



ÚRAD
JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Prehľad bezpečnostných vylepšení JE s VVER 440 v Slovenskej republike

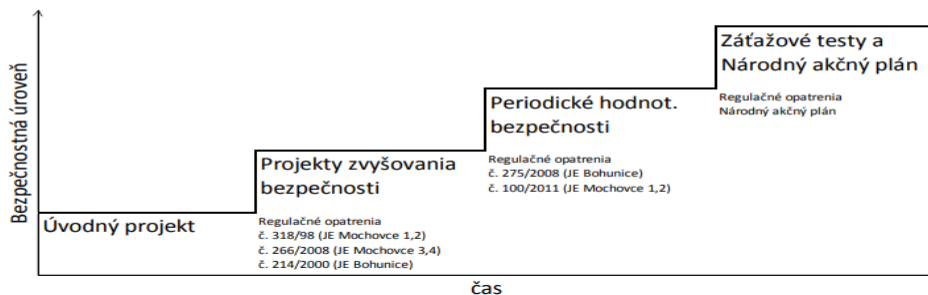
NUSIM_2019

Ing. Uhrík Peter, generálny riaditeľ sekcie 300

Častá - Papiernička
15. máj 2019

Historický prehľad bezpečnostných vylepšení VVER 440 v SR

Ilustrácia bezpečnostných vylepšení na prevádzkovaných
jadrových elektrárnach



Projekty zvyšovania bezpečnosti JE s VVER 440 v SR

Program modernizácie a zvyšovania bezpečnosti JE V2

- 1994 – 2008
- Základ – správa MAAE: IAEA EBP-VVER-03
- 50 hlavných úloh rozdelených do 6 oblastí



Projekty zvyšovania bezpečnosti JE s VVER 440 v SR

- **Seizmické z odolnenie stavieb, konštrukcií a zariadení, EBO34 V2 z 0,22g na 0,34g**
zabezpečiť potrebnú pevnosť, stabilitu, integritu a funkčnosť stavieb, konštrukcií a zariadení seizmickej triedy 1 pri seizmickej udalosti na úrovni maximálneho výpočtového zemetrasenia a odstrániť možné interakcie stavieb, konštrukcií a zariadení seizmickej triedy 2 so stavbami, konštrukciami a zariadeniami seizmickej triedy 1.
- **Požiarna ochrana**
zlepšenie predchádzania požiarom – realizácia protipožiarnych nástrekov káblov, zlepšenie identifikácie a hasenia požiarov, zlepšenie lokalizácie požiarov a zabránenia ich šírenia – výmena požiarnych klapiek a požiarnych dverí, protipožiarny nástrek oceľových konštrukcií.
- **Modifikácie technologických systémov pre zlepšenie priebehu havarijných situácií a dochladenie reaktorového bloku**
modifikácia vstrelu do KO, odľahčovacieho ventilu a PV KO, návrat vody z paluby HCČ do boxu PG, modifikácia systému TVD pre zvládnutie dochladzovania JE po seizmickej udalosti, úprava havarijného dopĺňovania PO a doplnenie zariadení PO pre zabezpečenie odvodu zvyškového tepla.



Projekty zvyšovania bezpečnosti JE s VVER 440 v SR

- **Výmena a modifikácia systémov SKR pre zlepšenie riadenia bloku počas normálnej prevádzky, prechodových a havarijných stavov (napr.)**
výmena systémov automatického odstavenia reaktora, systému zabezpečenia technologickej ochrany PG, APS, automatiky sekčných vypínačov PV II za RPS systém
- **Výmena a modifikácia elektrických systémov pre zlepšenie vyvedenia výkonu a napájanie vlastnej spotreby bloku počas normálnej prevádzky, prechodových a havarijných stavov (napr.):**
výmena 6 kV vypínačov a úpravy 6 kV rozvádzačov, výmena akumulátorových batérií a doplnenie systému monitorovania stavu batérií, výmena vývodových vypínačov 400 kV a VT kompresorov, výmena elektrických ochrán bloku a výmena izolovaných vodičov
- **Zvýšenie prevádzkovej spoľahlivosti**
zavedenie sekundárnej regulácie bloku, vytvorenie predpokladov pre zvýšenie účinnosti a tepelného výkonu bloku



Projekty zvyšovania bezpečnosti JE s VVER 440 v SR

Ďalšie projekty zvyšovania bezpečnosti EBO a EMO 1,2

EBO 3,4

- Vybudovanie nového centra havarijnej odozvy
- Inovácia prevádzkových SKR a Elektro (RRCS)
- Zavážanie nového typu Gd II paliva

EMO 1,2

- Seizmické dozodolnenie na novú hodnotu seizmického zaťaženia (z 0,1g na 0,15g)
- Rekonštrukcia úsekových rozvádzačov 0,4kV
- Výmena automatík a ochrán DG
- Výmena SVRK
- Zavážanie nového typu Gd II paliva



Záťažové testy a Národný akčný plán (NAP) po udalosti vo Fukušime

▪ Udalosť na JE Fukušima 11.03.2011

spôsobila zmenu v hodnotení jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení, zvýšená pozornosť bola venovaná udalostiam, ktorých výskyt má veľmi malú pravdepodobnosť

▪ Záťažové testy

- 15. 03.2011 - Zasadnutie Európskej komisie na mimoriadne vysokej úrovni - dohoda o vykonaní záťažových testov na všetkých JZ v štátoch EU
- 30. 03.2011 v SE, a.s.- vytvorený projektový tím a riadiaci výbor pre vykonanie záťažových testov v SR
- 1. 06. 2011 – Držiteľ povolenia na prevádzku JZ v SR začína s hodnotením odozvy prevádzkovaných JZ na extrémne podmienky, rozsah testov definoval UJD SR
- 30.12.2011 – predkladanie národnej správy (NS) o vykonaní záťažových testov na JZ prevádzkovaných v SR do Európskej komisie, začiatok previerky NS SR v rámci ENSREG

▪ AP 01/2012 – dokument SE, a.s. a NAP

- Júl 2012 – Odporúčanie ENSREG k metodike a rozsahu akčného plánu (AP)
- 13.12.2012 – SE, a.s. predkladá na úrad AP 01/2012 Akčný plán pre realizáciu opatrení ako poučenia z udalosti na JE Fukušima Daiichi a zo Záťažových testov pre JE SE, a.s.
- 31.12.2012 – Národný akčný plán SR (NAP) o prijatých opatreniach na plnenie záverov záťažových testov vykonaných na atómových elektrárnach predložený do EK

Záťažové testy v SR: Rozsah

Na JE Bohunice V-2, Mochovce 1,2 a Mochovce 3,4 boli hodnotené mimoriadne externé udalosti ako:

- zemetrasenie, povodne a následky iných iniciačných udalostí potenciálne vedúcich k viacnásobnej strate bezpečnostných funkcií elektrárne
- kombinácie udalostí, vrátane výpadku elektrického napájania, dlhodobého prerušenia prívodu vody
- strata elektrického napájania v dôsledku extrémnych klimatických podmienok
- riadenie ťažkých havárií

Všeobecný záver zo ZT a vytvorenie AP 01/2012

- ZT ponúkali príležitosť pre hlbšie hodnotenie úrovni bezpečnosti jadrových elektrární na Slovensku s ohľadom na možné riziká nad rámec legislatívnych požiadaviek
- Projekt elektrárne vyhovuje zásadám ochrany do hĺbky, vrátane 4. úrovne ochrany, ktoré sú zamerané na prevenciu vzniku a riadenie ťažkých havárií
- Boli potvrdené dodatočné bezpečnostné rezervy a identifikované dodatočné opatrenia na zvýšenie bezpečnosti
- Spracovanie AP 01/2012: **Akčný plán** SE, a. s. pre realizáciu opatrení ako poučenia z udalostí na atómovej elektrárni Fukušima Dai-ichi a zo záťažových testov pre atómové elektrárne SE, a.s.



AP 01/2012

Hlavným cieľom AP 01/2012 je ďalšie zvýšenie úrovne jadrovej bezpečnosti JE v SR.

- Niektoré odporúčania ENSREG boli už v SR riešené v rámci iných projektov alebo nápravných opatrení stanovených na základe výsledkov predchádzajúcich periodických hodnotení jadrovej bezpečnosti vykonaných na JE prevádzkovaných v SR.

Úlohy	EBO34	EMO12
Celkový počet úloh AP	42	46
Počet úloh realizovaných pred AP 01/2012	11	10
Počet úloh stanovených po PHJB	14	17
Počet nových úloh v AP	17	19

- SE a.s., ako držiteľ licencie na prevádzkovanie jadrových elektrární (JE) implementoval do AP 01/2012 tiež okamžité nápravné opatrenia, ako odozvu na požiadavky z dokumentu WANO SOER.
 - SOER *Significant Operating Experience Report* zo dňa 18. Marec 2011



AP 01/2012

Realizácia opatrení má za cieľ:

- Posilnenie tretej, štvrtej a piatej úrovne Ochrany do hĺbky
- Zvýšenie odolnosti JE proti relevantným extrémnym externým udalostiam
- Vytvorenie podmienok pre ďalšie zvyšovanie jadrovej a fyzickej bezpečnosti JE
- Úlohy sú definované ako integrované projekty, zahrňujúce vnútorné väzby medzi súvisiacimi aktivitami a čiastkovými projektmi
- Okrem integrovaných projektov AP obsahuje aj ďalšie opatrenia vyplývajúce z interných hodnotení a analýz

22. 5. 2019

11



ÚRAD
JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

AP 01/2012 – SAM

Názov podprojektu SAM	EBO 34	EMO 12	MO34
Zaplavenie šachty reaktora	2010	2012	*
Odtlakovanie primárneho okruhu	2012	2015	*
Riadenie vodíka v kontajnermente	2012	2013	*
Rušič vákua v kontajnermente	2012	2015	*
Núdzový systém chladenia	2013	2015	*
Núdzový systém elektrického napájania	2013	2015	*
Meranie a regulácia	2013	2015	*
Dlhodobý odvod tepla z kontajnermentu	2013	2015	*
Implementácia aktualizovaných SAMG	2013	2015	*

22. 5. 2019

12



ÚRAD
JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

AP 01/2012 – Implementácia

Implementácia bola nariadená dozorom (rozhodnutie, protokol)

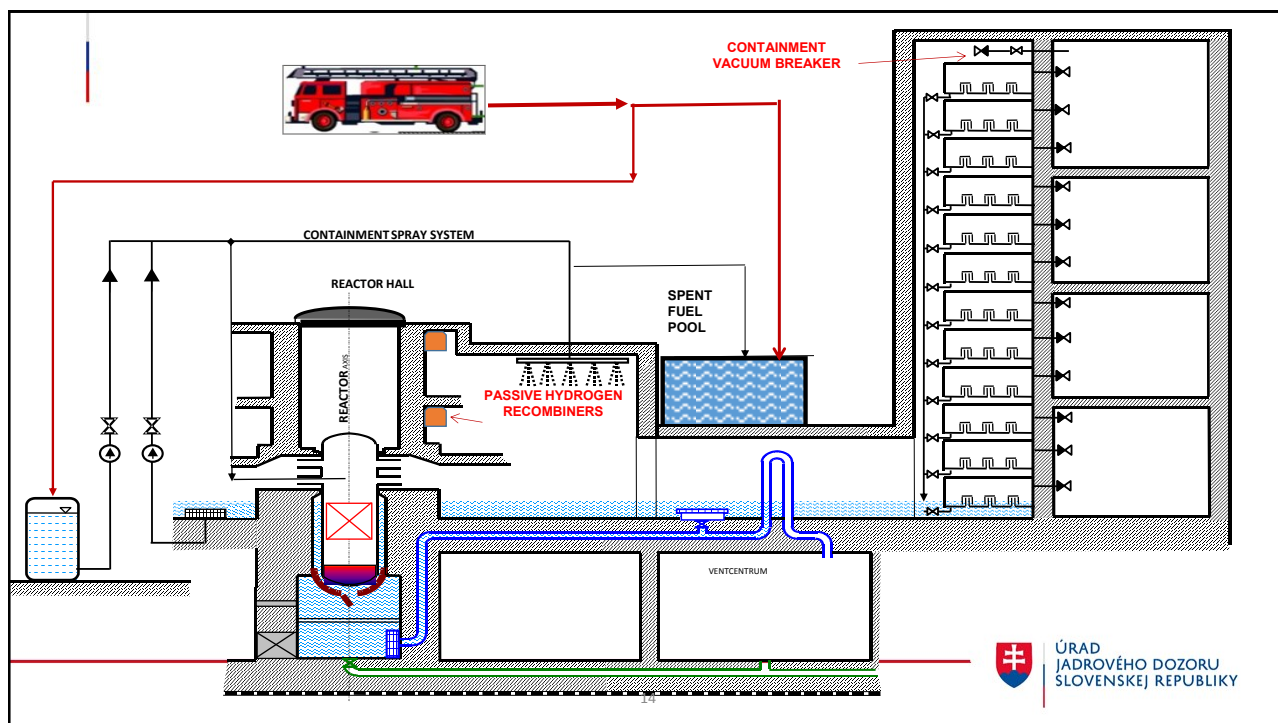
- Projekty riadenia ťažkých havárií (SAM) a seizmického z odolnenia SE a.s. na svojich jadrových blokoch začali implementovať ešte pred haváriou vo Fukušime (Opatrenia podľa výsledkov PHJB na EBO34, resp. EMO12)
- Opatrenia pre zvládnutie SAM MO34 sú zahrnuté v úvodnom projekte, stanovené rozhodnutím ÚJD SR
- Seizmické z odolnenie EBO34 bolo kompletne zrealizované v roku 2008 v rámci komplexného projektu modernizácie
- Seizmické z odolňovanie EMO12 na novú hodnotu zrýchlenia 0,15g začalo už v r. 2009, očakávané ukončenie v roku 2022
- Seizmické z odolnenie MO34 na hodnotu zrýchlenia 0,15g je zahrnuté v úvodnom projekte.

22. 5. 2019

13



ÚRAD
JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



ÚRAD
JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Drenážovanie barbotážnych žľabov

- Z dôvodu riadenia ťažkých havárií je realizovaná možnosť ručného diaľkového otvorenia armatúr plnenia a vypúšťania 11 poschodí barbotážnych žľabov VBK (nie pre najnižšie poschodie). Armatúry týchto žľabov sú elektricky napájané zo zdroja zaisteného napájania pre ťažké havárie. Ich otvorením dôjde preliatiu 11 žľabov s možnosťou ďalšieho využitia ich obsahu v havarijných podmienkach z podlahy boxu parogenerátorov.

Odtlakovanie PO

- Spoľahlivé odtlakovanie I.O. zabezpečí potrubná odbočka z potrubia priemeru 108x9 mm, vedúceho k diaľkovoovládanému ventilu. Potrubná odbočka je priemeru DN80, osadená dvoma elektroarmatúrami a drenážnymi armatúrami.
- Zdrojom napájania armatúr sú akumulátorové batérie SZN.

Núdzový zdroj chladiva - NZCH

- Systém pre dodávku vody do SS boxu PG, bazénu skladovania VP, otvoreného reaktora a PO z externého zdroja roztoku H_3BO_3
- Systém obsahuje
 - tri nádrže po 500 m³ s roztokom 12-16 $\text{H}_3\text{BO}_3/\text{kg H}_2\text{O}$,
 - čerpadlo sprchovania HZ
 - čerpadlo dopĺňovania do PO
 - čerpadlo odvodu média na očistku
 - elektroarmatúry, ručné armatúry a potrubné trasy

17



ÚRAD
JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Núdzový zdroj chladiva - NZCH

- Diverzifikácia havarijného zdroja napájacej vody do PG zabezpečením mobilných vysokotlakých zdrojov
- V súčasnosti sú pre EBO34 k dispozícii 2ks požiarne vozidla MAN TGS 26.480 6x6 BB na podvozku umiestnené vysokotlakové čerpadlá URACA KD 724.
- Boli vytvorené nové pripojovacie miesta tohto zdroja napájacej vody k trase SHN pre EBO a EMO12 .
- Komplexné vyskúšanie dodávky vody do PG počas GO3,4 bloku bolo vykonané v roku 2013.

18



ÚRAD
JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Núdzový zdroj chladiva - NZCH

Výtlak čerpadla pre dodávku roztoku H_3BO_3 bude možné nastaviť podľa konkrétnej konfigurácie systému obsluhou bloku do:

- PO cez nízkotlaký systém havarijného chladenia aktívnej zóny,
- Pôvodných trás sprchového systému,
- Otvoreného reaktora a bazénu skladovania.

Mobilný zdroj chladiva/miesto pripojenia



Núdzový zdroj el. energie - NZEE

- Napája všetky spotrebiče pre riadenie ťažkej havárie, odčlenené sú iba prevádzkové armatúry a merania.
- Je zdrojom elektrickej energie pre čerpadlá, armatúry, merania a napája aj HRS.
- Na pracujúcich JE sú k dispozícii mDG 0,4kV (2ks) a mobilné usmerňovače 240V, 24V na každý blok pre dobíjanie AKU batérií.

SKR NZEE

- NZEE predstavuje nový technologický celok zaradený do systému pre riadenie ťažkých havárií.
- Rozhraním pre komunikáciu operátora so systémom riadenia ťažkých havárií sú panely SAM umiestnené na BD 3. a 4. bloku a identické panely na záložnom pracovisku umiestneného v objekte CHO-HRS. Z uvedených panelov budú vykonávané aj funkcie monitorovania a ovládania NZEE

SKR - SAM

SKR zabezpečuje

- zaplavenie šachty reaktora a dlhodobé chladenie TNR,
- vypustenie vody zo žlabov barbotážnej veže na podlahu boxu PG,
- odtlakovanie PO,
- použitie externého zdroja vody, riadenie parametrov atmosféry v kontajnmemente,
- rušenie vákua v HZ.



Riadenia vodíka v HZ

- Rekombinátory a pasívne autokatalické zapalovače vodíka
- Pre potlačenie rizík prudkého horenia a detonácie vodíka bol v kontajnmemente bloku inštalovaný systém 33 pasívnych autokatalytických rekombinátorov a 30 pasívnych autokatalytických zapalovačov.
- Umiestnením pasívnych autokatalytických rekombinátorov a pasívnych autokatalytických zapalovačov do kontajnmementu sa bráni nárastu koncentrácie vodíka v kontajnmemente nad 7% (obj.).



Dlhodobý odvod tepla z HZ

Je zabezpečený činnosťou sprchového systému v recirkulačnom režime s využitím tepelného výmenníka sprchového systému, chladeného systémom TVD1.

Návody pre ŤH – SAMG

Bola aktualizovaná revízia SAMG na základe reálneho stavu blokov EBO34 pre inštalované modifikácie SAM. V projekte je zahrnuté riešenie situácie pre odstavený blok pri dehermetizovanom kontejnmente a riešenie udalostí v bazéne skladovania vyhoreného paliva.

27

AP 01/2012 - Stav plnenia opatrení SAMG

Kontrola plnenia úloh z AP 01/2012 je predmetom inšpekcií úradu.

- Úrad v roku 2013 vykonal spolu 206 inšpekcií, z toho 7 plánovaných +2 neplánované inšpekcie pre kontrolu plnenia úloh z AP 01/2012,
- V roku 2014 bolo vykonaných 202 inšpekcií, z toho 7 pre kontrolu plnenia úloh z AP 01/2012.
- V roku 2015 bolo vykonaných 202 inšpekcií, z toho 7 plánovaných +2 neplánované inšpekcie pre kontrolu plnenia úloh z AP 01/2012,
- V roku 2016 bolo vykonaných 189 inšpekcií, z toho 7 pre kontrolu plnenia úloh z AP 01/2012.
- V roku 2017 bolo vykonaných 183 inšpekcií, z toho 7 plánovaných +2 neplánované inšpekcie pre kontrolu plnenia úloh z AP 01/2012,
- V roku 2018 bolo vykonaných 200 inšpekcií, z toho 7 pre kontrolu plnenia úloh z AP 01/2012

22. 5. 2019

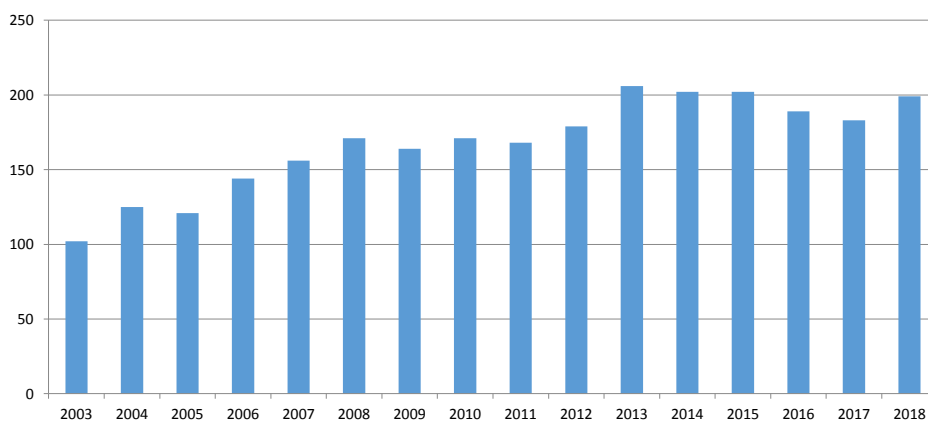
27



ÚRAD
JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

28

Počet inšpekcií úradu za 2002 až 2018



22. 5. 2019

28



ÚRAD
JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Ďakujem za pozornosť

