tabuľky pre vybraný scenár hodnotený v bezpečnostných rozboroch.	44

Predhovor

Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky začal v roku 1995 vydávať vlastné neperiodické publikácie, ako edíciu Bezpečnosť jadrových zariadení, s cieľom zverejňovať vybrané všeobecne záväzné právne predpisy, bezpečnostné požiadavky, odporúčania a návody súvisiace s predmetom činnosti Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky.

V rámci edície Bezpečnosť jadrových zariadení Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky vydáva tri skupiny publikácií:

Obsahom prvej skupiny publikácií sú vybrané všeobecne záväzné právne predpisy a medzinárodné zmluvy z oblasti mierového využívania jadrovej energie; sú označené červeným pruhom.

V druhej skupine sú dokumenty z oblasti jadrovej bezpečnosti charakteru odporúčaní a návodov, ktoré konkretizujú a dopĺňajú požiadavky všeobecne záväzných právnych predpisov. Odporúčania dokumentov tejto kategórie nie sú všeobecne záväzné, avšak ich dodržiavanie zjednodušuje plnenie požiadaviek Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky zo strany dozorovaných organizácií; sú označené zeleným pruhom.

Obsahom tretej skupiny publikácií sú ostatné dokumenty z oblasti jadrovej bezpečnosti informatívneho charakteru; sú označené modrým pruhom.

Pri spracovaní dokumentov druhej a tretej skupiny sa využívajú dokumenty Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu vo Viedni a iných medzinárodných organizácií, medzinárodné a národné technické normy, ako aj dokumenty vydané zahraničnými dozornými orgánmi a odbornými organizáciami. Dokumenty sú spracované na základe rozhodnutia predsedu Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky zamestnancami úradu alebo externými organizáciami i s využitím vlastných skúseností a podmienok. Pred ich vydaním a zverejnením sú schválené predsedom úradu.

Predmetná publikácia Požiadavky na bezpečnostné rozborý činností vykonávaných počas vyradovania jadrových zariadení z prevádzky je bezpečnostným návodom.

Pripomienky a doplnky k tejto publikácii zasielajte na Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky, odbor legislatívno-právny, Bajkalská 27, P. O. Box 24, 820 07 Bratislava 27.

Bezpečnostné návody nie sú právne záväzné, avšak ich dodržiavanie napomáha zabezpečiť podmienky bezpečného využívania jadrovej energie alebo vykonávania činností súvisiacich s využívaním jadrovej energie.

Úvod

Bezpečnostné rozborov predstavujú dôležitý prostriedok komunikácie medzi držiteľom povolenia, resp. žiadateľom o povolenie a Úradom jadrového dozoru Slovenskej republiky (ďalej len „úrad“) ako dozorným orgánom. Rozborov sú súčasťou dokumentácie predkladanej dozornému orgánu v rámci správneho konania na vydanie povolenia na jednotlivé etapy životného cyklu jadrového zariadenia od jeho projektovania a umiestňovania cez uvádzanie do prevádzky, prevádzku až po vyradovanie a uzatvorenie úložiska alebo realizáciu zmien na jadrovom zariadení, príp. ďalšie. Bezpečnostné rozborov musia obsahovať aktuálnu, správnu a dostatočnú informáciu o jadrovom zariadení, jeho území a okolí, aby dozorný orgán mohol nezávisle posúdiť a overiť bezpečnosť jadrového zariadenia, či nepredstavuje neprípustné riziko pre zdravie a bezpečnosť jeho zamestnancov alebo verejnosti a či nespôsobuje poškodenie životného prostredia.

1 Predmet a účel

Bezpečnostný návod poskytuje odporúčanie na možný rozsah a obsah bezpečnostných rozborov pre vyradovanie jadrových zariadení, aby boli naplnené zákonné podmienky a požiadavky ustanovené vo vyhláške Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 58/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam v znení neskorších predpisov a ďalších vyhláškach úradu, na bezpečnostné rozborov pre vyradovanie, predkladané v rámci správnych konaní podľa zákona č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Opisuje členenie bezpečnostných rozborov a špecifikuje odporúčaný obsah každej časti tak, aby v maximálnej možnej miere boli zohľadnené odporúčania MAAE uvedené v dokumentoch „Safety Assessment for Decommissioning“ /14/ a „Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material“ /15/.

Rovnaký dôraz kladie na bezpečnostné aspekty, technické aspekty i ľudský činiteľ ovplyvňujúci jadrovú, radiačnú a technickú bezpečnosť. Tento bezpečnostný návod sa nezaoberá fyzickou ochranou.

Prvé štyri časti bezpečnostného návodu definujú jeho predmet a účel, rozsah platnosti, zoznam skratiek a použité pojmy. V piatej časti sú zhrnuté základné všeobecné požiadavky kladené na bezpečnostné rozborov pre vyradovanie. Šiesta časť je vnútorne členená na diely, oddiely a články. V nich sú podrobne rozpracované jednotlivé kapitoly, sekcie a časti bezpečnostných rozborov a je špecifikovaný aj ich odporúčaný obsah.

Bezpečnostný návod je určený pre vnútorné potreby úradu a komunikáciu medzi úradom a

dozorovanými subjektmi a ich technickými podpornými organizáciami pri príprave podkladov, vypracovaní, vyhodnocovaní alebo posudzovaní bezpečnostných rozborov a ich výsledkov v procese vyradovania.

2 Rozsah platnosti

Tento bezpečnostný návod konkretizuje a dopĺňa všeobecné požiadavky a podmienky pre spracovanie bezpečnostných rozborov pre oblasť vyradovania JZ z prevádzky, tak ako sú uvedené vo všeobecne záväzných právnych predpisoch (vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 58/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam v znení neskorších predpisov). Zohľadňuje tiež rôznu úroveň hĺbky vypracovania bezpečnostných rozborov v jednotlivých fázach životného cyklu jadrového zariadenia (tzv. „graded approach“).

V princípe je bezpečnostný návod spracovaný pre reaktorové jadrové zariadenia, primerane je však použiteľný aj pre iné jadrové zariadenia (napr. nereaktorové JZ, JZ určené na spracovanie RAO a pod.) v Slovenskej republike pre účely ich vyradovania. Návod sa nevzťahuje na úložiská RAO, nakoľko v prípade úložísk je prevádzka ukončená procesom „uzatvárania“ a nie „vyradovania“.

Bezpečnostný návod zároveň úzko súvisí s existujúcim bezpečnostným návodom Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky s označením BNS I.11.1/2013 „Požiadavky na deterministické analýzy bezpečnosti JE s VVER-440/V213“, nakoľko sa tento existujúci bezpečnostný návod primárne nezaoberá JZ v etape vyradovania. Rovnako bezpečnostný návod úzko súvisí s ďalším existujúcim bezpečnostným návodom Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky s označením BNS I.9.3/2017 „Požiadavky na obsah a rozsah dokumentácie pre vyradovanie, ktorá je predkladaná ako súčasť žiadosti v konaní o udelenie súhlasu podľa § 5 ods. 2 atómového zákona a v konaní o udelenie povolenia podľa § 5 ods. 3 písm. a) až d) atómového zákona“, ktorý uvádza bezpečnostné rozborov ako jednu z kapitol plánovacích dokumentov pre vyradovanie JZ.

Tento bezpečnostný návod sa vydáva bez časového obmedzenia.

3 Použité skratky

ALARA	tak nízko ako je možné rozumne dosiahnuť (angl. As Low As Reasonably Achievable)
BNS	bezpečnostné návody vydávané ÚJD SR

BOZP	bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
BR	bezpečnostné rozbory
BSŠK	bezpečnostné systémy, štruktúry a komponenty
DAC	odvozené koncentrácie rádionuklidov vo vzdušnine (angl. Derived Air Concentration)
HAZOP	Metodika pre analýzu rizík (angl. Hazard Operability Study)
HVB	hlavný výrobný blok
IAEA	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (angl. International Atomic Energy Agency)
ICRP	Medzinárodná komisia pre radiačnú ochranu (angl. The International Commission on Radiological Protection)
IED	individuálna efektívna dávka
IŽ	ionizujúce žiarenie
JE A1	Jadrová elektráreň A1 Jaslovské Bohunice
JE V1	Jadrová elektráreň V1 Jaslovské Bohunice
JP	jadrové palivo
JZ	jadrové zariadenie
KED	kolektívna efektívna dávka
KP	kontrolované pásma
KRAO	kvapalné rádioaktívne odpady
MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MSVP	Medzisklad vyhoretého paliva
NR SR	Národná rada Slovenskej republiky
OOPP	osobné ochranné pracovné pomôcky
PED	příkon efektívnej dávky
PG	parogenerátor
PO	primárny okruh
RA	rádioaktívny
RAO	rádioaktívny odpad
RO	radiačná ochrana
SO	stavebný objekt
TRO	technik radiačnej ochrany
TSÚ RAO	Technológie spracovania a úpravy RAO
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
ÚVZ SR	Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky
VJP	vyhoreté jadrové palivo
ŽP	životné prostredie

4 Vymedzenie pojmov

Bezpečnostné rozbory predstavujú súbor analýz očakávanej udalosti, resp. udalostí typu prevádzkovej udalosti, ktoré sa spravidla vykonávajú pomocou výpočtových programov za účelom preukázania splnenia bezpečnostných požiadaviek.

Jadrová bezpečnosť je technický stav a spôsobilosť jadrového zariadenia alebo prepravného zariadenia ako aj schopnosť ich obsluhy zabrániť nedovolenému úniku rádioaktívnych látok alebo ionizujúceho žiarenia do pracovného prostredia alebo do životného prostredia a schopnosť predchádzať udalostiam a zmierňovať následky udalostí v jadrových zariadeniach alebo pri preprave rádioaktívnych materiálov /1/.

Nebezpečenstvo je zdroj potenciálnej škody alebo situácia, ktorá, potenciálne môže spôsobiť stratu /26/.

Nebezpečenstvo relevantné pre plánované činnosti vyrad'ovania je nebezpečenstvo vyskytujúce sa v priestore vykonávaných činností a vyplývajúce z charakteru vykonávaných činností.

Nebezpečenstvo relevantné pre prevádzkové udalosti počas vyrad'ovania je nebezpečenstvo, pri ktorom je zmysluplné uvažovať, že môže viesť k vzniku prevádzkovej udalosti počas vyrad'ovania.

Prevádzková udalosť je udalosť, pri ktorej došlo na jadrovom zariadení k ohrozeniu alebo porušeniu jadrovej bezpečnosti počas uvádzania jadrového zariadenia do prevádzky, počas jeho prevádzky, počas etapy vyrad'ovania alebo počas uzatvorenia úložiska /1/.

Riziko je príležitosť, že sa stane niečo, čo bude mať vplyv na ciele vyrad'ovania: meria sa následkom alebo odhadom pravdepodobnosti /26/, resp. predstavuje vzájomný vzťah medzi pravdepodobnosťou vzniku negatívneho javu a jeho následkom /27/.

Zainteresovaný subjekt/strana je akýkoľvek subjekt, inštitúcia, skupina alebo jednotlivec, ktorý môže a má záujem aktívne prispieť do procesu tvorby, hodnotenia alebo verifikovania bezpečnostných rozborov /29/.

5 Odporúčania MAAE v oblasti tvorby bezpečnostných rozborov

Základné požiadavky a odporúčania MAAE v oblasti tvorby bezpečnostných rozborov zohľadňujúcich špecifiká vyrad'ovania jadrových zariadení sú sumarizované v dokumentoch /14/ a /15/. Vychádzajúc z uvedených odporúčaní, bezpečnostné rozbor

systematickým, logickým a transparentným spôsobom s jasne definovanými počiatocnými a koncovými bodmi. V princípe môžu byť bezpečnostné rozbor vypracované pre viaceré účely /14/:

- a) podpora zdôvodnenia výberu stratégie vyradovania;
- b) poskytnutie systematického hodnotenia vplyvov plánovaných činností ako aj možných následkov prevádzkových udalostí v priebehu procesu vyradovania na ŽP a bezpečnosť;
- c) preukázanie, že navrhované činnosti v rámci vyradovania jadrového zariadenia je možné vykonať bezpečným spôsobom v súlade s právnymi predpismi a požiadavkami dozorných orgánov, t. j. že v priebehu vyradovania je možné zaručiť bezpečnosť pracovníkov aj obyvateľstva;
- d) poskytnutie základných informácií pre hodnotenie bezpečnosti dozorným orgánom, resp. inou organizáciou nezávislou od tej, ktorá vykonáva činnosti vyradovania počas realizácie jednotlivých činností vyradovania;
- e) poskytnutie výsledkov bezpečnostných rozborov, ktoré môžu byť v primeranej miere využité prevádzkovateľom, resp. dozorným orgánom, pre formálne schválenie navrhovaných činností vyradovania;
- f) identifikácia limitov a podmienok pre bezpečné pracovné prostredie počas procesu vyradovania v súlade s relevantnými štandardmi.

Vo všeobecnosti platí, že pre vyradovanie zariadení menšieho rozsahu (napr. laboratória) je postačujúce zhodnotenie bezpečnosti v jednom dokumente, podporené kľúčovými referenciami a zdrojmi informácií. Avšak v prípade vyradovania komplexnejších zariadení (napr. jadrová elektrárňa), ktoré môže byť rozdelené na etapy a môže trvať niekoľko rokov až desaťročí, je vhodnejšie aplikovať etapovitý prístup aj na bezpečnostné rozbor. Etapovitý prístup vypracovania bezpečnostných rozborov je spojený s významným prínosom z hľadiska plánovania, vynaložených nákladov ako aj úrovne kvality spracovaných rozborov. Medzi dôvody pre využitie etapovitého prístupu v oblasti hodnotenia bezpečnosti okrem iného patria /14/:

- a) fakt, že vyradovanie je na rozdiel od prevádzky zariadenia, proces skladajúci sa z jednotlivých nadväzujúcich etáp, pričom tento proces môže byť charakterizovaný ako séria postupných zásahov a modifikácií systémov a štruktúr zariadenia vykonávaných aj na základe bezpečnostných rozborov (ako podpory jednotlivých etáp vyradovania);
- b) každá invazívna činnosť je zdôvodnená v závislosti od aktuálnych okolností, pričom môže ovplyvniť nasledujúce činnosti a plány ako aj samotné hodnotenie bezpečnosti nasledujúcich etáp;
- c) etapovitý prístup umožňuje napredovanie aj v prípade, ak nie sú kompletne potrebné vstupné údaje o zariadení a inventári na začiatku vyradovania (napr. neistoty spojené s rádiologickým inventárom a stavom zariadenia môžu byť v priebehu vyradovania znižované prostredníctvom získania dodatočných potrebných informácií).

Nakoľko sa situácia počas procesu vyradovania vyvíja, primeraným spôsobom sa musia vyvíjať aj opatrenia na zabezpečenie požadovanej úrovne bezpečnosti a to z viacerých dôvodov /14/:

- a) počas vyradovania dochádza k postupnému znižovaniu rádioaktívneho inventáru

- a nebezpečných látok nachádzajúcich sa v zariadení;
- b) pri demontážnych a demolačných činnostiach sú postupne odstraňované jednotlivé inžinierske bariéry;
- c) v jednotlivých etapách vyradovania sú vykonávané rozdielne typy činností.

Dobrá prax takisto ukazuje výhody aplikácie tzv. odstupňovaného prístupu (z anglického „graded approach“). Tento koncept môže byť použitý pre optimalizáciu rozsahu a úrovne detailnosti vypracovania bezpečnostných rozborov, pričom poskytuje rovnováhu medzi nákladmi a úsilím vynaloženými na hodnotenie bezpečnosti a ich revíziu, resp. posúdenie. Odstupňovaný prístup vychádza z princípu ohodnotenia jednotlivých možných scenárov majúcich vplyv na bezpečnosť z hľadiska ich závažnosti, t. j. úmerne k typu nebezpečenstva, resp. rizika, a ich možným následkom. Pozornosť je venovaná kľúčovým scenárom z hľadiska bezpečnosti, pričom scenáre so zanedbateľným dopadom sú opísané stručne, resp. vylúčené z detailnej analýzy. Avšak tento prístup je nutné aplikovať adekvátnym spôsobom, t. j. v žiadnom prípade nie na úkor bezpečnosti/14/ a /15/.

Odstupňovaný prístup môže byť využitý aj v iných oblastiach týkajúcich sa vyradovania ako napr. pri rádiologickej charakterizácii, stupni detailnosti sprievodnej dokumentácie, kontrole činnosti a procesov, tréningu pracovníkov, dozore a súvisiacich požiadaviek a pod.

Vo všeobecnosti býva odstupňovaný prístup využívaný pri tvorbe bezpečnostných rozborov v jednotlivých fázach životného cyklu jadrového zariadenia, t. j. rozsiahlosť aj detailnosť bezpečnostných rozborov činností vyradovania je zvyšovaná s blížiacim sa začiatkom vyradovania (analogicky s detailnosťou v koncepcnom pláne vyradovania jadrového zariadenia z prevádzky a v pláne etapy vyradovania), resp. rôznu detailnosť bezpečnostných rozborov je možné aplikovať aj pre úroveň Plánu etapy vyradovania a jednotlivých programov prác.

Bezpečnostné rozborov a súvisiace hodnotenie bezpečnosti by malo byť vypracované adekvátne skúseným a kvalifikovaným tímom expertov. Zloženie tímu úzko súvisí s typom a rozsahom bezpečnostných rozborov. Pre zariadenia menšieho rozsahu a najmä pre činnosti spojené s nízkou mierou nebezpečenstva môže byť postačujúci malý tím expertov (v ojedinelých prípadoch dokonca môžu byť bezpečnostné rozborov vytvorené jedným expertom). Avšak pre väčšie, komplexné a významné zariadenia z hľadiska hodnotenia bezpečnosti (napr. jadrové elektrárne) je potrebný tím špecialistov, pričom tento tím je spravidla vedený skúseným hodnotiteľom bezpečnosti za účasti expertov z oblasti radiačnej bezpečnosti, priemyselnej bezpečnosti, nakladania s rádioaktívnymi odpadmi, expertom poznajúcim prevádzku a históriu zariadenia, expertom na technické aspekty ako je dizajn zariadenia, jeho systémy a komponenty a podobne/14/ a /15/.

Posudzovatelia bezpečnostných rozborov vrátane dozorných organov a iných zainteresovaných subjektov by mali byť, ak je to možné, zapojení do procesu od počiatkových fáz.

Adekvátne vypracované hodnotenie bezpečnosti by malo spĺňať nasledovné atribúty kvality /14/:

- a) kompletnosť – v bezpečnostných rozboroch by mali byť identifikované všetky relevantné ohrozenia bezpečnosti a súvisiace ochranné opatrenia;

- b) zrozumiteľnosť – v bezpečnostných rozboroch by mali byť jednoznačne zvýraznené kľúčové aspekty z hľadiska silných aj slabých stránok. Rozbory by mali obsahovať zdôvodnenie všetkých predpokladov, záverov a odporúčaní, pričom akékoľvek nejasnosti, resp. problematické záležitosti, by mali byť identifikované, vysvetlené, podložené a zdôvodnené;
- c) racionálnosť – bezpečnostné rozbory by mali obsahovať konzistentné a logické argumenty pre podporu a preukázanie správnosti vyslovených záverov;
- d) presnosť – bezpečnostné rozbory by mali odzrkadľovať súčasný stav zariadenia, vybavenia, procesov a postupov;
- e) vecnosť – súčasťou bezpečnostných rozborov by mala byť argumentácia podporená faktami a podloženými informáciami. Akékoľvek predpoklady, domnienky, resp. extrapolované informácie by mali byť odôvodnené a malo by byť poskytnuté vysvetlenie ohľadom neistôt súvisiacich s týmito predpokladmi. Takisto by mala byť primerane demonštrovaná adekvátnosť prevádzkových postupov, manažérskej kontroly a dostupných zdrojov;
- f) vhodnosť – bezpečnostné rozbory by mali jednoznačne prezentovať, pokiaľ možno na základe primeranej verifikácie a validácie, že analytické metódy pre preukázanie bezpečnosti spolu s použitými výpočtovými prostriedkami sú vhodné pre daný typ analýzy;
- g) celistvosť – požiadavky vyplývajúce z bezpečnostných a technických analýz spolu s prevádzkovými požiadavkami a požiadavkami na externé dodávky zariadení a služieb by mali byť integrované v bezpečnostných rozboroch a príslušné predpoklady by mali byť jasne špecifikované a odôvodnené;
- h) aktuálnosť – pri vytváraní, revidovaní, resp. posudzovaní bezpečnostných rozborov musí byť zohľadnený aktuálny stav a podľa potreby musia byť vykonávané aktualizácie (napr. v prípade významnej modifikácie zariadenia, musí byť táto modifikácia zohľadnená v bezpečnostných rozboroch, nakoľko môže mať vplyv na hodnotenú bezpečnosť);
- i) výhľadovosť - bezpečnostné rozbory by mali preukázať, že dané zariadenie je bezpečné a zostane bezpečné počas definovanej životnosti.

Okrem radiačných rizík (napr. externé ožiarenie, interné ožiarenie inhaláciou alebo ingesciou, resp. interné ožiarenie spôsobené poranením a následnou kontamináciou rany) je potrebné pri hodnotení bezpečnosti zväžiť aj iné riziká spojené s chemickými a toxickými materiálmi. Navyše, ďalšími významnými rizikami v procese vyradovania jadrových zariadení sú premyslené riziká v miestach, kde sa vykonávajú demontážne a demolačné činnosti, resp. kde prebieha transport ťažkých bremien, používa sa ťažká technika, plynové, zdvíhacie, resp. elektrické zariadenia, pri prácach vykonávaných vo výške a pod /14/ a /15/).

Uvedené neradiačné riziká sú priamo v bezpečnostnom návode spomenuté iba v prípade, ak vedú, resp. môžu mať vplyv na vznik radiačného rizika (napr. požiar, ktorý môže viesť k úniku rádioaktívnych látok). Ďalším dôsledkom neradiačných rizík môže byť až znemožnenie pôvodne plánovanej stratégie vyradovania s potrebou hľadania náhradných riešení (pád konvenčného bremena spojený s poškodením strategických priestorov alebo zariadení plánovaných pre proces vyradovania a pod.). Vlastné hodnotenie bezpečnosti spojené s neradiačnými rizikami je predmetom iných príslušných právnych predpisov a požiadaviek špecializovaných dozorných orgánov. Z tohto dôvodu nie je podrobný popis jednotlivých aspektov hodnotenia bezpečnosti v

případe neradiačných rizík predmetom tohto bezpečnostného návodu. Avšak princípy a postupy využívané pri hodnotení bezpečnosti pre radiačné riziká je možné v primeranej miere aplikovať aj v tejto oblasti.

Nevyhnutnou súčasťou bezpečnostných rozborov je schopnosť demonštrovať vysokú úroveň kvality samotného procesu a tímu expertov zahrnutých do prípravy, vypracovania, posúdenia a schválenia bezpečnostných rozborov. Medzi zainteresované strany, u ktorých je potrebné budovať dôveru v správnosť a adekvátnosť vypracovania bezpečnostných rozborov, patria /14/:

- a) dozorné orgány, ktoré vydávajú povolenie na základe preskúmania bezpečnostných rozborov potvrdzujúceho úplnosť a dostatočnú robustnosť vykonaných rozborov;
- b) národné vládne organizácie, lokálne authority, ostatné relevantné regulačné orgány (napr. pre ochranu životného prostredia);
- c) ostatné osoby v rámci organizácie prevádzkovateľa (napr. projektový manažér, ktorý je priamy odberateľ bezpečnostných rozborov, interná komisia pre bezpečnosť a pod.);
- d) ostatné zainteresované strany a verejnosť – skoré zapojenie zainteresovaných subjektov do procesu prináša na základe doterajších skúseností vo svete výhody vo forme lepšieho plánovania, budovania vzájomnej dôvery a vyhnutie sa prípadným oneskoreniam, resp. predĺženiu projektu spôsobeného nezapojením zainteresovaných strán (napr. protesty verejnosti až súdne procesy).

K budovaniu dôvery významnou mierou prispieva taktiež nezávislé posúdenie bezpečnostných rozborov treťou stranou, ktorá nie je priamo zapojená do tvorby bezpečnostných rozborov /14/ a /15/).

Obsah dokumentácie bezpečnostných rozborov spravidla pozostáva z nasledovných položiek /14/ a /28/:

- a) úvod – je tu opísaný rozsah a účel rozborov, poskytnuté sú odkazy na aktuálny plán vyradovania (v závislosti od etapy životného cyklu JZ - predbežný koncepčný plán vyradovania, koncepčný plán vyradovania jadrového zariadenia z prevádzky, plán etapy vyradovania, koncepcia vyradovania pre obdobie po skončení povoloanej etapy vyradovania) a jednoznačne sú opísané čiastkové koncové stavy, ktoré sú zahrnuté v rámci bezpečnostných rozborov;
- b) zhrnutie – zhrnuté zhrnutie (z anglického „executive summary“) predstavuje neoceniteľnú položku najmä v prípadoch rozsiahlych bezpečnostných rozborov a môže slúžiť ako nástroj pre zvýšenie celkovej prehľadnosti;
- c) rámec hodnotenia – obsahuje sumár príslušných právnych predpisov, bezpečnostných požiadaviek a kritérií, časový rámec ako aj ciele vyradovania spolu s koncovými stavmi čiastkových projektov vykonávaných v rámci vyradovania jadrového zariadenia;
- d) opis zariadenia a činností vyradovania – sumarizuje technický opis zariadenia a činností vyradovania v miere dostatočnej pre vykonanie hodnotenia bezpečnosti a technického hodnotenia. Táto položka zahŕňa popis inventáru nebezpečných materiálov spolu s príslušnými bezpečnostnými systémami. Nakoľko popis zariadenia a činností vyradovania je k dispozícii aj v inej dokumentácii potrebnej pre vykonávanie činností vyradovania (napr.

- plán etapy vyrad'ovania), je možné uvedené informácie z podložených zdrojov prebrať a primerane upraviť pre potreby bezpečnostných rozborov;
- e) analýza rizík a príslušnej miery nebezpečenstva – poskytuje identifikáciu a analýzu rizík a príslušnej miery nebezpečenstva (radiačného aj neradiačného) súvisiace s jednotlivými činnosťami vyrad'ovania vrátane manažmentu odpadov. Takisto obsahuje identifikáciu iniciačných udalostí, ktoré vedú k vzniku rizika, resp. nebezpečnej situácie. Analýza rizík je zameraná na plánované činnosti vyrad'ovania, ako aj na prevádzkové udalosti. Pravdepodobnosť, vlastnosti a rozsah následkov jednotlivých udalostí je potrebné identifikovať spolu s bezpečnostnými systémami slúžiacimi buď na zabránenie vzniku takejto udalosti alebo na zmiernenie jej následkov;
 - f) hodnotenie možných následkov – obsahuje hodnotenie možných následkov, napr. vo forme obdržaných dávok, RA výpustí, zhoršenej radiačnej situácie v pracovnom priestore, kontaminácie prostredia, fyzických zranení pracovníkov a obyvateľstva vyplývajúcich z plánovaných činností vyrad'ovania, ako aj z vybraných scenárov popisujúcich prevádzkové udalosti;
 - g) zhodnotenie výsledkov a identifikácia kontroly – dosiahnuté výsledky z analýzy bezpečnosti sú porovnávané s bezpečnostnými kritériami a ak je potrebné, aj s limitmi a podmienkami platnými pre bezpečné vykonávanie činností vyrad'ovania. Takisto by mal byť demonštrovaný súlad s konceptom ALARA;
 - h) preventívne opatrenia a opatrenia na zmiernenie následkov – ide o špecifikáciu administratívnych opatrení a manažmentu bezpečnosti potrebného na zaistenie požadovanej úrovne bezpečnosti. Táto časť by mala obsahovať zoznam aktívnych a pasívnych bezpečnostných systémov, ako aj ohodnotenie vplyvu preventívnych a zmierňujúcich opatrení na pravdepodobnosť výskytu a následku jednotlivých udalostí;
 - i) záver – poskytuje sumár dosiahnutých výsledkov z analýzy bezpečnosti, ako aj vyhlásenie potvrdzujúce prijateľnosť plánu vyrad'ovania z hľadiska zabezpečenia požadovanej úrovne bezpečnosti.

6 Požiadavky na bezpečnostné rozbery činností vykonávaných počas vyrad'ovania jadrových zariadení z prevádzky

V nasledujúcich podkapitolách sú popísané jednotlivé oblasti, ktoré je vhodné v rámci bezpečnostných rozborov konkrétne rozpracovať. Tak, ako bolo poznamenané v úvodnej kapitole bezpečnostného návodu, tam, kde to má praktický prínos, je za popisnými celkami uvedená stať venovaná príkladom a konkrétnym aplikáciám.

6.1 Rozsah hodnotenia bezpečnosti

Rozsah hodnotenia bezpečnosti pre vyrad'ovanie z prevádzky by mal byť v súlade s aktuálnym plánom vyrad'ovania (v závislosti od etapy životného cyklu JZ - predbežný koncepčný plán

vyraďovania, koncepčný plán vyraďovania jadrového zariadenia z prevádzky/ koncepcia vyraďovania pre obdobie po skončení povoľovanej etapy vyraďovania alebo plán etapy vyraďovania). Pred samotným hodnotením bezpečnosti je dôležité stanoviť rámec a vlastný rozsah hodnotenia. Uvedené zahŕňa špecifikáciu kontextu hodnotenia, jeho cieľov, požiadaviek na bezpečnosť a kritérií, časového rámca, koncových stavov jednotlivých fáz vyraďovania, výstupov analýz, prístupov k bezpečnostným analýzám, opatreniam, systémom riadenia bezpečnosti a využitie už existujúcich bezpečnostných analýz.

6.1.1 Kontext bezpečnostných rozborov v rámci predkladanej dokumentácie

Bezpečnostné rozborby by mali byť súčasťou plánu etapy vyraďovania alebo byť súčasťou podkladov pre preukazovanie bezpečnosti činností vyraďovania, napr. počas hodnotenia vplyvov na životné prostredie. Hodnotenie bezpečnosti sa teda vykonáva v rámci tohto plánu etapy vyraďovania, a preto aj rozsah hodnotenia bezpečnosti musí byť prepojený a byť v súlade s rozsahom plánu etapy vyraďovania (obsahom kapitol jednotlivých dokumentov pre povolenie vyraďovania sa zaoberá bezpečnostný návod úradu s označením BNS I.9.3/2017 /28/).

Rozsah hodnotenia teda zahŕňa napr. identifikovanie systému alebo zariadenia, hranice hodnoteného zariadenia a rozhranie so susednými aktivitami, ako napr. pokračovanie prevádzky ostatných zariadení na rovnakom mieste alebo rozhranie s výstavbou a prevádzkou zariadení pre nakladanie s rádioaktívnym odpadom.

Kontext hodnotenia navyše poskytuje prehľad právnych predpisov, bezpečnostných požiadaviek a kritérií, časových rámcov a cieľov vyraďovania, ako sú napr. koncové stavy jednotlivých etáp projektu vyraďovania.

V niektorých situáciách môže byť východiskový bod pre hodnotenie bezpečnosti dobre definovaný, napr. na konci prevádzky zariadenia, ktorého komplexná dokumentácia je k dispozícii. Inokedy, ak sú podmienky na zariadení nejasné, môže byť potrebné pred samotným vyraďovaním z prevádzky zahrnúť do plánu etapy vyraďovania úvodnú etapu zberu informácií / dokumentácie.

6.1.2 Ciele bezpečnostných rozborov

Cieľom hodnotenia bezpečnosti vyraďovania z prevádzky môže byť preukázanie bezpečnosti pre prevádzkovateľa, dozorné orgány a zainteresované strany a môže slúžiť ako podklad pre formálne schvaľovacie procesy.

Primerané bezpečnostné rozborby tvoria súčasť zodpovednosti prevádzkovateľa za všetky aspekty bezpečnosti a ochrany životného prostredia počas všetkých fáz vyraďovania a mali by:

- a) podporiť výber stratégie vyraďovania, vypracovanie plánu etapy vyraďovania a výber príslušných špecifických činností vyraďovania;
- b) preukázať, že ožiarenie pracovníkov a obyvateľstva je tak nízke ako je rozumne dosiahnuteľné (princíp ALARA) a neprekročí zákonom stanovené limity alebo obmedzenia.

Bezpečnostné rozborby pre vyraďovanie jadrového zariadenia z prevádzky musia byť v súlade s Plánom etapy vyraďovania a ďalšími relevantnými národnými a miestne špecifickými stratégiami a požiadavkami, napr. s požiadavkami na nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi a

uvoľňovanie materiálu, stavebných objektov a lokality z pod kontroly dozorných orgánov.

Z hľadiska cieľov by mali bezpečnostné rozbory:

- a) preukázať ako sú splnené požiadavky a kritériá dozorných orgánov pre povolenie navrhovaných vyradovacích činností;
- b) zahrnúť systematické hodnotenie charakteru, veľkosti a pravdepodobnosti rizík a ich radiačných dôsledkov na pracovníkov, obyvateľstvo a životné prostredie ako pre plánované činnosti, tak aj za havarijných podmienok;
- c) kvantifikovať systematické a postupné znižovanie radiačného rizika, ktoré má byť dosiahnuté prostredníctvom implementácie činností vyradovania;
- d) identifikovať bezpečnostné opatrenia, limity a podmienky, ktoré by počas vyradovacích činností mali zabezpečiť plnenie a dodržiavanie bezpečnostných požiadaviek a kritérií počas vyradovania;
- e) v prípade potreby preukázať, že inštitucionálne opatrenia vykonané (inštitucionálna kontrola) po vyradení zariadenia z prevádzky nespôsobia neprimeranú záťaž pre budúce generácie;
- f) prispievať k vnútornému aj vonkajšiemu havarijnému plánovaniu a riadeniu bezpečnostných opatrení;
- g) poskytovať informácie pre identifikáciu potrebného vzdelávania v oblasti vyradovania z prevádzky a zvyšovania kompetencií pracovníkov vykonávajúcich činnosti vyradovania.

6.1.3 Požiadavky na bezpečnosť a kritériá hodnotenia bezpečnosti

V prípade slovenských právnych predpisov sú požiadavky na obsah a rozsah bezpečnostných rozborov definované vo vyhláske Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 58/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam v znení neskorších predpisov /9/. Predmetná vyhláška najmä v § 3, § 10, § 22, § 26 a § 27, upravuje požiadavky na obsah, rozsah a spôsob vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam vrátane požiadaviek na hodnotenie bezpečnosti. V nasledujúcej tabuľke sú tieto požiadavky uvedené v nadväznosti na jednotlivé dokumenty a tým pádom aj jednotlivé rozhodnutia úradu.

Tabuľka 6.1 Požiadavky právnych predpisov na bezpečnostné rozbory v jednotlivých predkladaných dokumentoch.

Názov dokumentu	Dokument sa predkladá za účelom získania povolenia na:	Požiadavka na bezpečnostné rozbory	Citácia vyhlášky č. 58/2006 Z. z. v znení neskorších predpisov
Zadávacia správa o spôsobe vyradovania	umiestnenie budúceho JZ	- bez špecifikovaných požiadaviek	-
Predbežný koncepčný	stavbu JZ	- identifikácia a vyhodnotenie	§ 10 ods. 3 písm. g)

plán vyrad'ovania		rádiologických a nerádiologických rizík počas vyrad'ovania, návrh preventívnych opatrení	
Koncepčný plán vyrad'ovania jadrového zariadenia z prevádzky	prevádzku JZ	- bezpečnostné rozborby plánovaných činností a potenciálnych udalostí počas vyrad'ovania vrátane identifikácie relevantných postulovaných iniciačných udalostí, výpočtového ocenenia potenciálnych dôsledkov spolu s vyhodnotením rádiologických a nerádiologických rizík, porovnanie výsledkov bezpečnostných rozborov s bezpečnostnými kritériami a návrh preventívnych a nápravných opatrení	§ 22 ods. 3 písm. g)
Plán etapy vyrad'ovania	vyrad'ovanie JZ z prevádzky	- bezpečnostné rozborby plánovaných činností a potenciálnych udalostí počas vyrad'ovania overené nezávislou osobou vrátane identifikácie relevantných postulovaných iniciačných udalostí, výpočtového ocenenia potenciálnych dôsledkov spolu s vyhodnotením rádiologických a nerádiologických rizík, porovnania výsledkov bezpečnostných rozborov s bezpečnostnými kritériami, postup odvodenia limitov a podmienok bezpečného vyrad'ovania, návrh preventívnych a nápravných opatrení; bezpečnostné rozborby vychádzajú z inventára alebo množstva podľa písmena g) § 26 vyhlášky - ak po etape vyrad'ovania nasleduje vyňatie jadrového zariadenia alebo jeho územia alebo ich časti z pôsobnosti zákona podľa § 20 ods. 5 zákona alebo ak časť jadrového zariadenia alebo časť jeho územia dosiahne počas etapy vyrad'ovania koncový stav umožňujúci následné vyňatie z pôsobnosti zákona podľa § 20 ods. 5 zákona, plán etapy vyrad'ovania obsahuje okrem dokumentácie určenej v odseku 2 aj bezpečnostné zhodnotenie nápravných činností vrátane návrhu prevádzkových obmedzení (písm. c)	§ 26 ods. 2 písm. h) § 26 ods. 4 písm. c)
Koncepcia vyrad'ovania pre obdobie po	vyrad'ovanie JZ z prevádzky	- bezpečnostné rozborby plánovaných činností a potenciálnych udalostí	§ 27 – primeraná aplikácia § 22 ods. 3

skončení povolořovanej etapy vyradřovania		počas vyradřovania vrátane identifikácie relevantných postulovaných iniciačných udalostí, výpočtového ocenenia potenciálnych dôsledkov spolu s vyhodnotením rádiologických a nerádiologických rizík, porovnanie výsledkov bezpečnostných rozborov s bezpečnostnými kritériami a návrh preventívnych a nápravných opatrení	
---	--	---	--

Z uvedeného prehľadu je zrejmé uplatnenie odstupňovaného prístupu „graded approach“ v oblasti požiadaviek na bezpečnostné rozborov v jednotlivých etapách životného cyklu JZ. V prípade rozhodovania o umiestnení JZ nie sú bližšie špecifikované žiadne požiadavky na spracovanie bezpečnostných rozborov pre etapu vyradřovania. Čím je projekt, výstavba a prevádzka JZ bližšie k etape vyradřovania, tým sú detailnejšie aj požiadavky na bezpečnostné rozborov. Vo všeobecnosti platí, že detailnosť bezpečnostných rozborov rastie s blížiacim sa termínom etapy vyradřovania, čo je zabezpečené aj rastúcou databázou informácií o JZ, ktoré má byť vyradené, ale aj o uvažovaných technikách procesoch a celkovej stratégii vyradřovania vrátane procesu nakladania s RAO.

V prípade, že sa pripravuje jeden Plán etapy vyradřovania na celý proces vyradřovania (vyradřovanie nebolo rozdelené na jednotlivé etapy) je vhodné, aby boli najdetailnejšie spracované bezpečnostné rozborov na najbližšie plánované činnosti vyradřovania. Bezpečnostné rozborov následných činností vyradřovania je možné spracovať všeobecnejšie s uvažovaním všetkých potrebných odhadov a predpokladov, s tým, že počas procesu vyradřovania budú tieto bezpečnostné rozborov ďalej aktualizované.

V praxi je možné, v súlade s právnymi predpismi a platným bezpečnostným návodom úradu s označením BNS I.9.3/2017 /28/, aplikovať pri spracovaní bezpečnostných rozborov odstupňovaný prístup pre jednotlivé dokumenty nasledovne:

- žadávacia správa o spôsobe vyradřovania - uviesť základné bezpečnostné požiadavky a prístupy pre proces vyradřovania so zameraním na princíp ALARA. Cieľom je preukázať, že je v budúcnosti možné vyradiť jadrové zariadenie bezpečným spôsobom. Zdôrazniť význam zohľadnenia procesu vyradřovania už pri projektovaní JZ, čím je možné významne uľahčiť proces vyradřovania a významne zvýšiť bezpečnosť celého procesu;
- predbežný koncepčný plán vyradřovania - súčasťou bezpečnostných rozborov je najmä identifikácia radiačných a neradiačných nebezpečenstiev z kontrolného zoznamu (alebo s použitím inej vhodnej metodiky - kapitola 6.3) vychádzajúc z projektu plánovaného JZ, uvažovanej stratégie vyradřovania v danej dobe, uvažovaných demontážnych a demolačných postupov. Následne je vhodné na základe identifikovaných rizík spracovať návrh nápravných a preventívnych opatrení pre elimináciu alebo zníženie pravdepodobnosti jednotlivých rizík (kapitola 6.6);
- koncepčný plán vyradřovania jadrového zariadenia z prevádzky, koncepcia vyradřovania pre obdobie po skončení povolořovanej etapy vyradřovania - bezpečnostné rozborov v zásade predpokladajú celý rozsah hodnotenia bezpečnosti, tak ako je popísaný v bezpečnostnom

návode t. j. od identifikácie nebezpečenstiev (kapitola 6.3), cez analýzu bezpečnostných rozborov (kapitola 6.4), technické hodnotenie (kapitola 6.5) až po vyhodnotenie výsledkov bezpečnostných rozborov (kapitola 6.6). Odstupňovaný prístup je v tomto prípade zohľadnený najmä v detailnosti hodnotených scenárov (ako aj ich počte) a najmä v množstve predpokladov a podrobnosti vstupných údajov. To znamená, že celé hodnotenie bezpečnosti vychádza z uvažovaných koncových stavov dosiahnutých na konci prevádzky JZ vrátane úrovni kontaminácie, množstva a aktivity RAO, dostupných technológií pre spracovanie RAO, vrátane ukladania a pod. S blížiacim sa časom vyradovania JZ z prevádzky je potrebné tieto údaje a tým pádom aj jednotlivé hodnotené scenáre spresňovať, prípadne na základe vzniku nových nebezpečenstiev (napr. pri zmene stratégie vyradovania, lebo pri zmene uvažovaných demontážnych a demolačných metód) modifikovať;

- d) plán etapy vyradovania - bezpečnostné rozborov v tomto prípade opäť pokrývajú celý rozsah hodnotenia uvedený v bezpečnostnom návode. Vychádzajú ale už z presnejších vstupných údajov. Rovnako navrhovaná stratégia vyradovania, vrátane jednotlivých demontážnych, dekontaminačných a demolačných postupov, je už v princípe známa a zohľadňuje presnejšie vstupné údaje založené na charakterizácii vyradovaného JZ. Výsledky bezpečnostných rozborov sú zároveň použité pre návrh nových (resp. modifikáciu prevádzkových) limitov a podmienok bezpečného vyradovania. Rozsah hodnotených scenárov býva širší ako v prípade koncepčného plánu a jednotlivé scenáre sú aplikované na konkrétne činnosti vyradovania v konkrétnych priestoroch JZ.

Bezpečnostné rozborov spracované pre finálny plán etapy vyradovania je potrebné aktualizovať, spresniť a prispôbiť pre potreby špecifických činností na úrovni jednotlivých programov prác, kde sa predpokladá dostupnosť podrobných údajov, ako aj jasná predstava o rozsahu a type vykonávaných činností.

Čo sa týka jednotlivých kritérií hodnotenia bezpečnosti, s ktorými sú porovnávané výsledky bezpečnostných rozborov (viď. časť 6.6.2), tieto vychádzajú najmä z limitných, medzných a smerných hodnôt ožiarenia pracovníkov alebo obyvateľstva stanovených v právnych predpisoch (nariadenie vlády SR č. 345/2006 Z. z. o základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením) alebo rozhodnutiach dozorných orgánov (ÚVZ SR v prípade výpustí z jednotlivých JZ). Ďalším kritériom môžu byť interné limitné hodnoty ožiarenia pracovníkov stanovené jednotlivými držiteľmi povolenia na činnosti vyradovania (na Slovensku v súčasnosti spoločnosť Jadrová a vyradovacia spoločnosť, a. s.), ktoré sú zvyčajne nižšie ako sú limitné hodnoty stanovené v právnych predpisoch, pričom sú zapracované v jednotlivých interných dokumentoch spoločnosti zaoberajúcich sa radiačnou ochranou.

PRÍKLAD

Obyvateľstvo - u obyvateľstva je relevantným zdrojom ožiarenia rádioaktivita výpustí z plánovaných činností vyradovania, ako aj z potenciálnych prevádzkových udalostí. Podľa Prílohy č. 3 bod I. ods. 2 nariadenia vlády SR č. 345/2006 Z. z. „Z jadrových zariadení možno vypúšťať rádioaktívne látky do ovzdušia a povrchových vôd, ak je zabezpečené, že v príslušnej

kritickej skupine obyvateľov efektívne dávky v dôsledku týchto vypúšťaní neprekročia 250 μSv za jeden kalendárny rok. Táto hodnota sa považuje za medznú dávku na projektovanie a výstavbu jadrových zariadení. Ak je v jednej lokalite viac jadrových zariadení, ktoré ovplyvňujú dávky obyvateľov v tej istej kritickej skupine, vzťahuje sa táto hodnota na celkové ožiarenie zo všetkých jadrových zariadení v lokalite alebo regióne." Podľa rozhodnutia ÚVZ SR č. OOPŽ/7119/2011 /25/ je v rámci lokality Jaslovské Bohunice pre jadrové zariadenia JE A1, TSÚ RAO a MSVP stanovená spoločná základná limitná hodnota 12 μSv za rok.

Podľa toho istého rozhodnutia ÚVZ SR č. OOPŽ/7119/2011 musí byť aktivita vypustená z ventilačného komína – SO 46 časť „A“, ktorý zbiera ventilačné výpuste z SO 30, 32 a 34, menšia ako tieto hodnoty:

- a) zmes RA nuklidov v aerosóloch - $6,58 \times 10^8$ Bq/rok;
- b) ^{90}Sr - $1,96 \times 10^7$ Bq/rok;
- c) zmes RA nuklidov emitujúcich alfa žiarenie (^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am) - $6,16 \times 10^6$ Bq/rok.

Pre abnormálnu prevádzku (prevádzkové udalosti) je zásahová úroveň pre výpuste RA látok do atmosféry (pre zmes RA nuklidov v aerosóloch) v ktoromkoľvek z komínov SO 46 - časť „A“, časť „B“ a ventilačného komína objekt 808 monitorovaných bilančne $8,1 \cdot 10^6$ Bq/týždeň a objemová koncentrácia zmesi RA nuklidov v aerosóloch musí byť menšia ako 30 Bq/ m^3 .

V prípade kvapalných výpustí podľa rozhodnutia ÚVZ SR č. OOPŽ/7119/2011 musí byť celková ročná aktivita RA-nuklidov vypustených v odpadovej vode z areálu JZ Jadrovej vyradovacej spoločnosti, a. s. v lokalite Jaslovské Bohunice, okrem JZ JE V1:

- a) do recipientu Váh:
 - pre trícium menšia ako - $1,0 \times 10^{13}$ Bq;
 - pre korózne a štiepne produkty menšia ako - $1,2 \times 10^{10}$ Bq;
- b) do recipientu Dudváh:
 - pre trícium menšia ako - $3,7 \times 10^{10}$ Bq;
 - pre korózne a štiepne produkty menšia ako - $1,2 \times 10^8$ Bq.

Objemová aktivita RA-nuklidov vypúšťaných v odpadovej vode z areálu do rieky Váh a Dudváh musí byť:

- a) pre trícium menšia ako - $1,95 \times 10^8$ Bq/ m^3 ;
- b) pre korózne a štiepne produkty menšia ako - $3,7 \times 10^4$ Bq/ m^3 .

Pracovníci - Limity ožiarenia pracovníkov sa vzťahujú na súčet dávok zo všetkých relevantných ciest ožiarenia a pri všetkých pracovných podmienkach. Obvykle je dominantnou zložkou ožiarenia externá expozícia, ku ktorej sa priraduje úväzok efektívnej dávky z prijatých rádionuklidov.

Podľa nariadenia vlády SR č. 345/2006 Z. z. je limit efektívnej dávky pracovníkov dávka 100 mSv počas piatich za sebou nasledujúcich kalendárnych rokov, pričom efektívna dávka v žiadnom kalendárnom roku nesmie prekročiť 50 mSv. Stanovený ročný limit v Jadrovej a vyradovacej spoločnosti, a. s. pre efektívnu dávku nesmie prekročiť 20 mSv, pričom uvedená

hodnota môže byť interným predpisom znížená na smernú hodnotu vychádzajúcu z princípu ALARA. Autorizované limity v Jadrovej a vyrad'ovacej spoločnosti, a. s. umožňujú čerpať maximálnu jednorazovú IED za deň 1 mSv. V mimoriadnych prípadoch môže TRO povoliť dávku 2 mSv, resp. vedúci odboru RO dávku 4 mSv.

Pre interné ožiarenie je dominantnou cestou prieniku rádionuklidov do organizmu inhalácia aerosólov. Podľa prevádzkového predpisu Jadrovej a vyrad'ovacej spoločnosti, a. s. 15-INŠ-704 výpočet objemových aktivít aerosólov v pracovnom priestore vychádza z ročného úväzku efektívnej dávky 20 mSv, pričom objem vdýchnutého vzduchu pracovníkom je 2000 m³/rok. Na základe konverzných faktorov Sv/Bq pre prepočet príjmu rádionuklidov vdychovaním aerosólov uvedených v platných právnych predpisoch je následne odvodená objemová aktivita jednotlivých rádionuklidov vo forme aerosólov (DAC). Na základe DAC sú odvodené referenčné úrovne objemových aktivít - kritériá pre opatrenia na zníženie ožiarenia osôb:

- a) záznamová úroveň zodpovedá 1/10 DAC. Získané informácie o objemovej rádioaktivite vzduchu do tejto hodnoty sa len registrujú s vedomím dostatočných opatrení z titulu radiačnej ochrany. Zaznamenávajú sa a evidujú sa len hodnoty nad záznamovou úrovňou;
- b) vyšetrovacia úroveň zodpovedá 3/10 DAC. Po jej prekročení sa predpisuje respirátor. Objemové rádioaktivity nad touto hodnotou sú z titulu radiačnej ochrany pokladané za dostatočne závažné, aby sa skúmali zdroje a príčiny zvýšenia objemových aktivít. Pri prekročení tejto úrovne sa teda skúma dodržiavanie prevádzkových predpisov, činnosť vzduchotechník, vplyv kontaminácie priestorov a v spolupráci s prevádzkovateľom zariadenia sa vyvodzujú patričné opatrenia;
- c) intervenčná úroveň je spravidla určená k využitiu v mimoriadnych situáciách. Obvykle sa pracovníkom povoľuje pokračovať v práci, ak nie sú námietky z lekárskeho hľadiska s uvážením predchádzajúcich expozícií, zdravotného stavu, atď. V prípade potreby môžu byť použité pre krátky pracovný pobyt v roku úmerne vyššie hodnoty objemovej rádioaktivity rádionuklidu. Pri prekročení tejto úrovne sa skúma dodržiavanie prevádzkových predpisov, činnosť vzduchotechník, vplyv kontaminácie priestorov, vyvodzujú sa patričné opatrenia v spolupráci s prevádzkovateľom zariadenia a prerušujú sa trvalé práce v KP na "R" príkaz do zistenia a odstránenie zdroja.

Hodnoty DAC a referenčných úrovní pre najvýznamnejšie rádionuklidy, ktoré možno očakávať v procese vyrad'ovania sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 6.2 Hodnoty DAC a referenčných úrovní pre najvýznamnejšie rádionuklidy.

Rádionuklid	h_{inh} [Sv/Bq]	DAC Intervenčná úroveň [Bq/dm ³]	1/10 Záznamová úroveň [Bq/dm ³]	3/10 Vyšetrovací úroveň [Bq/dm ³]
¹³⁴ Cs	$9,6 \times 10^{-9}$	2,60	0,26	0,78
¹³⁷ Cs	$6,7 \times 10^{-9}$	3,73	0,37	1,11
⁶⁰ Co	$2,9 \times 10^{-8}$	0,86	$8,6 \cdot 10^{-2}$	0,26
⁵⁴ Mn	$1,5 \times 10^{-9}$	16,67	1,67	5,01
¹¹⁰ mAg	$7,2 \times 10^{-9}$	3,47	0,35	1,05
²³⁵ U	$2,8 \times 10^{-6}$	$8,93 \times 10^{-3}$	$8,93 \times 10^{-4}$	$2,68 \times 10^{-3}$
²³⁸ U	$7,3 \times 10^{-6}$	$3,42 \times 10^{-3}$	$3,42 \times 10^{-4}$	$1,03 \times 10^{-3}$
²³⁹ Pu	$4,7 \times 10^{-5}$	$5,32 \times 10^{-4}$	$5,32 \times 10^{-5}$	$1,60 \times 10^{-4}$
²⁴⁰ Pu	$4,7 \times 10^{-5}$	detto	detto	detto
²⁴¹ Am	$3,9 \times 10^{-5}$	$6,41 \times 10^{-4}$	$6,41 \times 10^{-5}$	$1,92 \times 10^{-4}$
⁹⁰ Sr	$1,5 \times 10^{-7}$	0,17	$1,7 \times 10^{-2}$	$5,1 \times 10^{-2}$
²¹⁰ Po	$3,0 \times 10^{-6}$	$8,30 \times 10^{-3}$	$8,3 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-3}$
²¹² Pb	$3,3 \times 10^{-8}$	0,76	$7,6 \times 10^{-2}$	0,23
²¹⁴ Pb	$4,8 \times 10^{-9}$	5,21	0,52	1,56
²¹⁴ Bi	$1,4 \times 10^{-8}$	1,79	0,18	0,54
⁹⁰ Y	$1,7 \times 10^{-9}$	14,71	1,47	4,41
³ H	podľa ICRP č.60	800	80	240

6.1.4 Časový rámec

Vzhľadom k tomu, že sa vyradovanie jadrových zariadení často vykonáva v niekoľkých etapách, je spravidla pre každú etapu vyradovania požadované vypracovanie samostatných bezpečnostných rozborov. Napríklad samostatné hodnotenie bezpečnosti by mohlo byť vykonané pre dekontamináciu, pre demontáž, či pre následnú inštitucionálnu kontrolu a obdobie monitorovania. Bezpečnostné rozbor pre jednotlivé etapy vyradovania sa budú líšiť aj v miere rizika, keďže odstránením niektorých zdrojov IŽ dochádza k znižovaniu rizika z činností vyradovania. Trvanie jednotlivých etáp vyradovania sa môže významne líšiť, čo musí byť v bezpečnostných rozboroch primerane zohľadnené.

Kľúčovou súčasťou plánovacej fázy je stanovenie metód, ktoré budú použité pre vyradovanie a spracovanie odpadu, na manipuláciu s ním a skladovanie. Je potrebné vypracovať predbežné bezpečnostné rozbor pre jednotlivé alternatívy a posúdiť, či bezpečnosť je významným faktorom pri voľbe pracovných metód. V tomto bezpečnostnom návode sa predpokladá, že pracovné postupy boli vybrané na základe predbežných bezpečnostných rozborov a že konečné hodnotenie bezpečnosti je založené na týchto už zavedených pracovných postupoch.

6.1.5 Koncové stavy jednotlivých etáp vyradovania z hľadiska bezpečnostných rozborov

Zamýšľaný finálny koncový stav projektu vyradovania a koncové stavy jednotlivých etáp vyradovania sú dôležitými prvkami pri plánovaní bezpečnostných rozborov, ktoré sú požadované v priebehu celého projektu vyradovania z prevádzky. V projekte vyradovania je definovaný

koncový stav jednej etapy východiskovým bodom pre ďalšiu etapu. Pre každý koncový stav by mal byť popísaný zámer a odôvodnenie stanovenia daného koncového stavu.

Na základe právnych predpisov je potrebné vypracovať plán etapy vyradovania pre celý projekt vyradovania jadrového zariadenia s jednoznačne určeným finálnym koncovým stavom celého projektu, resp. plány pre jednotlivé etapy vyradovania jadrového zariadenia s jasne definovanými koncovými stavmi jednotlivých etáp. V prípade etapovitého prístupu je navyše požadované vypracovať koncepciu vyradovania pre obdobie po skončení povoľovanej etapy vyradovania popisujúcu finálny koncový stav projektu vyradovania.

Je nutné podrobne popísať stanovené ciele pre fyzikálne, chemické a radiačné charakteristiky finálneho koncového stavu celého projektu vyradovania, bez ohľadu na to, či sa bezpečnostné rozborov vzťahujú na jednotlivú etapu alebo celý projekt.

Koncové stavy jednotlivých etáp vyradovania závisia na výbere finálneho koncového stavu, napr. či je územie vyradovaného zariadenia určené na obmedzené alebo neobmedzené využitie. Ak je koncovým stavom obmedzené využitie územia, je potrebné jasne definovať plánované obmedzenia. Koncový stav musí spĺňať podmienky stanovené v príslušných zákonoch a vyhláškach.

Činnosti vyradovania, ktoré zahŕňajú vysoko nebezpečné chemické látky, by mali tiež podliehať kontrole a kde je to vhodné, mali by byť špecifikované kritériá pre stanovenie a dosiahnutie koncového stavu.

Ďalšie požiadavky na hodnotenie bezpečnosti v súvislosti s koncovými stavmi jednotlivých etáp vyradovania sú definované vo vyhláške Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 33/2012 Z. z. o pravidelnom, komplexnom a systematickom hodnotení jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení v znení vyhlášky č. 106/2016 Z. z. Podľa § 3 uvedenej vyhlášky vykoná „držiteľ povolenia periodické hodnotenie počas vyradovania ku koncu každej etapy vyradovania“ pričom je „periodické hodnotenie počas vyradovania zamerané najmä na porovnanie dosiahnutého stavu vyradovania s definovaným konečným stavom zariadenia v danej etape vyradovania a na splnenie požiadaviek podľa § 2 ods. 4 písm. a), c) a d)“. Pre stanovenie rozsahu hodnotenia jadrovej bezpečnosti počas vyradovania sa primerane použijú oblasti hodnotenia podľa § 2 ods. 5 uvedenej vyhlášky, pričom úrad vydal bezpečnostný návod s označením BNS I.7.4/2016 „Komplexné periodické hodnotenie jadrovej bezpečnosti 2. vydanie“ pre spracovanie periodického hodnotenia jadrovej bezpečnosti.

6.1.6 Výsledky bezpečnostných rozborov

Výsledky bezpečnostných rozborov musia zodpovedať svojmu účelu. Je dôležité, aby sa zabezpečilo, že vybrané výstupy, ako sú odhady dávok a rizík, kontrolné bezpečnostné opatrenia a pod., sú dostatočne definované, pretože predstavujú dôležitú spojnicu medzi bezpečnostnými analýzami a plánom etapy vyradovania.

Je potrebné tiež definovať bezpečnostné opatrenia, ktoré majú byť uplatnené počas vyradovania. V niektorých prípadoch budú rovnaké ako počas prevádzky, ale v mnohých prípadoch sú už prevádzkové opatrenia neopodstatnené, predovšetkým ak sa budú vyradovať prevádzkové systémy a inžinierske bariéry. Jedným z výsledkov bezpečnostných rozborov je teda aj odporúčanie nových ochranných opatrení.

6.1.7 Prístup k tvorbe bezpečnostných rozborov

Je potrebné vopred definovať najdôležitejšie parametre z hľadiska bezpečnosti a určiť metodiku výpočtu výstupných hodnôt. Predovšetkým je potrebné špecifikovať a popísať celkový prístup, ktorý sa používa na hodnotenie bezpečnosti.

Pre hodnotenie radiačných a neradiačných následkov činností vyradovania na pracovníkov, na obyvateľstvo a na životné prostredie môžu byť použité rôzne prístupy:

- a) deterministický prístup, ktorý určuje ochranné opatrenia voči únikom aktivity počas prevádzkových udalostí alebo proti ožiareniu, je pri hodnotení bezpečnosti pre vyradovanie jadrových zariadení využívaný najčastejšie. Tento prístup je zameraný na integritu a rozsah ochranných opatrení a jasne demonštruje, že pri konzervatívnom prístupe k bezpečnostným analýzám budú dodržané všetky stanovené požiadavky na radiačnú bezpečnosť i požiadavky BOZP;
- b) pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti môže byť použité na doplnenie deterministických výpočtov, avšak nemali by ich nahrádzať. Môžu byť aplikované na prevádzkové udalosti s veľmi malou pravdepodobnosťou výskytu. Pravdepodobnostný prístup môže byť použitý ako nástroj na skrining alebo elimináciu scenárov prevádzkových udalostí, pri ktorých sa preukáže, že celkové riziko je prijateľne malé a nie sú požadované ďalšie bezpečnostné rozborov. Pre určenie potreby ďalších analýz je nutné porovnať predpokladané následky (bez realizácie preventívnych opatrení) spolu s odhadom pravdepodobnosti ich výskytu s kritériami pre riziká z prevádzkových udalostí.

6.1.8 Existujúce bezpečnostné rozborov

V prípade zariadení, pre ktoré boli vykonávané bezpečnostné analýzy v etape prevádzky, môžu byť niektoré časti bezpečnostných analýz relevantné aj pre hodnotenie bezpečnosti počas vyradovania a je potrebné tieto časti zohľadniť. Je však dôležité si uvedomiť, že činnosti vyradovania sa zásadne líšia od situácií počas prevádzkovania zariadenia. Napríklad inžinierske bariéry, ktoré sú počas prevádzky zariadenia uvažované v bezpečnostných rozboroch, môžu byť po začatí invazívnych činností vyradovania neefektívne. Naopak, v závislosti na použitej technológii vyradovania, sa môžu zmeniť na nový nebezpečný materiál (napr. rozpúšťadlá a horľaviny).

Rádioaktívne, resp. iné nebezpečné látky, ktoré boli počas prevádzky fixované, sa počas procesu vyradovania môžu uvoľniť do pracovného prostredia. Je dôležité si tieto zmeny uvedomiť počas vypracovania bezpečnostných analýz a zohľadniť ich. Je potrebné tiež pripomenúť, že počas vyradovania môžu byť využívané nové technické prostriedky a zariadenia, ktoré v etape prevádzky neboli využívané.

Ak boli bezpečnostné rozborov vypracované aj pre predchádzajúce plány etáp vyradovania (konceptné plány), je vhodné zohľadniť tieto bezpečnostné rozborov pri vypracovávaní bezpečnostných rozborov pre jednotlivé etapy vyradovania. Preto je potrebné uchovať tieto bezpečnostné rozborov až do konca prevádzky jadrového zariadenia, obzvlášť ak sa týkajú zmien na jadrových zariadeniach, či obslužných priestorov.

6.1.9 Systém riadenia bezpečnosti

Systém riadenia bezpečnosti prevádzkovateľa zariadenia zabezpečuje, aby boli práce vykonávané bezpečným spôsobom a v súlade s platnými právnymi predpismi. To zahŕňa napr. pracovné postupy na úrovni úlohy, postupy pre riadenie zmien, kontroly pracovných postupov, OOPP, školenia a skúšky, plán radiačnej ochrany, program bezpečnosti práce, programov kontroly kritickosti a plán havarijnej pripravenosti. Základným vstupným predpokladom pre vypracovanie bezpečnostných rozborov je, že počas všetkých činností vyradovania budú dodržiavané zásady bezpečnosti práce podľa zásad riadenia bezpečnosti na jadrovom zariadení. Systém riadenia bezpečnosti predstavuje dôležité prepojenie medzi bezpečnostnými rozbormi a plánom etapy vyradovania. Napríklad výsledky hodnotenia bezpečnosti by mali byť zohľadnené pre zlepšenie riadenia postupov a procesov BOZP.

6.2 Popis jadrového zariadenia a činností vyradovania

Technický opis zariadenia a činností vyradovania musí byť vypracovaný dostatočne podrobne, aby umožnil vypracovanie bezpečnostných rozborov vrátane ich nezávislého posúdenia. Mal by zahŕňať údaje o zozname nebezpečných materiálov a súvisiacich bezpečnostných systémoch, konštrukciách a komponentoch. Popisy jadrového zariadenia obsiahnuté v predchádzajúcich dokumentoch pre vyradovanie a v bezpečnostných analýzach pre prevádzku JZ by mali byť analyzované a v prípade potreby využité.

Pre správne pochopenie analyzovaného zariadenia a vypracovanie analýz bezpečnosti je potrebné popísať samotné zariadenie, ako aj prislúchajúce územie, infraštruktúru, budovy a bezpečnostné vybavenie, ktoré sú predmetom vyradovania /14/.

Prvý detailný popis poprevádzkového stavu zariadenia je obvykle obsiahnutý v koncepčnom pláne vyradovania jadrového zariadenia z prevádzky. Pre výpočet vnútorného a vonkajšieho ožiarovania pracovníkov aj obyvateľstva môže byť potrebný podrobný popis umiestnenia zdrojového člena, koncentrácie rádioaktivity a odhadovaný časový rámec pre jednotlivé úlohy vyradovania alebo skupiny úloh.

Popis zariadenia by mal zahŕňať aj popis fyzikálneho, chemického, ale aj spoločenského prostredia, v ktorom je zariadenie umiestnené. Kvalitný opis zariadenia a činností vyradovania, ktoré majú byť vykonané, sú tiež potrebné pre vymedzenie možného rizika a stanovenie parametrov a funkcií pre modelovanie použité v bezpečnostných rozboroch.

Miera detailu pri opise jadrového zariadenia by mala byť primeraná úrovni rizika a zložitosti zariadenia, ale malo by byť dostatočná aj pre reprezentatívne hodnotenie bezpečnosti. Je tiež dôležité, aby opis zariadenia zahŕňal informácie o všetkých častiach zariadení, ktoré majú byť vyradené z prevádzky, pretože popis môže byť použitý na definovanie rozsahu prác a identifikáciu zariadení alebo budov, ktoré nemajú byť vyradené z prevádzky.

Zvyčajne sú informácie o jadrovom zariadení odvodené z hodnotenia bezpečnosti počas prevádzky, z prevádzkových záznamov a z podrobnej poprevádzkovej charakterizácie a plánovaných činností vyradovania. V niektorých prípadoch, napr. pri starších zariadeniach, kde nie sú k dispozícii dostatočné informácie pre bezpečnostné rozbor (napr. nedostatok konštrukčných výkresov), je nutné použiť všeobecné hodnoty určitých parametrov prebraných

z iných jadrových zariadení alebo skúseností vo svete. V takýchto prípadoch je veľmi dôležitá analýza neurčitosti vyplývajúca z použitia týchto parametrov.

6.2.1 Popis lokality a miestnej infraštruktúry

V tejto časti je potrebné popísať presné umiestnenie zariadenia a súvislosti s ostatnými zariadeniami v lokalite. To zahŕňa popis blízkych zariadení, objektov (podzemných aj nadzemných) a budov, v ktorých sa môžu nachádzať osoby alebo zariadenia, ktoré môžu byť ovplyvnené udalosťami počas činností vyradovania. V závislosti na povahe plánovaných vyradovacích činností a etape ukončovania prevádzky medzi odstavením zariadenia a začiatkom vyradovania môže byť potrebné vykonať podrobnú fyzickú, chemickú (nebezpečné látky a nebezpečné odpady) a rádiologickú charakterizáciu JZ.

Pre analýzu dôsledku úniku aerosólov do atmosféry a ich disperzie do okolia spôsobených prevádzkovou udalosťou počas vyradovania je potrebné identifikovať rozmiestnenie potenciálne dotknutého obyvateľstva v blízkosti lokality, prevládajúce meteorologické podmienky v lokalite a informácie o vzdialenostiach a smere sídiel.

Ako súčasť miestnej infraštruktúry je potrebné popísať dopravné trasy pre potrebné zariadenia, prístroje a materiál, ako aj pre rádioaktívne materiály či odpady, a to ako vo vnútri areálu, tak aj mimo areálu vyradovaného jadrového zariadenia. Ak sa predpokladá, že činnosti vyradovania by mohli mať za následok únik rádioaktívnych alebo nebezpečných materiálov do povrchových alebo podzemných vôd, je potrebné uviesť aj geologickú, hydrologickú a hydrogeologickú charakteristiku lokality a dotknutého územia.

Tiež by mali byť uvedené informácie relevantné pre hodnotenie externých rizík ako napr. prírodné riziká (extrémne zimy, zemetrasenia, záplavy, požiare atď.), transportné trasy a letové koridory (havárie lietadiel atď.) a priemyselné aktivity, pričom by mali byť tieto informácie pravidelne aktualizované.

Bezpečnostným rozborom by mali predchádzať komplexné detailné obhliadky existujúcich zariadení za účasti multidisciplinárneho tímu (projektový manažér, inžinierski a výkonní pracovníci, technik bezpečnosti práce a ochrany zdravia), počas ktorých by mal byť odhadnutý a popísaný stav existujúcich zariadení, vrátane rádiologickej a toxikologickej charakteristiky a základné riziká vyplývajúce z plánovaných činností vyradovania.

6.2.2 Bezpečnostné systémy, štruktúry a komponenty

Pre vypracovanie bezpečnostných rozborov je potrebné dostatočne podrobne popísať všetky bezpečnostné systémy, štruktúry a komponenty, ktoré budú vyradované, vrátane podzemných štruktúr v lokalite zariadenia. Popis musí zahŕňať aj existujúcu konfiguráciu bezpečnostných systémov, popísanú dostatočne podrobne pre potreby bezpečnostných rozborov. Je potrebné identifikovať všetky zmeny a modifikácie na jadrovom zariadení v porovnaní s pôvodným projektom a požiadavkami pre projekt JZ uvedenými vo vyhláške Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 430/2011 Z. z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť v znení vyhlášky č. 103/2016 Z. z. a vyhláške Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 431/2011 Z. z. o systéme manažérstva kvality v znení vyhlášky č. 104/2016 Z. z. V prípade niektorých systémov, ktoré ostávajú v prevádzke aj počas etapy vyradovania môžu byť relevantné aj ďalšie požiadavky

uvedené v bezpečnostných návodoch úradu s označením BNS I.4.4/2014 „Prevádzka jadrového zariadenia po dosiahnutí jeho projektom uvažovanej životnosti Požiadavky a návody“ a BNS II.3.4./2016 „Pravidlá pre návrh, výrobu a prevádzku systémov monitorovania degradácie bezpečnostne významných komponentov JZ Časť 1. Monitorovanie korózie 2. Vydanie – revidované a doplnené“.

Tiež je nutné popísať existujúce a nové bezpečnostné systémy, štruktúry a komponenty (BSŠK), ktoré budú potrebné pre zabezpečenie pred šírením rádioaktívnych a nebezpečných látok počas vyradovania, vrátane popisu vzájomných súvislostí medzi jednotlivými BSŠK.

Výstupom bezpečnostných rozborov pre vyradovanie budú kľúčové bezpečnostné opatrenia.

Popis spoločných systémov, resp. zariadení, ktoré budú demontované a ktoré sú konštrukčne spojené s iným systémom/zariadením, vyradovaným v neskoršej etape, by mal obsahovať aj popis spôsobu zabezpečenia integrity a funkčnosti zostávajúcich systémov.

6.2.3 Inventár rádioaktívnych látok a iných nebezpečných materiálov

Popis inventára rádioaktívnych látok musí obsahovať podrobný popis množstva a charakteristiky existujúcich a očakávaných rádioaktívnych a iných nebezpečných materiálov, vrátane popisu umiestnenia týchto materiálov v rámci jadrového zariadenia a v rámci jednotlivých štruktúr a systémov, resp. zariadení. Informácie o predpokladaných množstvách a charakteristikách materiálov musia zohľadňovať prevádzkové záznamy a výsledky charakterizácie pred vyradovaním, vrátane zmien na zariadeniach a v procesoch a informácie o prevádzkových udalostiach, ktoré v minulosti viedli ku kontaminácii prostredia (predovšetkým v prípade, ak je predpoklad, že v minulosti dekontaminované prostredie nebude spĺňať požiadavky na koncový stav zariadenia).

Popis by mal zahŕňať aj charakterizáciu povrchovej a podpovrchovej kontaminácie pôdy a podzemnej vody a popis akéhokoľvek rádioaktívneho či nebezpečného materiálu, ktorý bol v lokalite uložený pod povrchom. Ak sa v lokalite nachádza rádioaktívny odpad alebo vyhoreté jadrové palivo, ktoré neboli odvezené pred začiatkom vyradovania, je potrebné jasne špecifikovať, či sú tieto materiály súčasťou uvažovaného inventára (zdrojového člena) a či sú zvažované v bezpečnostných rozboroch. Zdrojový člen rádioaktívnych materiálov ovplyvňuje zvolenie vhodných radiačných bezpečnostných opatrení pre neskoršie aktivity.

Je zrejmé, že na začiatku vyradovania nie je vždy možné podrobne popísať celý inventár rádioaktívnych látok z rôznych dôvodov, napr. kvôli neznámej kontaminácii v potrubiach. Ak sú k dispozícii len odhady, pre modely a výpočty v bezpečnostných rozboroch by mali byť použité dostatočne konzervatívne odhady zohľadňujúce tieto neurčitosti. Bezpečnostné rozborby by mali obsahovať informácie o odhadovanej veľkosti a povahe neurčitostí a malo by byť uvedené, ako budú v budúcnosti riešené z hľadiska kontroly správnosti výpočtov a následnej revízie bezpečnostných rozborov.

Periodická aktualizácia rádioaktívneho inventára sa zvyčajne uskutočňuje v priebehu vyradovania, keď už sú známe nové údaje z meraní materiálov počas vyradovania.

V prípade, že nový inventár odhadnutý počas činností vyradovania sa významne líši od predbežných odhadov, je potrebné zrevidovať bezpečnostné rozborby.

6.2.4 História prevádzky

Relevantné informácie z histórie prevádzky jadrového zariadenia by mali reflektovať stav štruktúr, systémov a zariadení a informácie o úpravách projektu a záznamy prevádzkových udalostí, ktoré majú potenciálny dopad na bezpečnosť vyradovania. Tieto informácie by mali zahŕňať:

- a) posúdenie existujúceho stavu objektu na základe zhromaždených a prehodnotených dostupných prevádzkových záznamov zariadenia a ďalších relevantných dokumentov;
- b) záznamy o modifikáciách zariadenia, ktoré sa uskutočnili počas prevádzky a identifikovanie úprav zariadenia dôležitých pre bezpečnosť činností vyradovania;
- c) posúdenie záznamov o mimoriadnych udalostiach alebo nehodách na zariadení a súvisiacich nápravných opatreniach;
- d) údaje z charakterizácie radiačnej situácie vykonanej po ukončení prevádzky zariadenia;
- e) prevádzkovú dokumentáciu rizík v rámci jadrového zariadenia relevantnú pre plánované činnosti vyradovania;
- f) zhodnotenie a zváženie použiteľných skúseností získaných zo správ o udalostiach počas prevádzky zariadenia ako aj z iných podobných zariadení.

Pre doplnenie informácií o jadrovom zariadení, histórii jeho prevádzky a o udalostiach na zariadení vrátane ich následkov je vhodné zaznamenať priame skúsenosti minulých aj súčasných zamestnancov. Nakoniec je potrebné získať informácie o distribúcii rádioaktívnej kontaminácie v zariadení, či už vplyvom normálnej prevádzky alebo udalostí a havárií. Ak dostupné informácie nie sú úplné alebo sú neurčité, je potrebné tieto neurčitosti jasne identifikovať.

6.2.5 Činnosti a technologické postupy vyradovania

Vzhľadom k tomu, že činnosti vyradovania by mohli viesť k ožiareniu pracovníkov, je dôležité, aby tieto činnosti boli dostatočne dobre popísané v predstihu tak, aby všetky významné riziká mohli byť identifikované a zhodnotené v bezpečnostných rozboroch. Popis činností vyradovania by teda mal byť dostatočne podrobný, aby poskytol dôkladnú presnosť vstupných údajov pre bezpečnostné rozbor.

Tento opis by mal obsahovať hlavné fázy vyradovania z prevádzky, ako je odstránenie významných rizík (napr. vyhoreté jadrové palivo, ak nebolo vyvezené počas prevádzkovej fázy), dekontaminácia (vrátane odstránenia fixovanej kontaminácie z povrchov a zariadení), demontáž systémov a zariadení, demolácia stavieb a prípadne remediácia (sanácia a opatrenia pre kontaminované zložky životného prostredia).

V podrobnejšom popise činností a techník vyradovania by mali byť uvedené:

- a) odporúčané dekontaminačné a čistiace postupy;
- b) odporúčané techniky demontáže ako napr. metódy rezania;
- c) spôsoby nakladania s materiálom - spracovanie, balenie, skladovanie a manipulácia (vrátane plánovaných manipulačných a transportných prostriedkov);
- d) údržba podporných systémov;
- e) modifikácie štruktúr a systémov vyvolané zmenami konfigurácie jadrového zariadenia.

Je potrebné zdokumentovať akékoľvek požiadavky na energiu, chladiacu vodu, či iné externé

zdroje pre zariadenia používané pri vyradovaní.

6.2.6 Podporné systémy

Do bezpečnostných rozborov musia byť zahrnuté aj všetky nové podporné zariadenia, ktoré budú potrebné pre bezpečné vyradovanie ako napr. skladovacie zariadenia pre RAO, laboratória, fragmentačné zariadenia a atď. Pre tieto zariadenia a riziká spojené s ich výstavbou a prevádzkou bude potrebné vypracovať samostatné bezpečnostné rozborov.

Rovnako tak, ak existujúce systémy, štruktúry a komponenty majú byť použité pri vyradovaní z prevádzky, mali by byť zahrnuté v popise objektu a ak budú existujúce štruktúry alebo systémy pre účely vyradovania modifikované, modifikácie na zariadení by mali byť tiež súčasťou bezpečnostných rozborov.

6.3 Bezpečnostné rozborov: identifikácia a výber scenárov

Uvedená kapitola obsahuje popis postupov a princípov aplikovaných pre identifikáciu a výber scenárov pre hodnotenie bezpečnosti počas činností vykonávaných v rámci vyradovania jadrového zariadenia.

6.3.1 Identifikácia rizík

Jedným z prvých krokov pri vypracovávaní bezpečnostných rozborov pre činnosti vyradovania je identifikácia existujúcich a budúcich rizík (radiačných aj neradiačných), ktoré môžu mať vplyv na pracovníkov, obyvateľstvo a životné prostredie počas plánovaných činností vyradovania ako aj pri prevádzkových udalostiach spojených s činnosťami vyradovania jadrového zariadenia. Z hľadiska vypracovania bezpečnostnej analýzy je nevyhnutné identifikovať všetky rozumne predvídateľné iniciačné udalosti a scenáre možných prevádzkových udalostí. Z tohto dôvodu je v bezpečnostných rozboroch potrebné jednoznačným a zrozumiteľným spôsobom zdokumentovať uvedený proces identifikácie a jeho výsledky. Hlavné skupiny radiačných a neradiačných typov rizík sú /14/:

a) radiačné riziká

- kritickosť – pri odstavených reaktoroch, z ktorých bolo kompletne vyvezené palivo vrátane paliva umiestneného v príslušných skladoch (bazén dochladzovania), sa nepredpokladá neočakávaný výskyt kritického množstva štiepateľného materiálu. Avšak možnosť neočakávaného výskytu kritického množstva existuje v prípade zariadení na spracovanie, resp. skladovanie VJP, kde dochádza k manažmentu so štiepateľnými materiálmi (napr. zariadenie na výrobu paliva, prepracovateľské závody, resp. zariadenie na obohatenie paliva);
- externé ožiarenie – prítomnosť zdrojov ionizujúceho žiarenia, aktivačných produktov a kontaminantov môže spôsobiť externé ožiarenie počas vykonávania plánovaných činností vyradovania ako aj pri prevádzkových udalostiach (napr. aktivované oceľové časti reaktora môžu spôsobiť externé ožiarenie pracovníkov);
- vnútorné ožiarenie – v prípade, ak sú rádionuklidy prítomné v pracovnom priestore vo forme nefixovanej povrchovej kontaminácie, resp. vo forme aerosólov, pracovníci

a obyvateľstvo môžu byť interne ožiarení prostredníctvom inhalácie a ingescie týchto rádionuklidov. Nebezpečenstvo vnútorného ožiarenia by malo byť dôsledne preverené najmä v prípade činností vykonávaných v priestoroch kontaminovaných rádionuklidmi emitujúcimi alfa žiarenie;

- plynné a kvapalné rádioaktívne výpuste – odpady generované počas činností vyradovania jadrového zariadenia majú rôznu formu a charakteristiky. V porovnaní s prevádzkou môže byť množstvo kvapalných vypustí generovaných počas vyradovania väčšie a naopak množstvo plyných vypustí generovaných počas vyradovania je obyčajne menšie v porovnaní s prevádzkou jadrového zariadenia;
- chybné uvoľnené materiály do životného prostredia – niektoré materiály vzniknuté pri procese vyradovania je možné uvoľniť do životného prostredia pre neobmedzené využitie v prípade, ak spĺňajú podmienky pre uvoľnenie (koncentrácia rádionuklidov je nižšia ako stanovené uvoľňovacie úrovne). Prípadnú možnosť chybného uvoľnenia materiálov s vyššou koncentráciou rádionuklidov ako je povolené, je potrebné identifikovať v rámci bezpečnostných rozborov.

b) neradiačné riziká

- horľavé materiály – požiar predstavuje konvenčný typ nebezpečenstva, pričom je jedným z najčastejších zdrojov rizika pri projekte vyradovania. Metódy a techniky využívané pri určitých činnostiach demontáže (napr. tepelné techniky rezania) a dekontaminácie (napr. využitie agresívnych dekontaminačných roztokov) sú často príčinou vzniku lokálnych požiarov. V priebehu vyradovania dochádza okrem iného často k dočasnej akumulácii horľavých materiálov a odpadov (napr. umelá hmota a bavlna), a teda aj k zvýšenému potenciálu vzniku požiaru v takomto priestore. Navyše vplyvom chemických činidiel, resp. rôzneho vybavenia a zariadení, môže dôjsť počas dekontaminačných a demontážnych činností aj k výbuchu;
- toxické a inak nebezpečné materiály – demontáž zariadení často odhalí, že pri ich výstavbe boli použité materiály, ktorých použitie je v súčasnosti zakázané a odstránenie ktorých si vyžaduje vykonať špeciálne opatrenia kvôli ich toxickým, resp. inak nebezpečným vlastnostiam. Pomerne bežná je prítomnosť napr. azbestu v tepelnej izolácii, resp. protipožiarnych bariérach a prítomnosť olova v náteroch, protizávažiach a tienení. Navyše niektoré materiály využívané v procese vyradovania, ako napr. dekontaminačné chemikálie, môžu byť toxické a nebezpečné;
- elektrické riziká – využívanie silových zdrojov a elektrických zariadení počas vyradovania môže spôsobiť všeobecné nebezpečenstvo pre pracovníkov. Dočasne využívané elektrické zariadenia počas vyradovania môžu toto nebezpečenstvo ešte zvýšiť. Z tohto dôvodu je potrebné rozpoznať prípadné nebezpečenstvo, pripraviť a implementovať adekvátne opatrenia;
- fyzikálne riziká – fyzikálne riziko je počas vyradovania spojené najmä s demolačnými technikami, resp. s konštrukciou dočasných zariadení. Ide najmä o zrútenie sa štruktúr, pád ťažkého objektu, resp. bremena, zranenie spôsobené ostrými predmetmi, výskyt prevádzkových udalostí pri používaní zariadení pre nakladanie s materiálmi, resp. pád z výšky;

- prírodné riziká – prírodné riziká (externé vplyvy), ktoré boli uvažované pre prevádzku jadrového zariadenia môžu byť relevantné aj pre proces vyradovania jadrového zariadenia, pričom niektoré z nich môžu v určitých fázach procesu vyradovania predstavovať vyššie riziko (napr. povodeň).

V závislosti od iniciačnej udalosti a špecifik prevádzkovej udalosti môžu vyššie spomínané neradiačné riziká spôsobiť, resp. zhoršiť únik rádioaktívnych materiálov (napr. požiar horľavých materiálov môže spôsobiť narušenie zariadení, vybavenia, resp. systému kontajnementu), poprípade ohroziť celkovú stratégiu vyradovania vrátane harmonogramu a plánovaných činností a postupov vyradovania.

V bezpečnostných rozboroch by mali byť ohodnotené vyššie spomínané druhy rizík spolu so všetkými ostatnými relevantnými rizikami prostredníctvom analýzy iniciačných udalostí, akými sú napr. zlyhanie zariadení a systémov, zlyhanie funkčnosti, strata integrity, prevádzkové pochybenia a externé faktory.

6.3.2 Prístupy k identifikácii rizík

Jednotlivé typy rizík spojené s výkonom činností vyradovania je možné identifikovať použitím vhodných prístupov a metód, medzi ktoré patria:

- a) hodnotenie na základe existujúcich bezpečnostných rozborov pre dané zariadenie, ktoré môže byť využité ako počiatočný bod, pričom je potrebné preskúmať, či sú uvažované riziká ešte relevantné, resp. či nie je potrebné medzi relevantné riziká niektoré pridať;
- b) hodnotenie na základe prevádzkových skúseností, pri ktorom môže byť využitá vedomosť o výskyte prevádzkových udalostí na danom zariadení. Tieto informácie môžu byť užitočné pri identifikácii určitých typov rizík, medzi ktoré patria zdroje rádioaktívneho žiarenia;
- c) využitie tzv. kontrolných zoznamov (z anglického „checklist“), ktoré predstavujú užitočný prístup pre identifikáciu rizík a iniciačných udalostí pre skúsených aj menej skúsených jednotlivcov. Zoznamy možných rizík môžu byť použité pre zariadenia menšieho rozsahu, ako aj pre hodnotenie činností vyradovania rozsiahlejších zariadení. Nevyhnutné je identifikovať všetky relevantné riziká súvisiace s danými vykonávanými činnosťami v jednotlivých fázach vyradovania;
- d) metóda HAZOP (z anglického Hazard and Operability Study) je využívaná najmä pre prevádzkované zariadenia ako nástroj pre identifikáciu rizík. Uvedená metóda hodnotenia je obvyčajne vykonávaná tímom 4 – 6 expertov v oblasti hodnotenia (bezpečnostné rozbor, technické riešenie činností, radiačná ochrana a pod.);
- e) použitie tzv. brainstormingu, t. j. techniky, pri ktorej sa využíva prístup pýtania sa „čo ak“? Tento prístup je aplikovaný tímom expertov, ktorý dôverne poznajú dané zariadenie s cieľom identifikovať možné zlyhanie systémov, zariadenia, integrity, ako aj ohodnotiť vplyv ľudského faktora a externých udalostí. Často sa využíva v kombinácii s kontrolným zoznamom potenciálnych nebezpečenstiev z dôvodu zvýšenia efektívnosti procesu identifikácie potenciálnych rizík.

Nevyhnutnou súčasťou procesu identifikácie potenciálneho rizika s využitím ľubovoľného

prístupu vhodného pre jeho identifikáciu je adekvátne zdokumentovanie tohto procesu a jeho výsledkov.

Nakoľko proces vyradovania je špecifický, je potrebné klásť dôraz na identifikáciu rizík, ktoré môže byť spôsobené, resp. zhoršené:

- a) vykonávanými činnosťami vyradovania (napr. prechodom medzi jednotlivými fázami vyradovania, stratou bariéry, interakciou medzi súčasne vykonávanými prácami, využívaním spoločných systémov a zariadení);
- b) postupným znížením funkčnosti systémov, komponentov a zariadení, resp. vplyvom rôznych látok na koróziu, resp. zmenu vlastností (napr. ponechanie chemikálii v nádrži);
- c) predčasným odstránením bezpečnostných systémov (napr. protipožiarne steny alebo kontajneru);
- d) externými udalosťami (napr. záplavy a búrky).

Niektoré špecifické prípady si vyžadujú vykonanie dodatočnej charakterizácie, resp. vykonanie iných aktivít vedúcich k získaniu informácií za účelom adekvátneho identifikovania potenciálnej miery rizika. V týchto prípadoch môže byť efektívnou stratégiou pre napredovanie v bezpečnostných rozboroch aplikácia konzervatívneho prístupu, avšak je nevyhnutné jednoznačne aplikované konzervatívne predpoklady zdôvodniť a v priebehu aktualizácie bezpečnostných rozborov potvrdiť ich správnosť, resp. získať chýbajúce informácie a implementovať ich do bezpečnostných rozborov.

PRÍKLAD

Pre identifikáciu nebezpečenstiev počas vyradovania je možné využiť metódu kontrolného zoznamu. V rámci zoznamu sú identifikované rôzne druhy nebezpečenstiev, ktoré môžu nastať v procese vyradovania. Niektoré z nich sú relevantné len pre plánované činnosti vyradovania (vznik prevádzkovej udalosti vplyvom týchto nebezpečenstiev je v daných podmienkach len ťažko predstaviteľný) alebo sú relevantné aj pre vznik prevádzkovej udalosti.

V nasledujúcej tabuľke je uvedený príklad časti vyplneného kontrolného zoznamu vrátane textového zdôvodnenia výberu pod tabuľkou. Kompletný kontrolný zoznam je uvedený v Prílohe bezpečnostného návodu.

Tabuľka 6.3 Kontrolný zoznam nebezpečenstiev relevantný pre proces vyradovania.

Nebezpečenstvo			Relevantné pre plánované činnosti vyradovania	Relevantné pre prevádzkové udalosti počas činností vyradovania
Radičné nebezpečenstvá	1	Priame zdroje IŽ (otvorené, uzavreté žiariče)	×	×
	2	Nevhodné odstránenie tienenia IŽ	✓	✓
	3	RA materiály (všetky skupenstvá)	✓	✓
	4	Kritickosť	×	×
	5	Kontaminované kvapalné materiály	✓	✓
	6	Ostatné zdroje IŽ (požiarne hlásiče, aktívnebleskozvody)	✓	×
....				
Iné nebezpečenstvá	56	Degradácia/korózia bariér, starnutie materiálov	×	×
	57	Neoznačené materiály, materiály neznámeho pôvodu	×	×
	58	Vytečenie, rozliatie média	✓	✓

Poznámky

- Priame zdroje IŽ (otvorené, uzavreté žiariče, svedočné vzorky a pod.)
V rámci činností vyradovania JZ plánovaných počas danej etapy sa nepredpokladá manipulácia alebo nakladanie s priamymi zdrojmi IŽ (otvorené, uzavreté žiariče), a teda sa nepredpokladá ani žiadne nebezpečenstvo pre plánované činnosti, resp. vznik prevádzkových udalostí vyplývajúcich z tohto nebezpečenstva.
- Nevhodné odstránenie tienenia IŽ
Počas danej etapy vyradovania budú prebiehať jednak demontážne činnosti v priestoroch KP, ako aj činnosti zamerané na fixáciu alebo vitifikáciu skladovaných KRAO. Takisto budú prebiehať manipulácie so skladovanými pevnými alebo fixovanými RAO. V rámci uvedených činností môže prísť k nevhodnému odstráneniu časti technologického zariadenia, ktoré plní funkciu „tienia“ zdroja IŽ nachádzajúceho sa v inej časti technologického zariadenia (najmä v prípade veľkorozmerných technologických zariadení a komponentov ako sú PG, potrubia PO a pod.) alebo k nevhodnému odstráneniu tienenia skladovaných RAO. V uvedených prípadoch by prišlo k zvýšeniu dávkového príkonu v mieste vykonávania činnosti a k nadmernému ožiareniu pracovníkov.
Toto nebezpečenstvo je zaradené do kontrolného zoznamu ako nebezpečenstvo relevantné pre plánované činnosti vyradovania a aj ako nebezpečenstvo relevantné pre prevádzkové udalosti.
- RA materiály (všetky skupenstvá)
Činnosti naplánované počas danej etapy budú vykonávané v priestoroch KP, kde bude manipulované a nakladané s RA látkami a materiálmi. Z tohto dôvodu bola prítomnosť uvedeného nebezpečenstva zaradená do kontrolného zoznamu ako nebezpečenstvo relevantné pre plánované činnosti, ako aj nebezpečenstvo relevantné pre prevádzkové udalosti.
- Kritickosť
V rámci činností vyradovania JZ plánovaných počas danej etapy sa nepredpokladá prítomnosť kritického množstva JP alebo VJP, resp. taká manipulácia alebo nakladanie s časťami JP alebo VJP, prípadne štiepateľným materiálom, ktorá by mohla viesť k vytvoreniu kritického množstva. Z uvedených dôvodov sa nepredpokladá ani žiadne nebezpečenstvo pre plánované činnosti, resp. vznik prevádzkových udalostí vyplývajúcich z tohto nebezpečenstva.
- Kontaminované kvapalné materiály
Činnosti naplánované na danú etapu vyradovania zahŕňajú jednak fixáciu skladovaných KRAO, ako aj

dekontaminačné činnosti, pri ktorých budú vznikať sekundárne KRAO. Z tohto dôvodu bola prítomnosť uvedeného nebezpečenstva zaradená do kontrolného zoznamu ako nebezpečenstvo relevantné pre plánované činnosti ako aj nebezpečenstvo relevantné pre prevádzkové udalosti.

6. Ostatné zdroje IŽ (požiarnie hlásiče, aktívne bleskozvody)

V rámci vyradovania v priestoroch SO 28 alebo HVB môže prísť k rozhodnutiu demontovať niektoré z existujúcich požiarnych hlásičov v prípade, že nebudú potrebné pre činnosť systému v ďalšej etape. Preto bolo toto nebezpečenstvo zaradené ako relevantné pre plánované činnosti, avšak vzhľadom na ich nízke aktivity a vyhotovenie sa neuvažuje so vznikom prevádzkovej udalosti.

6.3.3 Predbežná analýza rizík a výber relevantných scenárov

Predbežná rámcová analýza miery rizika umožňuje predpokladať hranice potenciálnych následkov a identifikovať relevantné scenáre, pre ktoré je nevyhnutná nasledovná detailná analýza. Pri vykonávaní predbežnej analýzy rizík je nevyhnutné uvažovať iba s pasívnymi bezpečnostnými prvkami, nakoľko pri rôznych scenároch prevádzkových udalostí môže nastať zníženie až úplné zlyhanie bezpečnostnej funkcie jednotlivých aktívnych bezpečnostných prvkov.

Na základe skúseností z praxe sa ukazuje, že je vhodné v tejto oblasti využiť odstupňovaný prístup, t. j. výber relevantných scenárov vykonať so zohľadnením príslušnej miery rizika, resp. nebezpečenstva súvisiaceho s daným scenárom. Inými slovami je vhodné prispôbiť mieru detailnosti analýzy príslušného scenára úmerne k možnej miere rizika súvisiaceho s daným scenárom.

Vykonanie detailného hodnotenia scenárov prevádzkových udalostí s nízkou mierou rizika, resp. nebezpečenstva obyčajne nie je potrebné a často postačuje iba kvalitatívne zhodnotenie, resp. vykonanie predbežnej analýzy v tejto fáze tvorby bezpečnostných rozborov. Naopak scenár, ktorého následky predstavujú významné riziko aj mimo areálu jadrového zariadenia, musí byť vypracovaný podrobne, na čo možno najdetailnejšej úrovni /14/.

V prípade komplexných zariadení je spravidla počet možných scenárov prevádzkových udalostí väčší, pričom nie je vždy potrebné hodnotiť všetky. Z tohto dôvodu je odporúčané scenáre na základe ich podobnosti zoskupiť, pričom za každú skupinu sa hodnotí reprezentatívny obálkový scenár, ktorého následok predstavuje najväčšie riziko spomedzi skupiny (tzv. worst case scenario). Takýmto spôsobom je možné opätovne využiť odstupňovaný prístup a optimalizovať mieru prácnosti na ohodnotenie scenárov, kde je to potrebné /14/.

Identifikácia obálkového scenára je vykonaná zohľadnením kombinácie možných následkov a pravdepodobnosti výskytu takého scenára. Medzi následky jednotlivých scenárov, ktoré sú spravidla hodnotené z hľadiska bezpečnosti patria najmä:

- a) ožiarenie pracovníkov a obyvateľstva;
- b) únik rádioaktívnym látok;
- c) ohrozenie zdravia z hľadiska klasickej bezpečnosti.

V prípade prevádzkovej udalosti je často vyhodnocovaný aj vplyv scenára na prevádzku zariadenia, resp. vykonávanie činností (nutnosť prerušenia prevádzky zariadenia a náklady na jeho opravu a pod.). Avšak uvedené analýzy vplyvu nie sú predmetom tohto bezpečnostného návodu.

PRÍKLAD

Tabuľka uvedená nižšie predstavuje názorný príklad pre výber relevantných scenárov prevádzkových udalostí z hľadiska ich pravdepodobnosti výskytu a následku v podobe zvýšeného ožiarenia pracovníkov, resp. obyvateľstva. Výsledné hodnoty v tabuľke zohľadňujú kombináciu hodnôt úrovne pravdepodobnosti a následkov, pričom je potrebné každému scenáru prevádzkovej udalosti priradiť relevantnú hodnotu.

Podobným spôsobom je potrebné ohodnotiť aj prípadný únik rádioaktívnych látok a ohrozenie zdravia z hľadiska klasickej bezpečnosti.

Tabuľka 6.4 Grafické zobrazenie výberu relevantných scenárov prevádzkových udalostí pomocou zhodnotenia úrovne pravdepodobnosti ich výskytu a úrovne možných následkov.

Úroveň pravdepodobnosti výskytu	Úroveň následkov – ožiarenie pracovníkov a obyvateľstva				
	4	3	2	1	0
4	20	12	7	4	0
3	16	10	5	3	0
2	12	8	3	2	0
1	9	6	2	1	0
0	2	1	0	0	0

Farebná škála jednoznačným a prehľadným spôsobom identifikuje scenáre, ktoré musia byť zahrnuté do bezpečnostných rozborov a detailne analyzované (červená farba), scenáre pri ktorých je potrebné zvýšiť pozornosť a môžu byť zahrnuté do bezpečnostných rozborov (aj keď detailnosť ich hodnotenia môže byť menšia) a scenáre, ktoré nemusia byť detailne analyzované, resp. postačuje kvalitatívne vyhodnotenie (zelená farba). V tomto kroku je takisto možné využiť vyššie opísaný princíp zoskupenia viacerých scenárov pod jeden reprezentatívny scenár s najhoršími následkami.

Jednotlivé úrovne pravdepodobnosti výskytu ako aj následkov je možné zvoliť na základe skúseností hodnotiaceho tímu a v závislosti od typu zariadenia a vykonávaných činností. V každom prípade je potrebné jednotlivé úrovne popísať a vysvetliť aké stavy predstavujú. Príklad popisu týchto úrovní sa nachádza v tabuľke nižšie.

Tabuľka 6.5 Popis úrovní pravdepodobnosti výskytu a úrovne možných následkov prevádzkovej udalosti.

Úroveň	Pravdepodobnosť / frekvencia výskytu
0	Zanedbateľná pravdepodobnosť (napr. udalosť nenastane počas danej etapy vyradovania JZ, resp. jej výskyt je ťažko predstaviteľný)
1	Malá pravdepodobnosť (napr. udalosť môže nastať raz počas danej etapy vyradovania JZ)
2	Stredne veľká pravdepodobnosť (napr. udalosť môže nastať viackrát počas danej etapy vyradovania JZ)

3	Významná pravdepodobnosť (napr. udalosť môže nastať jeden alebo viackrát v priebehu určitého časového obdobia, napr. 3 mesiacov)
4	Istá udalosť (permanentný stav)
Úroveň	Následky udalosti
0	Udalosť nemá žiaden vplyv z hľadiska ožiarenia pracovníkov, resp. obyvateľstva
1	Udalosť má zanedbateľný vplyv z hľadiska ožiarenia pracovníkov (napr. na úrovni niekoľko desiatok μSv), resp. obyvateľstva (niekoľko μSv)
2	Udalosť má malý podlimitný vplyv z hľadiska ožiarenia pracovníkov (napr. na úrovni niekoľko stoviek μSv ; dávkové obmedzenie (napr. R-prikaz) je dodržané), resp. obyvateľstva (niekoľko desiatok μSv , medzné dávky sú dodržané)
3	Udalosť má významný, ale podlimitný vplyv z hľadiska ožiarenia pracovníkov (napr. na úrovni niekoľko jednotiek mSv; dávkové obmedzenie je prekročené ale dávkový limit 20 mSv je dodržaný), resp. obyvateľstva (niekoľko stoviek μSv ; medzné dávky sú prekročené ale dávkový limit 1 mSv je dodržaný)
4	Udalosť má nadlimitný vplyv z hľadiska ožiarenia pracovníkov (napr. na úrovni niekoľko desiatok mSv, dávkový limit 20 mSv je prekročený), resp. obyvateľstva (niekoľko mSv, dávkový limit 1 mSv je prekročený)

6.4 Analýza bezpečnostných rozborov

V tejto kapitole sú popísané princípy a postupy aplikované pri vykonávaní samotného detailného hodnotenia bezpečnosti pri bežných plánovaných činnostiach ako aj pri prevádzkových udalostiach.

6.4.1 Analýza plánovaných činností vyradovania

Medzi plánované činnosti v rámci vyradovania je možné zaradiť akúkoľvek činnosť, ktorá je naplánovaná a nachádza sa v schválenom harmonograme činností. Nakoľko ide o plánované činnosti, je potrebné zohľadniť všetky relevantné (pasívne aj aktívne) bezpečnostné systémy. Predmetom tejto časti je adekvátne ohodnotiť:

- ožiarenie pracovníkov vykonávajúcich jednotlivé činnosti spôsobené zdrojmi žiarenia, ktorým sú vystavení. Bezpečnosť pracovníkov počas plánovaných činností vyradovania je dosiahnutá implementáciou opatrení radiačnej ochrany. Implementované postupy a procesy zabezpečujú dodržiavanie stanovených požiadaviek takým spôsobom, aby boli splnené dané dávkové kritériá;
- ožiarenie obyvateľstva prostredníctvom plánovaných plynných a kvapalných výpustí. Bezpečnosť obyvateľstva sa zabezpečuje plánovaným a kontrolovaným procesom vypúšťania kvapalných a plynných látok do životného prostredia.

Súčasťou hodnotenia musí byť jednoznačné uvedenie a zdôvodnenie aplikovaných vstupných podmienok a predpokladov ako aj použitých vstupných parametrov, aby bolo možné v budúcnosti vykonať posúdenie, resp. aktualizáciu niektorých parametrov.

Ožiarenie je hodnotené prostredníctvom výpočtového stanovenia individuálnych efektívnych dávok obdržaných kritickou (najviac ožiaranou) skupinou pracovníkov a obyvateľstva, resp. kolektívnou efektívnou dávkou s využitím odporúčaných metód, resp. s využitím vhodných výpočtových prostriedkov. V prípade využitia výpočtových prostriedkov je potrebné preukázať, že použitý výpočtový prostriedok je vhodný na analýzy predmetného druhu.

Vypočítané hodnoty budú následne porovnané s platnými bezpečnostnými kritériami, pričom môžu byť podľa potreby navrhnuté dodatočné opatrenia v súlade s princípom ALARA.

PRÍKLAD

Vhodným príkladom môže byť ohodnotenie ožiarenia pracovníkov, ktoré tvorí prílohou č. A k dokumentu MAAE popisujúcim bezpečnostné rozbory /14/.

Ohodnotenie ožiarenia pracovníkov (individuálna a kolektívna dávka) je možné vykonať na základe:

- a) detailnej databázy vyrad'ovania, ktorá obsahuje údaje o technologických zariadeniach, vrátane hodnôt príkonov efektívnej dávky meraných kontaktne na vybranom zariadení (významnejší zdroj ionizujúceho žiarenia) a priemernou hodnotou príkonu efektívnej dávky v danej miestnosti;
- b) zloženia pracovnej skupiny, t. j. jednoznačným definovaním pracovníkov, ktorí vykonávajú príslušné činnosti;
- c) vypočítanou prácnosťou potrebnou pre vykonanie danej činnosti, resp. dĺžku trvania danej činnosti vrátane identifikácia miesta, kde sa pracovník počas tejto doby nachádza (napr. ak sa nachádza pri zariadení, kde sa aplikuje kontaktný dávkový príkon, resp. sa nachádza ďalej od zariadenia v miestnosti, kde sa aplikuje priemerný dávkový príkon).

Ohodnotenie vplyvu vyrad'ovania na obyvateľstvo je možné vykonať na základe výpočtu očakávaných plynných a kvapalných výpustí vzniknutých pri vykonávaní daných činností vyrad'ovania.

Pri hodnotení vplyvu vyrad'ovania na pracovníkov a obyvateľstva je potrebné rozlišovať:

- a) fázu životného cyklu v akej sa zariadenie nachádza;
- b) špecifickosť bezpečnostných rozborov, t. j. či sú vykonávané pre celý projekt vyrad'ovania, resp. etapu vyrad'ovania (analyzované sú všeobecnejšie scenáre relevantné pre projekt ako celok), resp. či sú vykonávané pre špecifickú činnosť (napr. program prác, v ktorom je možné zvýšiť úroveň detailnosti pre scenáre špecifické pre danú činnosť).

6.4.2 Analýza prevádzkových udalostí

Predmetom tejto časti je ohodnotiť bezpečnosť vo vybraných obálkových scenároch popisujúcich rozumne predpokladateľné prevádzkové udalosti. Opis scenára prevádzkovej udalosti by mal obsahovať nasledovné informácie /14/:

- a) typ udalosti;
- b) trvanie udalosti;
- c) príčiny a súvisiace činnosti;
- d) preventívne kontrolné opatrenia;

- e) ukončenie udalosti;
- f) zmierňujúce opatrenia;
- g) pravdepodobnosť výskytu;
- h) následky.

Súčasťou hodnotenia musí byť takisto jednoznačné uvedenie a zdôvodnenie aplikovaných vstupných podmienok a predpokladov, ako aj použitých vstupných parametrov, aby bolo možné v budúcnosti vykonať posúdenie, resp. aktualizáciu niektorých parametrov.

V tomto prípade je potrebné vykonať analýzy zohľadňujúce stav jednotlivých bezpečnostných systémov (t. j. či scenár predpokladá zlyhanie daného systému, štruktúry, zariadenia, resp. opatrenia alebo nie). Predmetom tejto časti je takisto výpočtovo ohodnotiť:

- a) ožiarenie pracovníkov nachádzajúcich sa v priestore v čase vzniku uvažovanej prevádzkovej udalosti a ožiarenie pracovníkov pri odstraňovaní následkov tejto udalosti. V prípade reálneho vzniku prevádzkovej udalosti bude potrebné aktualizovať bezpečnostné rozbor s ohľadom na podmienky, reálny priebeh a rozsah udalosti vrátane relevantných vstupných údajov;
- b) ožiarenie obyvateľstva prostredníctvom neplánovaných plynných a kvapalných výpustí, ako aj chybným uvoľnením rádioaktívneho materiálu.

Rovnako ako v predchádzajúcom prípade, ožiarenie je hodnotené prostredníctvom výpočtového stanovenia individuálnych efektívnych dávok obdržaných kritickou (najviac ožiarenou) skupinou pracovníkov a obyvateľstva s využitím odporúčaných metód, resp. s využitím vhodných výpočtových prostriedkov. V prípade využitia výpočtových prostriedkov je potrebné preukázať, že použitý výpočtový prostriedok je adekvátny na analýzy predmetného druhu. V súčasnosti sú na uvedené účely najčastejšie využívané, okrem iných, nasledovné výpočtové prostriedky (abecedne radené):

- a) AMBER /17/;
- b) GOLDSIM /18/;
- c) MCNP /19/;
- d) MERCURAD /20/;
- e) MICROSHIELD /21/;
- f) RESRAD /22/;
- g) SAFRAN /23/;
- h) VISIPLAN 3D ALARA planning tool /24/.

Vo svete sa v poslednom čase dostávajú do popredia aj nové softvérové prostriedky pre komplexné 3D modelovanie pracovného priestoru (3D skenovanie a súčasné využitie gama kamery pre identifikáciu hlavných zdrojov IŽ) s možnosťou následného ALARA plánovania vrátane použitia zariadení pre rozšírenú alebo virtuálnu realitu. Uvedené postupy sa začínajú využívať aj pre tréning pracovníkov vykonávajúcich demontážne činnosti, ako aj pre overenie realizovateľnosti demontážnych postupov z hľadiska prístupu k demontovanému zariadeniu alebo manipulovateľnosti s demontovanými materiálmi a veľkorozmernými komponentmi.

Vypočítané hodnoty budú následne porovnané (časť 6.6.2) s platnými bezpečnostnými kritériami, pričom môžu byť podľa potreby navrhnuté dodatočné opatrenia v súlade s princípom ALARA.

PRÍKLAD

V rámci analýzy prevádzkovej udalosti (napr. netesnosť nádrže s rádioaktívnym kvapalným médiom) je potrebné popísať všetky reálne skutočnosti a predpoklady vedúce k prevádzkovej udalosti.

V úvodnej časti popisu prevádzkovej udalosti sa uvádzajú skutočnosti ako napr. menovitý a pracovný objem nádrže, objem a aktivita skladovaného rádioaktívneho média, umiestnenie nádrže v rámci hodnoteného systému, ostatné konštrukčné a bezpečnostné systémy majúce vplyv na priebeh alebo rozsah prevádzkovej udalosti ako sú zachytne objemy, odsávanie vzdušiny pracovného priestoru a pod.). Ďalej je potrebné uviesť predpoklady, na ktorých je prevádzková udalosť založená - napr. príde k úniku celého objemu kvapalného aktívneho média, únik bude lokalizovaný v rámci miestnosti a pod.

Následne môže byť vlastná analýza rozdelená do nasledovných častí:

Iniciačná udalosť - v rámci tejto časti je potrebné špecifikovať predpokladané príčiny udalosti. Napríklad nasledovne: „Príčinou udalosti môže byť prasknutie zvaru potrubia v mieste napojenia na odmernú nádrž po celom obvode, pričom dôjde k posunu potrubia zo svojej pôvodnej polohy. Takáto udalosť je veľmi málo pravdepodobná, ale pokiaľ by nastala, môže spôsobiť vytečenie celého čerpaného objemu. Ako predpoklad pre vznik takejto udalosti musia byť splnené nasledujúce podmienky:

- Zvar na vstupe prírodného potrubia do odmernej nádrže je čiastočne prasknutý a v potrubí je pnutie.
- Pri spustení čerpania kvapalného média do odmernej nádrže príde ku náhlemu celoobvodovému prasknutiu zvaru prírodného potrubia, čo spôsobí oddelenie prírodného potrubia od odmernej nádrže.

Priebeh prevádzkovej udalosti - odsek popisuje priebeh prevádzkovej udalosti, vrátane reakcie obslužného personálu, možnosti spozorovania prevádzkovej udalosti, možnosti šírenia aktívneho média, predpokladané objemy aktívneho média lokalizované v jednotlivých častiach pracovného priestoru, časový odhad trvania udalosti a pod.

Následky prevádzkovej udalosti - informácie uvedené v tejto časti analýzy prevádzkových udalostí slúžia najmä ako podklady pre výpočtové stanovenie ožiarenia pracovníkov, resp. obyvateľstva. V rámci textu je potrebné definovať nuklidové zloženie zdroja alebo zdrojov ionizujúceho žiarenia, aktivitu jednotlivých nuklidov, predpokladané množstvo a aktivitu aerosólov v pracovnom priestore, vrátane definovania objemu pracovného priestoru, účinnosť prípadného filtračného systému a pod. Tieto parametre je možné spracovať v tabuľkovej forme ako je to uvedené v nasledujúcom príklade:

Tabuľka 6.6 Nuklidové zloženie a odhadovaná objemová aktivita aerosólov v priestore miestnosti v dôsledku prevádzkovej udalosti.

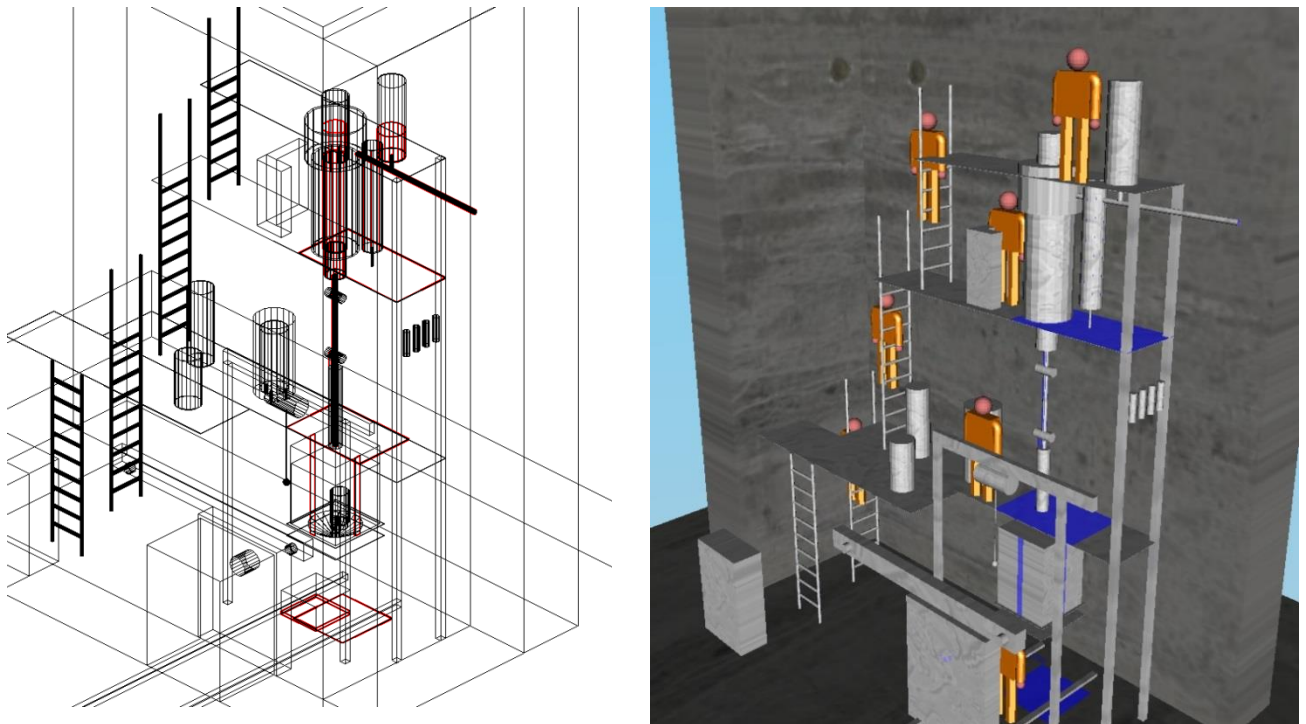
Nuklid	Celková aktivita uvoľnená do formy aerosólov [Bq]	Objemová aktivita aerosólov v prac. priestore [Bq/dm ³]
⁶³ Ni	2,21E+04	9,55E-02
⁹⁰ Sr	9,30E+06	4,03E+01
¹²⁹ I	6,35E+04	2,75E-01
¹³⁷ Cs	4,98E+09	2,16E+04
¹⁵¹ Sm	1,68E+05	7,27E-01
²³⁸ Pu	2,99E+04	1,29E-01
^{239,240} Pu	9,35E+04	4,05E-01
²⁴¹ Pu	1,88E+05	8,12E-01
²⁴¹ Am	6,20E+04	2,68E-01
²³⁴ U	8,65E+03	3,74E-02
²³⁵ U	1,10E+04	4,76E-02
²³⁸ U	8,65E+03	3,74E-02

Ďalej je v texte potrebné definovať vlastné následky prevádzkovej udalosti ako sú zvýšenie PED, zvýšenie objemovej koncentrácie aerosólov a kontaminácia povrchov v mieste prevádzkovej udalosti a pod.

Odstraňovanie následkov prevádzkovej udalosti - v rámci textu je potrebné podrobne uviesť predpokladaný postup odstraňovania následkov prevádzkovej udalosti, vrátane špecifikovaných počtov pracovníkov, vykonávaných činností, trvania vykonávaných činností a popisu zmeny jednotlivých zdrojov IŽ v priebehu realizovaných činností. Všetky uvedené údaje slúžia ako podklad pre výpočtové stanovenie ožiarenia pracovníkov vykonávajúcich predmetné činnosti.

Výpočet ožiarenia jednotlivých pracovníkov a popis výpočtového modelu - výpočet ožiarenia pracovníkov by mal byť zrealizovaný overenou metodikou alebo vhodným výpočtovým prostriedkom. Výpočet musí jednoznačne vychádzať z odôvodnených hodnôt PED v priestore a predpokladaného času, ktorý v tomto priestore pracovníci strávia. V rámci popisu modelu je potrebné definovať aj jednotlivé zdroje IŽ a prípadné zjednodušenia oproti predpokladanej reálnej situácie. Pre výpočet ožiarenia pracovníkov je potrebné uvažovať s externým aj interným ožiarením.

Na nasledujúcich obrázkoch je uvedený príklad výpočtového modelu v prostriedku VISIPLAN 3D ALARA planning tool s vyznačenými zdrojmi RA žiarenia a umiestnenými pracovníkmi.



Obrázok 6.1 Zobrazenie pracovného priestoru, zdrojov IŽ a trajektórie pracovníkov vo výpočtovom prostriedku VISIPLAN 3D ALARA planning tool.

V prípade interného ožiarenia je potrebné vychádzať z parametrov a výpočtových vzťahov zohľadňujúcich objemovú aktivitu zdrojov IŽ v pracovnom prostredí (vrátane prípadného riedenia uvedenej koncentrácie rádionuklidov vplyvom aktívneho vzduchotechnického systému), dávkové konverzné faktory pre inhaláciu, koeficienty filtrácie pre jednotlivé ochranné pomôcky, ako aj koeficienty pre dychovú frekvenciu a objem vdýchnutej vzdušiny, napr. tak ako sú uvedené v dokumente ICRP /16/.

Vyhodnotenie následkov prevádzkovej udalosti - v rámci vyhodnotenia následkov prevádzkovej udalosti je potrebné sa zamerať na nasledovné:

- hodnoty IED pracovníkov (vrátane vnútorného ožiarenia) v čase prevádzkovej udalosti, ako aj pre realizáciu činností zameraných na odstraňovanie následkov spolu s určením maximálnej IED;
- hodnoty KED pracovníkov (vrátane vnútorného ožiarenia) v čase prevádzkovej udalosti, ako aj pre realizáciu činností zameraných na odstraňovanie následkov;
- vplyv na okolie JZ prostredníctvom výpustí jednotlivých rádionuklidov s uvážením prípadného filtračného systému a jeho účinnosti.

6.5 Technické hodnotenie

Predmetom tejto časti bezpečnostných rozborov je kategorizovať existujúce bezpečnostné systémy a komponenty z hľadiska dôležitosti a jednoznačne určiť bezpečnostnú funkciu týchto systémov a komponentov. Z predchádzajúceho vykonania bezpečnostných rozborov vyplynie

požiadavka na zabezpečenie bezpečnostnej funkcie jednotlivými bezpečnostnými systémami a komponentmi. V prípade, ak existujúce bezpečnostné systémy a komponenty nedokážu túto požiadavku splniť, je potrebné identifikovať, navrhnúť a popísať nové systémy, komponenty a opatrenia, ktoré túto funkciu zabezpečia /14/.

PRÍKLAD

V nasledujúcej tabuľke je uvedený príklad zoznamu existujúcich a novonavrhovaných bezpečnostných systémov, ktoré plnia bezpečnostnú funkciu v rámci vyrad'ovaného JZ a ktoré boli identifikované v rámci bezpečnostných rozborov.

Tabuľka 6.7 Príklad zoznamu existujúcich a novonavrhovaných bezpečnostných systémov plniacich príslušnú bezpečnostnú funkciu.

Poradové číslo	Názov bezpečnostného systému	Popis bezpečnostnej funkcie
Existujúce bezpečnostné systémy		
1.	Vzduchotechnický systém	Zabezpečiť odvetrávanie vzdušiny z priestorov a zamedziť prekroenie povolenej koncentrácie rádionuklidov vo forme aerosólov
2.	Osobné dozimetre s alarmom pri prekroení definovanej úrovne obdržanej efektívnej dávky	Zabezpečiť neprekroenie stanovenej IED pre pracovníkov
Navrhnuté bezpečnostné systémy		
1.	Mobilná tieniaca stena	Zníženie príkonu efektívnej dávky v pracovnom priestore

6.6 Vyhodnotenie výsledkov bezpečnostných rozborov a identifikácia súvisiacich bezpečnostných opatrení

Výsledky bezpečnostných rozborov slúžia ako podklad pre demonštráciu splnenia daných bezpečnostných požiadaviek, resp. pre definíciu bezpečnostných opatrení potrebných pre splnenie týchto požiadaviek, ako aj pre preukázanie aplikácie princípu ALARA. Neistoty a predpoklady spojené s vypracovanými bezpečnostnými rozborami je potrebné identifikovať, zdokumentovať a podľa potreby aktualizovať.

6.6.1 Druhy predpokladov a neistôt a ich manažment v rámci bezpečnostných rozborov

Bezpečnostné rozborov spravidla obsahujú značný počet predpokladov ohľadom integrity, veku a stavu zariadenia, následkov udalostí a oprávnenosti použitých údajov. Avšak ideálnu úroveň detailnosti pre vypracovanie presných bezpečnostných rozborov pre vyrad'ovanie daného zariadenia často nie je možné docieľiť. Z tohto dôvodu sú aplikované dostatočné, nie neprimerané, konzervatívne predpoklady tak, aby bolo možné bezpečnostné rozborov adekvátne zjednodušiť. Typickým príkladom môže byť zjednodušenie a aplikácia konzervatívneho predpokladu v prípade nedostupnosti dôveryhodných údajov /14/.

Príklady oblastí, s ktorými sú spojené významné neistoty, sú nasledovné /14/:

- a) stav a konštrukcia stavebných štruktúr a systémov - vplyv starnutia a s ním spojené riziko degradácie štruktúr a systémov;
- b) detailná znalosť zariadenia v prípade neúplných, resp. nedostupných záznamov;
- c) neistota súvisiaca s inventárom rádioaktívnych materiálov a ich umiestnením;
- d) objemy odpadov, ktoré vzniknú pri vyradovaní;
- e) zoznam rádionuklidov a úroveň ich koncentrácie v dostupných priestoroch zariadenia;
- f) neistoty spojené s vytvorenými modelmi a použitými softvérovými nástrojmi;
- g) miera vplyvu ľudského faktora na plánované činnosti.

Všetky predpoklady brané do úvahy pri tvorbe bezpečnostných rozborov je potrebné jasne zdokumentovať a odôvodniť, aby bolo možné v budúcnosti tieto analýzy aktualizovať, resp. posúdiť ich správnosť. V prípade, ak výsledky bezpečnostných rozborov sú významným spôsobom závislé od určitých predpokladov a použitých vstupných údajov, je vhodné vykonať citlivostnú analýzu s cieľom zistiť mieru vplyvu týchto predpokladov a údajov na bezpečnosť. V prípade, ak sú splnené bezpečnostné kritériá aj pre tieto extrémne predpoklady, je možné považovať vykonané bezpečnostné rozborov za dôkladne a detailne vypracované a dostatočne komplexné. V opačnom prípade je potrebné prehodnotiť, resp. doplniť opatrenia na zabezpečenie súladu s danými kritériami /14/.

V prípade, ak je rozsah vykonávaných činností príliš rozsiahly pre vykonanie bezpečnostných rozborov na prijateľnej úrovni, je vhodné rozdeliť projekt na menšie časti, resp. etapy. Pokračovanie ďalšej etapy je prísne podmienené zabezpečením, resp. získaním informácií potrebných pre vykonanie bezpečnostných rozborov špecifických pre ďalšiu etapu projektu.

Vhodným príkladom pre aplikáciu odstupňovaného prístupu v tejto oblasti je vývoj detailnosti bezpečnostných rozborov od koncepcnej (napr. bezpečnostné rozborov pre koncepcný plán vyradovania) až po finálnu úroveň pre implementáciu činností vyradovania (napr. bezpečnostné rozborov pre finálny plán vyradovania, resp. programy prác jednotlivých špecifických činností). Na tomto mieste je potrebné zdôrazniť proces aktualizácie a spresňovania aplikovaných predpokladov a použitých vstupných údajov, ktorý by mal byť vykonaný úmerne s aplikáciou hlbšej úrovne detailnosti bezpečnostných rozborov.

6.6.2 Porovnanie dosiahnutých výsledkov s relevantnými bezpečnostnými kritériami

Primárnym cieľom bezpečnostných rozborov je demonštrovať, že možné riziká súvisiace s činnosťami vyradovania boli identifikované, ich následky ohodnotené a boli navrhnuté také opatrenia, aby bola zabezpečená požadovaná úroveň bezpečnosti. Súčasťou uvedeného cieľa je preukázanie, že bola vybraná a aplikovaná vhodná stratégia manažmentu rizík pre elimináciu rizika na dosiahnuteľnú úroveň a že boli identifikované adekvátne kontrolné opatrenia na podporu bezpečnej implementácie vybranej stratégie vyradovania /14/.

Kritéria hodnotenia bezpečnosti sú vo väčšine prípadov definované deterministickým spôsobom. V prípade, ak nie je možné úplne eliminovať riziko súvisiace s činnosťami vyradovania, je potrebné preukázať súlad s princípom ALARA. Typickými príkladmi bezpečnostných kritérií sú /14/:

- a) obmedzenie efektívnych dávok, resp. limity pre pracovníkov v zariadení / lokalite;
- b) limity, resp. medzné hodnoty výpustí plyných a kvapalných rádioaktívnych látok;
- c) obmedzenie efektívnych dávok, resp. limity pre kritickú skupinu obyvateľov.

Porovnanie výsledkov analýzy prevádzkových udalostí (kapitola 6.4) so stanovenými kritériami (časť 6.1.3) predstavuje jeden z hlavných výstupov bezpečnostných rozborov. Porovnanie výsledkov bezpečnostných rozborov so stanovenými kritériami je vhodné doplniť slovným komentárom a prípadným návrhom nápravných opatrení, ak nie je kritérium splnené.

Porovnanie je potrebné uskutočniť pre všetky v rámci bezpečnostných rozborov definované kritériá, ale najmä pre:

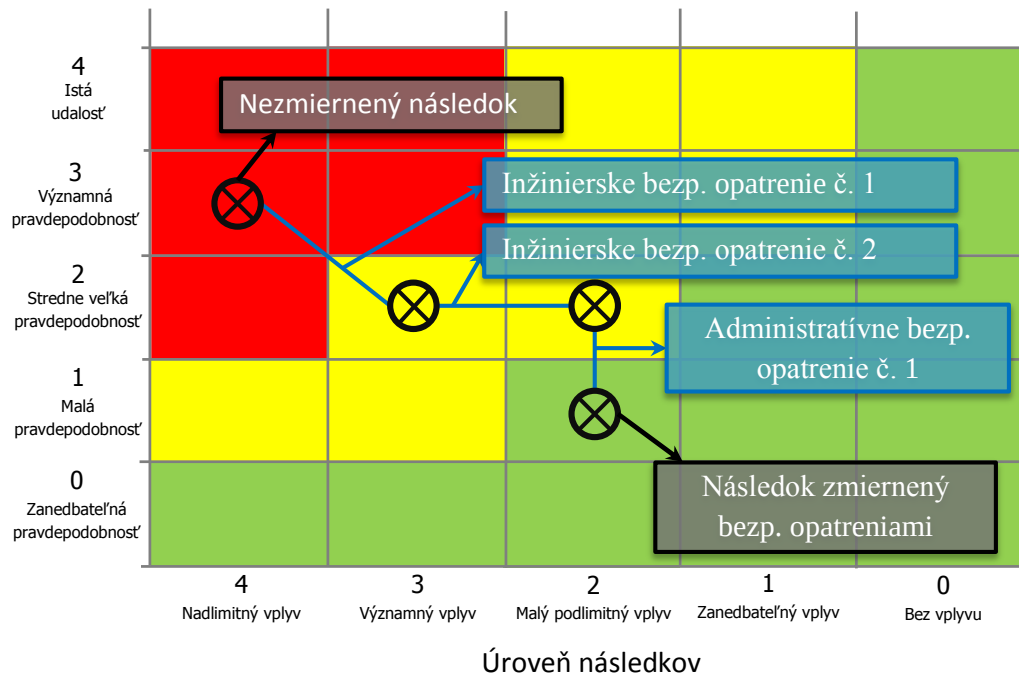
- a) obyvateľstvo (prostredníctvom vypočítaných výpustí);
- b) pracovníkov (prostredníctvom vypočítaných IED a KED);
- c) pracovné prostredie (prostredníctvom objemových aktivít jednotlivých rádionuklidov).

Podobným spôsobom je v rámci bezpečnostných rozborov vhodné porovnať výsledky analýzy prevádzkových udalostí z pohľadu klasickej bezpečnosti. V tomto prípade je možné vychádzať z kritérií stanovených v právnych predpisoch pre také faktory ako sú hluk a vibrácie, prašnosť, chemické faktory, prítomnosť azbestu, resp. materiálov obsahujúcich azbest v pracovnom prostredí a pod.

PRÍKLAD

Vizualizácia zlepšenia situácie aplikáciou vybraných technických a administratívnych bezpečnostných opatrení môže byť vykonaná prehľadným spôsobom ako je uvedené na obrázku nižšie. Uvedený príklad môže prispieť k jednoznačnému zdôvodneniu výberu jednotlivých bezpečnostných opatrení a určeniu jeho významnosti.

Ako príklad pre vizualizáciu zlepšenia situácie bolo vybrané hodnotenie udalosti z hľadiska ožiarovania pracovníkov, resp. obyvateľstva (viď príklad v časti 6.3.3). Na obrázku je graficky znázornený pôvodný stav bez aplikácie bezpečnostných opatrení. Cieľom implementácie jednotlivých technických (napr. inštalácia nového bezpečnostného systému - opatrenie č. 1, alebo inštalácia doplnkového vzduchotechnického systému – opatrenie č. 2) a administratívnych (napr. preškolenie pracovníkov o princípe ALARA a o prítomnosti a umiestnení významných zdrojov žiarenia) opatrení je dosiahnuť požadovanú úroveň bezpečnosti prostredníctvom zníženia pravdepodobnosti výskytu danej udalosti, resp. zmiernením úrovne jej možného následku.



Obrázok 6.2 Grafické zobrazenie aplikácie jednotlivých bezpečnostných opatrení a ich vplyv na zlepšenie situácie.

6.6.3 Bezpečnostné opatrenia

Bezpečnostné rozbory musia jednoznačne demonštrovať, že implementované bezpečnostné opatrenia sú dostatočným spôsobom robustné, aby bola zaistená požadovaná úroveň bezpečnosti počas plánovaných činností vyradovania ako aj pri prevádzkových udalostiach.

Bezpečnostné opatrenia pre vyradovanie je možné definovať modifikáciou opatrení platných pre prevádzku jadrového zariadenia:

- odstránením opatrení, ktoré nemajú súvis s činnosťami počas vyradovania;
- doplnením opatrení špecifických pre etapu vyradovania.

Opatrenia je možné v zásade rozdeliť na nasledovné dve skupiny /14/:

- technické opatrenia (napr. požiadavka na vybudovanie aktívneho vzduchotechnického systému);
- administratívne opatrenia (napr. požiadavka na určitý počet ventilátorov aktívneho vzduchotechnického systému, ktoré musia byť v prevádzke na zabezpečenie požadovaného stavu).

Administratívne opatrenia nenahrádzajú technické, ktoré sú efektívnejšie a menej ovplyvniteľné ľudským faktorom. Avšak v niektorých situáciách je možné aplikovať iba administratívne opatrenia. Navyše v priebehu vyradovania sa predpokladá postupné zvyšovanie miery využívania administratívnych opatrení na úkor technických, nakoľko potenciál pre vznik prevádzkovej udalosti sa výrazne znižuje. Pri vyradovaní takisto postupne dochádza aj k odstraňovaniu jednotlivých systémov (vrátane bezpečnostných), pričom je potrebné brať do

úvahy nasledovné kritériá na určenie vhodnosti odstránenia daného bezpečnostného prvku /14/:

- a) riziko, ktoré bolo daným bezpečnostným systémom kontrolované, je odstránené, resp. eliminované;
- b) fyzikálna forma nebezpečnej látky sa zmenila na menej disperznú, resp. širiteľnú;
- c) množstvo nebezpečnej látky nepredstavuje riziko, t. j. je na akceptovateľnej úrovni.

Z hľadiska rozsahu platnosti je možné definovať nasledovné tri úrovne opatrení /14/:

- a) všeobecné – vyplývajúce z bezpečnostných programov, resp. manuálov prevádzkovateľa (napr. opatrenia pre prácu vo výškach);
- b) špecifické pre projekt vyradovania – vyplývajúce z vykonaných bezpečnostných rozborov; tieto opatrenia sa často nazývajú „Limity a podmienky“ dokumentujúce technické aj administratívne opatrenia. Administratívne opatrenia sa spravidla nazývajú prevádzkové inštrukcie;
- c) špecifické pre danú úlohu – vyplývajúce zo špecifických detailných bezpečnostných rozborov (vykonaných napr. na úrovni programov prác). Typickými príkladmi sú okrem iných /14/:
 - obmedzenia času strávenom na pracovisku;
 - použitie ochranných pomôcok;
 - požiadavka na zaškolenie tímu ohľadom bezpečnostných opatrení a iných obmedzení súvisiacich s výkonom činnosti.

Jednotlivé úrovne opatrení sa navzájom dopĺňajú, pričom spravidla všetky sú využívané v procese vyradovania. Avšak vzhľadom na meniaci sa charakter vykonávaných činností vyradovania, v priebehu vyradovania je možné predpokladať aj adekvátnu zmenu v relevantných bezpečnostných opatreniach.

Bezpečnostné rozborov musia v každom prípade obsahovať jednoznačný popis metodiky a zdôvodnenie výberu bezpečnostných opatrení poskytujúcich dostatočnú mieru bezpečnosti. Takisto je potrebné jednoznačne popísať funkciu jednotlivých bezpečnostných systémov ako aj ich parametre dôležité z hľadiska bezpečnosti.

PRÍKLAD

Z hľadiska bezpečnostných rozborov je potrebné jednoznačným spôsobom definovať bezpečnostnú funkciu jednotlivých bezpečnostných systémov ako aj systém kontroly implementovaných bezpečnostných opatrení zabezpečujúcich požadovanú úroveň bezpečnosti.

V tabuľke nižšie je možné vidieť stručný sumár technických bezpečnostných systémov vrátane súvisiacich administratívnych opatrení na kontrolu funkčnosti uvedeného systému.

Tabuľka 6.8 Zoznam a popis bezpečnostných opatrení.

Poradové číslo opatrenia	Popis technického bezpečnostného opatrenia	Súvisiace administratívne opatrenia na kontrolu funkčnosti
1	Osobné dozimetre s alarmom pri prekročení definovanej hodnoty efektívnej dávky	a) Systém kalibrácie b) Systém kontroly zápisu nameraných výsledkov c) Adekvátne školenie pre pracovníkov dozimetrie d) Adekvátne školenie pre pracovníkov využívajúcich osobné dozimetre
2	Dočasný vzduchotechnický systém kontajnementu (resp. ochranného stanu)	a) Štandardy pre výstavbu, testovanie a prevádzku kontajnementu a vzduchotechnického systému b) Pravidelné kontroly funkčnosti a integrity
.	.	.
.	.	.
.	.	.
N	Dočasná tieniaca stena významného zdroja žiarenia	a) Požiadavky na tieniacu stenu vyplývajúce z výpočtov spojených s optimalizáciou radiačnej ochrany b) Pravidelná kontrola umiestnenia a funkčnosti

V tabuľke nižšie je možné vidieť stručný sumár jednotlivých položiek systému kontroly požadovanej úrovne bezpečnosti. Ide o kľúčové predpoklady a parametre za akých je možné považovať vykonané bezpečnostné rozbory za platné. V opačnom prípade je potrebné bezpečnostné rozbory adekvátnym spôsobom revidovať a aktualizovať. V prípade významnej zmeny, resp. aktualizácie je potrebné vykonať aj nezávislé posúdenie.

Tabuľka 6.9 Zoznam a popis kľúčových predpokladov a parametrov.

Popis	Bezpečnostná funkcia	Referencia
Kľúčové predpoklady		
Izolácia systému XX a XY pomocou dočasného prekrytia, resp. utesnením	Toto opatrenie zabráni interakcii vyradovaného systému XX od zvyšnej časti zariadenia. Zabráni sa tým šírenie kontaminácie do okolitého prostredia.	Kap. XX a Kap. XXY
Optimalizácia radiačnej ochrany dôkladným naplánovaním vykonávaných činností	Toto opatrenie zabezpečí súlad s princípom ALARA, t. j. dosiahne sa zníženie obdržanej individuálnej efektívnej dávky pracovníkmi.	Kap. XYY
.	.	.
.	.	.
Pracovníci musia opustiť priestor v prípade, ak alarm ich osobného dozimetra je aktivovaný	Toto opatrenie zabráni prekročeniu požadovanej hodnoty obdržanej individuálnej efektívnej dávky.	Kap. X
Kľúčové parametre		
Expozičná doba pracovníkov pri	Bezpečnostné rozbory v časti hodnotenia	Kap. XX a Kap. XXY

Popis	Bezpečnostná funkcia	Referencia
odstraňovanie následkov udalosti neprekročí 2 hod.	následkov udalosti XY vychádzajú z uvedeného predpokladu. V prípade, že odstraňovanie následkov si vyžiada dlhšiu dobu, ohodnotenie ožiarovania vo vykonaných bezpečnostných rozborov a s ním súvisiace vyslovené závery nebudú platné.	
Množstvo uvoľnených aerosólov neprekročí 1% celkovej aktivity nachádzajúcej sa v RAO umiestnenom v sude	Bezpečnostné rozborov v časti hodnotenia následkov udalosti XY vychádzajú z uvedeného predpokladu. V prípade, že množstvo uvoľnených aerosólov bude vyššie, ohodnotenie ožiarovania vo vykonaných bezpečnostných rozborov, ohodnotenie množstva plynných výpustí a s ním súvisiace vyslovené závery nebudú platné.	Kap. XX a Kap. XXV
.	.	.
Aktivita jednotlivých rádionuklidov v nuklidovom vektore pre povrchovú kontamináciu potrubia neprekročí nasledovné hodnoty: ^{60}Co : $4,5 \times 10^6 \text{ Bq/cm}^2$ ^{137}Cs : $8,0 \times 10^7 \text{ Bq/cm}^2$ ^{241}Am : $1,4 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$	Bezpečnostné rozborov v časti hodnotenia následkov udalosti XY vychádzajú z uvedeného predpokladu. V prípade, že aktivity jednotlivých rádionuklidov budú vyššie, resp. bude zistená prítomnosť iného rádionuklidu významného z hľadiska bezpečnostných rozborov, ohodnotenie ožiarovania vo vykonaných bezpečnostných rozborov a s ním súvisiace vyslovené závery nebudú platné.	Kap. XX a Kap. XXV

6.7 Sumarizácia

Sumarizácia predstavuje neoceniteľnú časť bezpečnostných rozborov najmä v prípade, ak je rozsah spracovaného dokumentu veľmi rozsiahly. V takomto prípade slúži sumarizácia ako nástroj pre zvýšenie celkovej prehľadnosti. Sumarizácia by mala obsahovať stručnú a prehľadnú informáciu:

- o analyzovaných scenároch;
- o dosiahnutých výsledkoch a ich porovnaní s bezpečnostnými kritériami;
- zhodnotenie, či existujúce bezpečnostné opatrenia sú postačujúce, resp. návrh nových bezpečnostných opatrení;
- súvisiace odporúčania a odkazy na časti správy, resp. dokumenty, kde je možné dohľadať detailnejšie informácie.

PRÍKLAD

Vhodným príkladom prehľadnej sumarizácie je nižšie uvedená tabuľková forma s popisom jednotlivých prevádzkových udalostí spolu s hlavnými zisteniami a odporúčaniami.

Tabuľka 6.10 Príklad sumarizačnej tabuľky pre vybraný scenár hodnotený v bezpečnostných rozboroch.

Scenár č. X	Názov scenára: Významné ožiarenie pracovníka
Kvalitatívny opis iniciačnej udalosti: Prítomnosť v prostredí s vysokým dávkovým príkonom predĺžená neúmyselným spôsobom. Plánovaný stav: Činnosti musia byť naplánované takým spôsobom, aby nebola prekročená stanovená hodnota IED pracovníkov.	
Kvalitatívny opis možných následkov: Prevádzková udalosť spôsobujúca významné ožiarenie pracovníka.	
Kategorizácia následkov udalosti a zdôvodnenie, že sa nejedná o závažnejší stav: Významné ožiarenie pracovníka, bez úniku rádioaktívnych látok. Kľúčový parameter: Príkon efektívnej dávky v priestore nepresahuje 2 mSv/h. Zdôvodnenie: Limit efektívnej dávky 20 mSv nie je prekročený ani v prípade, ak by sa konzervatívne predpokladala prítomnosť pracovníka v priestore počas celej 8 hod. pracovnej zmeny.	
Bezpečnostné opatrenia: V priestore je implementovaný bezpečnostný systém zmierňujúci následky prevádzkovej udalosti pozostávajúci z nasledovných komponentov: Vybavenie: Pracovníci musia byť vybavení osobným dozimetrom s nastaveným alarmom. Opatrenie č. 1: Pracovníci musia byť vybavení osobným dozimetrom s nastaveným alarmom, pričom alarm musí byť nastavený na hodnotu zabezpečujúcu neprekročené stanovenej hodnoty IED pomocou dostatočnej bezpečnostnej rezervy. Opatrenie č. 2: Pracovníci musia opustiť priestor po zaznení zvukového signálu alarmu ich osobného dozimetra.	
Optimalizácia radiačnej ochrany a odporúčania: Odporúčanie č.1: Vyznačenie miest s vysokým kontaktným príkonom efektívnej dávky. Odporúčanie č.2: Inštalácia dodatočného tienenia na základe vykonanej analýzy optimalizácie radiačnej ochrany, t. j. v prípade, ak sa výpočtovo preukáže, že inštalácia dodatočného tienenia prispeje k zlepšeniu celkovej situácie a k zníženiu kolektívnej efektívnej dávky (do KED sú započítané IED pracovníkov vykonávajúcí plánované činnosti v priestore ako aj IED pracovníkov inštalujúcich dodatočné tienenie). Odporúčanie č. 3: Zvážiť použitie techniky diaľkového manipulátora.	
Zhodnotenie úrovne nebezpečenstva:	

V prípade implementácie vyššie spomenutých bezpečnostných opatrení a odporúčaní je možné úroveň nebezpečenstva vyplývajúcu z danej prevádzkovej udalosti považovať za akceptovateľnú.

7 Prehodnotenie a aktualizácia bezpečnostných rozborov

Bezpečnostné rozborov je potrebné aktualizovať, prípadne vykonať rozsiahlejšie revízie pri akejkoľvek významnej zmene, ktorá má vplyv na bezpečnosť, resp. na súvisiacu argumentáciu ohľadom úrovne bezpečnosti. Medzi tieto zmeny možno zaradiť napr. významnejšie modifikácie na zariadení, modifikácie postupov, nové informácie získané v priebehu vykonávania činností vyrad'ovania (napr. zistenie, že predpoklady, resp. údaje dôležité pre hodnotenie bezpečnosti boli nepresné, resp. nesprávne alebo preukázanie prítomnosti nebezpečných látok, s ktorými sa v pôvodnej analýze neuvažovalo). Zmeny je možné rozdeliť do nasledovných kategórií /14/:

- a) malé zmeny, ktoré majú vplyv na pracovné postupy a inštrukcie špecifikované v programoch prác, ktoré sú odstrániteľné jednoduchou revíziou (tlačové chyby, administratívne detaily, nevýznamné zmeny bez vplyvu na bezpečnosť a zdravie);
- b) zmeny, ktoré ovplyvňujú pôvodné plány činností a vyžadujú si pozornosť z hľadiska bezpečnosti, avšak nie je potrebný zásah do bezpečnostných rozborov (napr. prítomnosť nebezpečných látok s inou koncentráciou a na inom mieste ako bolo predpokladané);
- c) zmeny, ktoré ovplyvňujú základné predpoklady bezpečnostných rozborov a vyžadujú revíziu bezpečnostných rozborov (napr. nový, neanalyzovaný typ nebezpečenstva, resp. zmeny, ktoré ovplyvňujú funkciu bezpečnostných systémov).

Keďže vyrad'ovanie jadrového zariadenia je komplexný proces, pri ktorom dochádza k vyššie uvedeným zmenám pomerne často, vo viacerých krajinách je z tohto dôvodu využívané periodické hodnotenie bezpečnosti.

Významná zmena, resp. revízia bezpečnostných rozborov, by mala byť následne posúdená nezávislým posudzovateľom z hľadiska preskúmania adekvátnosti vykonanej zmeny.

8 Odkazy

- /1/ Zákon č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- /2/ Zákon č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- /3/ Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

- /4/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 48/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o spôsobe ohlasovania prevádzkových udalostí a udalostí pri preprave a podrobnosti o zisťovaní ich príčin v znení vyhlášky č. 32/2012 Z. z.
- /5/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 52/2006 Z. z. o odbornej spôsobilosti v znení vyhlášky č. 34/2012 Z. z.
- /6/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 54/2006 Z. z. o evidencii a kontrole jadrových materiálov a o oznamovaní vybraných činností.
- /7/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 55/2006 Z. z. o podrobnostiach v havarijnom plánovaní pre prípad nehody alebo havárie v znení vyhlášky č. 35/2012 Z. z.
- /8/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 57/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách pri preprave rádioaktívnych materiálov v znení vyhlášky č. 105/2016 Z. z.
- /9/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 58/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam v znení neskorších predpisov.
- /10/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 430/2011 Z. z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť v znení vyhlášky č. 103/2016 Z. z.
- /11/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 431/2011 Z. z. o systéme manažérstva kvality v znení vyhlášky č. 104/2016 Z. z.
- /12/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 30/2012 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách pri nakladaní s jadrovými materiálmi, rádioaktívnymi odpadmi a vyhoreným jadrovým palivom v znení vyhlášky č. 101/2016 Z. z.
- /13/ Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky č. 33/2012 Z. z. o pravidelnom, komplexnom a systematickom hodnotení jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení v znení vyhlášky č. 106/2016 Z. z.
- /14/ Safety Assessment for Decommissioning, Vienna, IAEA, 2013, Safety Report Series No.77, ISBN 978-92-0-141410-6, ISSN 1020-6450.
- /15/ Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material, Vienna, IAEA, 2008, Safety Guide, Safety Standards Series No. WS-G-5.2, ISBN 978-92-0-112308-4, ISSN 1020-525X.
- /16/ ICRP Publication 119, Compendium of Dose Coefficients based on ICRP publication 60, ICRP, 2012, ISBN 978-1-4557-5430-4, ISSN 0146-6453.
- /17/ Dostupné na internete: <https://www.quintessa.org/software/AMBER/index.html>
- /18/ Dostupné na internete: <http://www.goldsim.com/Home/>
- /19/ Dostupné na internete: <https://mcnp.lanl.gov/>
- /20/ Dostupné na internete: http://www.canberra.com/products/insitu_systems/pdf/Mercurad-SS-C20046.pdf
- /21/ Dostupné na internete: <http://radiationsoftware.com/microshield/>
- /22/ Dostupné na internete: <http://www.evs.anl.gov/resrad/>
- /23/ Dostupné na internete: <http://www.safran.facilia.se/safran/show/HomePage>
- /24/ Dostupné na internete: <http://www.visiplan.be/en>

- /25/ Rozhodnutie Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky č. OOZPŽ/7119/2011 zo dňa 21. 10. 2011.
- /26/ STN 01 0380 Manažérstvo rizika, AS/NZS 4360:1999, marec 2003.
- /27/ Sinay, J., Prof. a kol.: Riziká technických zariadení: Manažérstvo rizika, Košice, OTA 1997, s. 21 – 24, ISBN 80-967783-0-7.
- /28/ Požiadavky na obsah a rozsah dokumentácie pre vyrad'ovanie, ktorá je predkladaná ako súčasť žiadosti v konaní o udelenie súhlasu podľa § 5 ods. 2 atómového zákona a v konaní o udelenie povolenia podľa § 5 ods. 3 písm. a) až d) atómového zákona. BNS I.9.3/2017, Bratislava. ÚJD SR, 2017, ISBN 978-80-89706-19-8. Dostupné na internete: [https://www.ujd.gov.sk/ujd/WebStore.nsf/viewKey/BNS_I_9_3_2017/\\$FILE/BNS_%20I_9_3_2017.pdf](https://www.ujd.gov.sk/ujd/WebStore.nsf/viewKey/BNS_I_9_3_2017/$FILE/BNS_%20I_9_3_2017.pdf).
- /29/ IAEA Safety Glossary, Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection, 2007 Edition, Vienna, IAEA, 2007, ISBN 92-0-100707-8.

Príloha: Kontrolný zoznam nebezpečenstiev v procese vyrad'ovania JZ z prevádzky

Nebezpečenstvo			Relevantné pre plánované činnosti vyrad'ovania	Relevantné pre prevádzkové udalosti počas činností vyrad'ovania
Radiačné nebezpečenstvá	1	Priame zdroje IŽ (otvorené, uzavreté žiariče)		
	2	Nevhodné odstránenie tienenia zdroja IŽ		
	3	RA materiály (všetky skupenstvá)		
	4	Kritickosť		
	5	Kontaminované kvapalné materiály		
	6	Ostatné zdroje IŽ (požiarné hlásiče, aktívne bleskozvody)		
Nebezpečenstvá požiaru alebo explózie	7	Kyslík		
	8	Sodík		
	9	Výbušné látky		
	10	Horľavé plyny (kyslík-acetylén, propán), kvapaliny, prachové častice		
	11	Horľavé alebo vznetlivé materiály, konštrukčné materiály horľavého charakteru		
	12	Stlačené plyny		
	13	Tvorba vodíka		
	14	Prehriatie alebo požiar v dôsledku použitia prenosných ohrievačov, preťaženia elektrických obvodov, aplikácie tepelných demontážnych a fragmentačných techník		
Nebezpečenstvá vzťahujúce sa na použitie elektrickej energie	15	Vysoké napätie		
	16	Preťaženie siete a následný skrat, strata elektrického napájania		
	17	Omylom odpojené elektrické obvody / omylom zapojené elektrické obvody		
Nebezpečenstvá z neionizujúceho žiarenia	18	Zdroje neionizujúceho žiarenia (laserové zdroje)		
	19	Elektromagnetické žiarenie (mikrovlnné žiarenie)		
	20	Magnetické polia s vysokou intenzitou		
Chemické / toxické nebezpečenstvá	21	Chemotoxické materiály (napr. ortuť)		
	22	Agresívne chemikálie		
	23	Nebezpečné zmiešanie alebo kombinácia chemikálií (v odpadových systémoch, počas dekontaminačných prác atď.)		
	24	Azbest a ostatné nebezpečné materiály ako olovo alebo berýlium		
	25	Používané pesticídy		

Nebezpečenstvo			Relevantné pre plánované činnosti vyrad'ovania	Relevantné pre prevádzkové udalosti počas činností vyrad'ovania
	26	Biologické nebezpečenstvá		
Fyzikálne nebezpečenstvá	27	Kinetická energia		
	28	Zdroje potenciálnej energie (napr. stlačené pružiny, Wignerova energia v grafitě)		
	29	Degradované alebo degradujúce objekty, systémy a komponenty		
	30	Para (systém vykurovania v lokalite)		
	31	Teplotné extrémny (vysoké teploty, horúce povrchy, kryogeniká)		
	32	Vysoký tlak (pretlakové systémy, stlačený vzduch)		
Nebezpečenstvá v pracovnom prostredí	33	Práca vo výškach (napr. rebríky, lešenie, práca na voľnej plošine)		
	34	Výkopy, tvorba podzemných dutín vplyvom dažďa, degradácia odpadov atď.		
	35	Premávka vozidiel		
	36	Zdvíhanie ťažkých bremien, zaobchádzanie s materiálmi, manipulácia s ťažkým zariadením, manuálne zdvíhanie bremien, nebezpečenstvá nad úrovňou pracovného priestoru, pád objektov, zdvíhanie žeriavmi		
	37	Nedostatočné osvetlenie		
	38	Nedostatočné odvetranie		
	39	Hluk (oblasti a nástroje s vysokou úrovňou hluku)		
	40	Prach		
	41	Predmety s ostrými hranami a hrotmi		
	42	Stiesnené priestory		
	43	Nebezpečné technologické zariadenia, napr. zariadenia s vysokým výkonom, zásobníky stlačeného plynu, zvaracie a rezacie zariadenia, rezanie vodným lúčom, technológie pre dekontamináciu odbrusovaním, brúsky, píly		
	44	Diaľkovo obsluhované priestory		
	45	Zablokované priechody, koridory alebo východy		
Nebezpečenstvá spôsobené zlou organizáciou práce alebo	46	Ľudské chyby		
	47	Porušenie zásad kultúry bezpečnosti		
	48	Nedostatočná inštrukcia v rámci pracovných postupov		

Nebezpečenstvo			Relevantné pre plánované činnosti vyrad'ovania	Relevantné pre prevádzkové udalosti počas činností vyrad'ovania
Ľudským faktorom	49	Nedostatočná úroveň ochranných opatrení v rámci pracovných krokov		
Externé nebezpečenstvá / iniciačné udalosti	50	Extrémne teploty okolitého prostredia		
	51	Pád lietadla		
	52	Búrka a nepriaznivé poveternostné podmienky		
	53	Zemetrasenia		
	54	Záplavy		
	55	Explózie a požiare v okolí		
Iné nebezpečenstvá	56	Degradácia / korózia bariér, starnutie materiálov		
	57	Neoznačené materiály, materiály neznámeho pôvodu		
	58	Vytečenie, rozliatie média		