

**VYSOKÁ ŠKOLA EVROPSKÝCH A REGIONÁLNÍCH
STUDIÍ, Z. Ú., ČESKÉ BUDĚJOVICE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**HAVARIJNÍ PŘIPRAVENOST JADERNÝCH
ELEKTRÁREN V ČESKÉ REPUBLICE PO
UDÁLOSTECH V JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ
FUKUŠIMA**

Autor práce: Kateřina Kršková

Studijní obor: Bezpečnostně právní činnost ve veřejné správě

Forma studia: Kombinovaná

Vedoucí práce: Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.

Katedra: Katedra právních oborů a bezpečnostních studií

2017

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, na základě vlastních zjištění, s použitím odborné literatury a interních materiálů firmy ČEZ, a. s. Informace obsažené v tomto dokumentu nejsou určeny k volnému šíření (publikování).

Souhlasím, aby práce byla uložena v knihovně Vysoké školy evropských a regionálních studií v Českých Budějovicích a zpřístupněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění.

.....

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Mgr. Štěpánu Kavanovi, Ph.D., za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

ABSTRAKT

KRŠKOVÁ, K. *Havarijní připravenost jaderných elektráren v České republice po událostech v jaderné elektrárně Fukušima* : bakalářská práce. České Budějovice : Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2017. 63 s. Vedoucí bakalářské práce : Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.

Klíčová slova: bezpečnost, Fukušima, havarijní připravenost, jaderná elektrárna, jaderná událost, opatření

Bakalářská práce řeší aktuální téma doby - jadernou energetiku a výstavbu nových jaderných bloků se zaměřením na bezpečnost a ochranu obyvatelstva v oblasti jaderné bezpečnosti, požární ochrany, fyzické ochrany, radiační ochrany a havarijní připravenosti. Práce popisuje zajištění havarijní připravenosti a analyzuje příčiny tří nejzávažnějších událostí v jaderné energetice a vyhodnocuje jejich závažnost. Definují se opatření z událostí a zjištěných skutečností z jaderné havárie ve Fukušimě, konkrétně v zajišťování a zvyšování jaderné bezpečnosti, havarijní připravenosti a úpravě legislativních předpisů. Celkový poznatek této práce tvoří vyhodnocení vlivu havárie ve Fukušimě na světovou energetiku, reakce České republiky a současný stav jaderné energetiky v ČR a ve světě.

ABSTRACT

KRŠKOVÁ, K. *Emergency Preparedness of the Nuclear Power Plants in the Czech Republic following the Events in the Nuclear Power Plant Fukushima* : Bachelor thesis. České Budějovice : The College of European and Regional Studies, 2017. 63 p. Supervisor : Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.

Key words: safety, Fukushima, emergency preparedness, nuclear power plant, nuclear event, measures

The bachelor thesis deals with the current topic of time – nuclear energy and the construction of new nuclear units with the focus on safety and protection of the population in the nuclear safety area, fire protection, security, radiation protection and emergency preparedness. The thesis describes the emergency preparedness and analyses the causes of three serious events in the nuclear industry and evaluates their seriousness. The measures are defined based on events and findings from the Fukushima nuclear accident particularly in ensuring and improving the nuclear safety, emergency preparedness and legislation treatment. The overall finding constitutes an evaluation and impact on the Fukushima accident to the world's power industry, the reaction of the Czech Republic and the current status of the nuclear energy in the Czech Republic and in the world.

OBSAH

ÚVOD	8
1 CÍLE A METODIKA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	10
2 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST A OCHRANU OBYVATELSTVA.....	11
2.1 Jaderná bezpečnost	12
2.2 Fyzická ochrana	14
2.3 Požární ochrana	16
2.4 Radiační ochrana	17
2.5 Havarijní připravenost	18
2.5.1 Vnitřní havarijní plán JE Temelín	19
2.5.2 Vnější havarijní plán JE Temelín.....	20
2.5.3 Ochranná opatření.....	22
2.5.4 Odpovědnosti organizací a subjektů zapojených do systému havarijní připravenosti a havarijní odezvy.....	23
3 NEJZÁVÁŽNĚJŠÍ JADERNÉ UDÁLOSTI NA JADERNÝCH ELEKTRÁRNÁCH.....	26
3.1 Havárie Three Mile Island	27
3.2 Černobylská havárie	28
3.3 Havárie ve Fukušimě Dai-ichi	31
4 OPATŘENÍ V DŮSLEDKU HAVÁRIE VE FUKUŠIMĚ V ČR	34
4.1 Stress Testy (zátěžové testy).....	35
4.1.1 Hodnocení JE Temelín v zátěžových testech	35
4.1.2 Hodnocení JE Dukovany v zátěžových testech	36
4.2 Legislativní opatření ve světě	37
4.3 Legislativní opatření v ČR.....	38
4.4 Havarijní připravenost	39
4.4.1 Havarijní cvičení.....	41
5 DISKUZE A ZHODNOCENÍ STAVU JADERNÉ ENERGETIKY PO FUKUŠIMĚ.....	43
5.1 Postfukušimský světový dopad.....	43

5.1.1	Současný stav ve světě.....	44
5.2	Stav po Fukušimě v České republice.....	45
5.2.1	Současný stav nových jaderných zdrojů v České republice	46
ZÁVĚR.....		48
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ		50
SEZNAM ZKRATEK.....		55
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....		56
PŘÍLOHY		57

ÚVOD

V České republice jsou v provozu dvě jaderné elektrárny, Jaderná elektrárna Temelín a Jaderná elektrárna Dukovany. Jaderná elektrárna Temelín leží přibližně 24 km od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou. V první polovině roku 2000 bylo zavezeno palivo do reaktoru, v říjnu došlo ke startu reaktoru prvního bloku a 21. prosince 2000 vyrobil první blok premiérové kilowatthodiny elektřiny. O dva roky později, 29. prosince 2002, dodal elektřinu do sítě také druhý blok¹. Elektrárna se vyznačuje dvěma výrobními bloky s tlakovodními reaktory VVER 1000 typu V 320 s výkonem 2 x 1078MWe. Systém primárního okruhu je tvořen 4 chladíci smyčkami, čtyřmi horizontálními parogenerátory, kompenzátorem objemu a reaktorovou nádobou o výšce 10,9m a vnitřním průměru 4,5m. Technologie elektrárny odpovídá moderním světovým parametrům, od konstrukce kontejnmentu až po optimalizaci využití paliva.

Jaderná elektrárna Dukovany se nachází 30 km jihovýchodně od Třebíče, v trojúhelníku, který je vymezen obcemi Dukovany, Slavětice a Rouchovany. První závazka paliva byla ukončena v lednu 1985 a postupně byly uvedeny reaktory do provozu v rozmezí let 1985 - 1987. V elektrárně jsou ve dvou dvojblocích instalovány celkem čtyři tlakovodní reaktory typu VVER 440 model v 213. Všechny bloky mají elektrický výkon 510 MW. Celkový elektrický výkon elektrárny je 2040 MW. Dispozičně je rozčleněna do dvou hlavních výrobních celků, z nichž každý je tvořen dvěma reaktorovými bloky. Od začátku svého provozu elektrárna udělala obrovský pokrok – přešla od tříletého k pětiletému cyklu výměny paliva, zvýšila výkon jednotlivých bloků, vyrobí zhruba 14 terawatthodin elektrické energie (což činí 1/5 výroby z celé České republiky)² a elektrárna letos oslavuje 30 let bezpečného a spolehlivého provozu.

Všechny elektrárny musí být bezpečné a splňovat bezpečnostní opatření, která zajišťují zvyšování bezpečnosti a ochranu obyvatelstva. Základní pojmem pro jaderné elektrárny je tedy bezpečnost, kdy jsou rizika ztráty, zneužití, poškození nebo zničení jakéhokoli systému vyloučeny nebo omezeny na přijatelnou úroveň. Poslední velkou havárií, která se zapsala do dějin, byla japonská jaderná elektrárna Fukušima I a to dne

¹ SKUPINA ČEZ. *Jaderná energetika v České republice* [online]. ČEZ, a. s.: 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/vyroci/temelin-slavi-10-let.html>.

² SKUPINA ČEZ. *Jaderná energetika v České republice* [online]. ČEZ, a. s.: 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/vyroci/dukovany-slavi-25-let.html>.

11. března, 2011³. Katastrofa vznikla následkem zatopení elektrárny ničivou vlnou cunami způsobenou mimořádně silným zemětřesením v Indickém oceánu. Byla to nejhorší jaderná havárie od Černobylu 1986 a po ní jediná další havárie označená na stupnici INES nejvyšším stupněm 7. I když si havárie nevyžádala přímé oběti, sociální a psychické dopady na obyvatele jsou obrovské. Havárie Fukušima se stala ponaučením, učinily se opatření, implementovaly se nové technologie ke zvýšení bezpečnosti a inovovala se havarijní připravenost jaderných elektráren, na které se zaměřuje tato bakalářská práce.

³ WAGNER, V. *Fukušima i poté*. Praha : Novela bohémica, 2015. s. 25. ISBN 978-80-87683-45-3.

1 CÍLE A METODIKA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je charakterizovat přístupy pokrývající požadavky na bezpečnost a ochranu obyvatelstva v okolí jaderné elektrárny, analyzovat hlavní bezpečnostní funkce zajišťující bezpečnost jaderných elektráren a vyhodnotit havarijní připravenost jaderné elektrárny v ČR. V havarijní oblasti se analyzují havarijní plány a důležité opatření pro zajištění havarijní připravenosti a havarijní odezvy v případě havárie jaderné elektrárny.

Dílčím cílem je analýza příčin tří nejzávažnějších událostí v jaderné energetice a vyhodnocení jejich závažnost. Dalším cílem, formou syntézy práce definuje opatření na základě událostí a zjištěných skutečností z jaderné havárie ve Fukušimě a analyzuje hlavní oblasti implementace opatření. Změny a opatření práce navrhne především u jaderných elektráren v ČR z pohledu zajišťování a zvyšování jaderné bezpečnosti, havarijní připravenosti a úpravy legislativních předpisů.

V diskuzi se práce věnuje zhodnocení a stavu jaderné energetiky a vlivu havárie v jaderné elektrárně Fukušimě na světovou energetiku a reakce České republiky a světa na tuto katastrofu a současný stav jaderné energetiky ve světě a v České republice.

Bakalářská práce vychází z dostupné odborné literatury, interních materiálů ČEZ, a.s. a právní úpravy platné k termínu zadání bakalářské práce (ČR legislativy a požadavky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost), mezinárodních standardů IAEA (MAAE), WENRA a zkušeností (Lesson Learned) z ostatních jaderných elektráren ve světě, které byly získány provedeným šetřením u dostupných zdrojů.

Při zpracování práce je využito teoreticko-metodické analýzy současného stavu nastavení havarijní připravenosti a syntézy získaných poznatků z havárie v jaderné elektrárně Fukušima. V analytické části práce definuje prostředky a metody k zajištění bezpečnosti a ochrany osob v základní oblasti jaderné bezpečnosti, požární ochrany, fyzické ochrany, radiační ochrany a havarijní připravenosti. V části syntetické práce utvoří na základě načerpaných informací, jak z odborné literatury, tak z praxe, ucelenou sumáž zkoumaných jevů. Jednotlivé kapitoly navzájem na sebe navazují a vytváří uspořádaný celek.

2 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST A OCHRANU OBYVATELSTVA

Vzhledem k provozu dvou jaderných elektráren v ČR patří bezpečnost a ochrana osob v jaderné elektrárně a obyvatelstva v okolí jaderné elektrárny k důležitému úkolu nejen státu, ale i držitele povolení pro její provoz. Jaderná elektrárna je z pohledu Atomového zákona (č. 263/2016 Sb., dále jen AtZ) jaderným zařízením, a proto se na držitele povolení pro její provoz vztahuje řada požadavků, které je nutné splnit.

Jedna ze základních zásad mírového využití jaderné energie, kterou tento držitel musí splnit, je ustanovena v §5, odstavec (1) AtZ⁴, kde je uvedeno „Každý, kdo využívá jadernou energii je povinen předcházet radiační mimořádné události, a nastane-li, zajistit dodržení postupů pro zvládání radiační mimořádné události a omezit její následky.“ Významné ustanovení je také v odstavci (2), AtZ⁵, kde je uvedeno „Každý, kdo využívá jadernou energii je povinen přednostně zajišťovat jadernou bezpečnost, bezpečnost jaderných položek a radiační ochranu a to při respektování stávající úrovně vědy a techniky a správné praxe.“ Tato dvě ustanovení lze chápat jako hlavní legislativní podnět, proč je bezpečnost a ochrana jaderné elektrárny na vysoké úrovni a neustále se požaduje její zlepšování.

Držitel povolení k činnostem souvisejícím s využíváním jaderné energie je povinen mimo jiné také zajistit a udržovat finanční a lidské zdroje potřebné k plnění povinností souvisejících s jadernou bezpečností, radiační ochranou, fyzickou ochranou, požární ochranou, havarijní připraveností (zvládání radiační mimořádné události)⁶.

V neustálém sledu nových bezpečnostních hrozeb se musí reagovat jednotlivými opatřeními a postupy s důrazem na ochranu obyvatelstva, která je vnímána jako nezbytná součást ochrany společnosti prostřednictvím legislativy⁷:

- Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

⁴ Zákon č. 263/2016 Sb., s. 3944.

⁵ Zákon č. 263/2016 Sb., s. 3944.

⁶ Zákon č. 263/2016 Sb., s. 3966- 3968.

⁷ KAVAN, Š. *Ochrana obyvatelstva I*. České Budějovice : Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2011. s. 47. ISBN 978-80-87472-06-4.

- Vyhláška Ministerstva vnitra č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva prostřednictvím integrovaného záchranného systému, který zasahuje při vzniku radiační mimořádné situace a koordinuje přípravu k provedení záchranných a likvidačních prací prostřednictvím havarijních plánů, které jsou součástí havarijní připravenosti
- Zákon č. 263/2016 Sb., zákon atomový zákon, účinný od 1. 1. 2017, stanovuje nové prováděcí předpisy k novému Atomovému zákonu, mezi nimiž je i nová vyhláška č. 359/2016 Sb.
- Vyhláška č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události, účinná od 1. 1. 2017⁸. Vyhláška změnila název z „havarijní připravenosti“ na „zajištění zvládnutí radiační mimořádné události“ a členění mimořádné události.

K těmto změnám vzhledem k účinnosti od 1. ledna 2017 je v bakalářské práci částečně přihlédnuto.

Mezi základní oblasti k zajištění bezpečnosti a ochrany osob ve vztahu k jaderné elektrárně tedy patří fyzická ochrana, požární ochrana, radiační ochrana, jaderná bezpečnost a havarijní připravenost. Požadavky a charakteristika těchto oblastí je uvedena v následujících jednotlivých kapitolách.

2.1 Jaderná bezpečnost

Jaderná bezpečnost je stav a schopnost jaderného zařízení a fyzických osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo úniku radioaktivních látek anebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezit následky nehod. Cílem jaderné bezpečnosti je zajistit přijatelnou úroveň ochrany lidského zdraví a životního prostředí při ekonomickém, spolehlivém a ekologickém provozu elektrárny. Pokud by došlo k úniku radioaktivních látek z jaderné elektrárny do okolního prostředí, způsobil by tento únik vážné ohrožení zdraví a bezpečnosti personálu elektrárny i obyvatelstva v jejím okolí.

Na základě tohoto uvědomění jsou jaderné elektrárny projektovány a provozovány v souladu s předpisy týkající se zajištění jaderné bezpečnosti s cílem splnit základní bezpečnostní funkce, které jsou následující:

⁸ Vyhláška č. 359/2016 Sb.

1. schopnost bezpečně odstavit reaktor a udržet jej v podmínkách bezpečného odstavení,
2. schopnost odvádět zbytkové teplo z aktivní zóny reaktoru,
3. schopnost minimalizovat případné úniky radioaktivních látek tak, aby nepřekročily stanovené limity⁹.

Základním předpokladem pro zajištění jaderné bezpečnosti je tedy plnění výše uvedených bezpečnostních funkcí a k jejich plnění je nutné využít dle AtZ §45, odstavce (1)¹⁰ tzv. principu hloubkové ochrany.

Pod principem hloubkové ochrany lze chápat použití vícenásobných fyzických ochranných bariér bránících úniku radioaktivních látek a zabezpečení integrity těchto bariér systémem vzájemně se doplňujících technických a organizačních opatření. Jednotlivé fyzické bariéry jsou tvořeny pevnou keramickou strukturou paliva, hermetickým kovovým pokrytím jaderného paliva, uzavřeným primárním okruhem a kontejnmentem (ochranná obálka). Kontejnment plní dvě základní funkce, chrání okolí elektrárny před následky případných technologických poruch spojených s úniky radioaktivních médií a současně chrání reaktor a další součásti primárního okruhu před vnějšími vlivy¹¹.

Dalšími důležitými principy pro zajištění jaderné bezpečnosti je princip diverzity, který spočívá v odlišném způsobu konstrukce systémů plnících stejnou bezpečnostní funkci nebo princip redundance, který se zakládá na zajištění plnění stejné bezpečnostní funkce vícenásobným zálohováním daného systému. K dalšímu ochrannému opatření je vzdálenost od elektrárny jako faktor ovlivňující ohrožení obyvatelstva. Tento faktor se zpracovává do havarijních plánů lokality elektrárny.

Jednou z technických a organizačních bariér ochrany do hloubky dle mezinárodních standardů MAAE¹² (INSAG-10) je systém provozních předpisů. Korektní používání provozních předpisů má za cíl eliminovat, případně minimalizovat selhání lidského činitele i technických prostředků. Provozní předpisy (PP) představují pět úrovní ochrany do hloubky a jednotlivé úrovně jsou definovány v tabulce č. 1.

⁹ Interní materiály ČEZ, a.s.

¹⁰ Zákon č. 263/2016 Sb., s. 3964.

¹¹ TÝN NAD VLTAVOU. *Vnější havarijní plán kraje* [online]. Týn nad Vltavou: Oficiální stránky města, 2013, 1. 12. 2013 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.tny.cz/vnejsi-havarijni-plan-kraje/d-2447>>.

¹² INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY GROUP (INSAG). *INSAG-10. Defence in Depth in Nuclear Safety* [online]. IAEA : 1998-2017. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://www-ns.iaea.org/committees/insag.asp>>.

Například třetí úroveň ochrany do hloubky je havarijní PP k řešení mimořádných stavů a vyznačuje se bezpečností systému, prvky technických ochran a havarijních předpisů. Návody pro řízení těžkých havárií řeší čtvrtou úroveň a havarijní plán zapracovává pátou úroveň ochrany do hloubky.

Tabulka 1 Úrovně ochrany do hloubky dle INSAG-10¹³

Úrovně ochrany do hloubky	Cíl	Základní prostředky pro dosažení cíle
Úroveň 1	Zabránění abnormálnímu provozu a poruchám	Konzervativní projekt a vysoká jakost výstavby, realizovaných projektových změn, údržby a provozu
Úroveň 2	Detekce poruch a řízení abnormálního provozu	Řídící, omezující a ochranné systémy, provozní systémy, AOPs
Úroveň 3	Řízení projektových havárií v rámci projektové báze	Bezpečnostní systémy, prvky technických ochran a havarijních předpisů
Úroveň 4	Zvládání závažných stavů elektrárny, včetně prevence rozvoje nadprojektových havárií a zmírnění následků nadprojektových havárií	Doplňková zařízení a řízení havárií
Úroveň 5	Zmírnění radiologických následků významných úniků radioaktivního materiálu do okolí	Vnější havarijní plány

Jednotlivé úrovně ochrany do hloubky jsou systematicky a efektivně nastaveny a propojeny ke zvýšení jaderné bezpečnosti.

2.2 Fyzická ochrana

Fyzická ochrana je systém technických a organizačních opatření zabraňující neoprávněným činnostem s jaderným zařízením nebo jaderným materiálem. Cílem fyzické ochrany je zabránit neoprávněným manipulacím s jaderným zařízením a jadernými materiály a ochrana majetku provozovatele elektrárny, které se dosahuje např. zamezením přístupu neoprávněných osob k citlivým zařízením elektrárny, administrativními a technickými opatřeními pro režimové chování oprávněných osob a formou represe – v tomto případě zavedením fyzické ostrahy a pohotovostní ochrany.

¹³ Vlastní překlad a zpracování na základě informací z údajů MAAE INSAG-10. *Defence in Depth in Nuclear Safety*. s. 16. [online]. IAEA : 1998-2017. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1013e_web.pdf>

Z hlediska fyzické ochrany se prostor elektrárny člení na střežený prostor, chráněný prostor a vnitřní prostor. Střežený prostor tvoří prostor, jehož obvod je ohraničen mechanickými zábranami, což je dvojité oplocení vybavené signalizací narušení oplocení a prostoru za oplocením. Chráněný prostor je uvnitř střeženého prostoru a jeho obvod je ohraničen mechanickými zábrannými prostředky a je střežen elektronickým systémem hlídání narušení bezpečnostního pásma u objektu. Vnitřní prostor je vlastně prostor budov a místností umístěných uvnitř chráněného prostoru, jehož stěny tvoří mechanické zábranné prostředky (např. reaktor, sklad čerstvého paliva).

Jednotlivé prostory elektrárny jsou zajišťovány fyzickou ostrahou, technickým systémem fyzické ochrany, mechanickými zábrannými prostředky a pohotovostní ochranou, kterou zabezpečuje Policie ČR. Fyzickou ostrahu tvoří ostraha jaderných zařízení a jaderných materiálů ve střeženém, chráněném nebo vnitřním prostoru zajišťovaná bezpečnostními pracovníky, kteří splňují požadavky podle zvláštního předpisu. Technický systém fyzické ochrany slouží ke sledování, vyhodnocování, monitorování a signalizaci narušení prostoru a k přenosu audiovizuální informace o narušení na řídicí centrum. Mechanickými zábrannými prostředky se rozumí ploty, stěny, zátarasy, mříže a další prostředky zadržující fyzické osoby při neoprávněném vniknutí nebo zabraňující neoprávněnému vjezdu dopravního prostředku do střeženého, chráněného nebo vnitřního prostoru jaderného zařízení.

Pro pohyb osob a vozidel ve střeženém prostoru elektrárny jsou stanoveny pravidla. Jedná se především o bezúhonnost osoby, která je odborně způsobilá a vybavená identifikační kartou, která se nosí na viditelném místě ve střeženém prostoru. Osoby a vozidla se musí podrobit kontrole bezpečnostními pracovníky. Osoba prochází rámcovým detektorem kovů před vstupem do střeženého prostoru. Před průchodem odevzdává veškeré kovové předměty na misku na dopravník, kde se ověřují v rentgenovém přístroji. Poté probíhá identifikace osoby pomocí identifikační karty a snímání geometrií ruky, která umožní projít turniketem. V případě neúspěchu je nablízku bezpečnostní pracovník zajišťující pořádek a kontrolu.

2.3 Požární ochrana

Požární ochrana představuje činnosti zahrnující např. legislativní, organizační, technická a výchovná opatření a směřuje k vyloučení nebo omezení rizik požárů a v případě jejich vzniku k zajištění jejich účinné likvidace. Rozděluje se na dvě části – preventivní a represivní. Preventivní část je činnost s důrazem na zabránění vzniku požáru a dosažení takových předpokladů, aby v případě vzniku požáru byly následky co možná nejmenší. Lze ji rozdělit do čtyř oblastí a představuje povinnosti pro osoby pracující na elektrárně a pohybující se v okolí.

První prevencí se vyznačuje zabránění vzniku požáru a spočívá v dodržování požárních opatření, znalostí Požárního řádu, technologického postupu, zajištění Povolení práce s otevřeným ohněm a včasném vypnutí a zapnutí čidel EPS. Spočívá v seznamování zaměstnanců s požárním nebezpečím (školení o požární ochraně 1 x rok pro zaměstnance), vedení k opatrnosti a dodržování zásad požární bezpečnosti. Další prevencí tvoří zamezení rozšiřování požáru a využívá se u plánů a projektů pro nové objekty vzhledem k požárnímu nebezpečí. Dále se vytvářejí požární úseky a přihlíží se ke stavu a hořlavosti zpracovávaných surovin a výrobků a jejich správnému skladování. U zabezpečení podmínek evakuace osob a materiálu se vyžadují evakuační cesty, jejich rozmístění a zabezpečení a zpracování požárně evakuačních plánů. Poslední oblastí prevence je zajištění podmínek pro rychlý a účinný hasební zásah. Je tvořen řádným spojením a ohlášením případného vzniku požáru, zřízením vodních zdrojů a komunikací k nim, zabezpečením objektů prostředky k hašení požáru a v organizování školení a výcviku v případě požáru.

Represivní část pokrývá technické prostředky požární ochrany (např. hasicí přístroje, požární hydranty, EPS a jejich použití) a profesionální jednotka HZSp s posláním chránit život a zdraví občanů a majetek před požáry a poskytovat účinnou pomoc při živelných pohromách a jiných mimořádných událostech¹⁴ a jejichž motto je „Každý má právo na život, lidský život je hoden ochrany...“¹⁵. Zásahová vozidla HZSp mají při výjezdu zapnutý výstražný systém a přednostní právo průjezdu. Pracovníci jsou povinni jim uvolnit cestu a dbát pokynů a povinností, které jsou v souladu se zákonem o požární ochraně a s vyhláškou o požární prevenci¹⁶.

¹⁴ HZS CR (CZ).pdf. *Hasičský záchranný sbor České republiky*. [online]. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.hzscr.cz/soubor/materialy-2015-hzs-cr-cz-pdf.aspx>>.

¹⁵ Listina základních práv a svobod, Hlava II, Čl. 6.

¹⁶ Zákon č. 133/1985 Sb., Vyhláška č. 246/2001 Sb.

2.4 Radiační ochrana

Radiační ochrana je systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření fyzické osoby a k ochraně životního prostředí před účinky ionizujícího záření. Radiační ochrana má za cíl ochranu pracovníků elektrárny a obyvatelstva před účinky ionizujícího záření v elektrárně a okolí elektrárny. Radioaktivita¹⁷ značí jev, který je důsledkem přeměny nestabilních jader některých prvků (radionuklidů) na jádra stabilnější. Tato přeměna je doprovázena uvolňováním energie ve formě částic, které dokáží dle schopnosti ionizovat prostředí a procházet jím.

Podle účinků na hmotu jej lze rozdělit na přímo ionizující (alfa, beta, protony) a nepřímo ionizující (gama, neutrony). Zdroje ionizující záření se dělí na přirozené, kam patří kosmické záření, radionuklidy v zemské atmosféře a umělé, které jsou výsledkem činností člověka (palivo v jaderném reaktoru, lékařství, rentgeny atd.). Ionizující záření působí negativně na lidský organismus a při nadměrném ozáření může způsobit poškození buněk doprovázený například vznikem rakoviny, a proto je nutné se před ionizujícím zářením chránit.

Na elektrárně mezi základní způsoby ochrany před ionizujícím zářením patří zabránění průniku radionuklidů do lidského organismu, zkrácení doby vnějšího ozáření, zvětšení vzdálenosti od vnějšího zdroje ozáření a dostínění vnějšího zdroje ozáření. Zdrojem všech radionuklidů na elektrárně je aktivní zóna reaktoru a vyhořelé jaderné palivo a jsou lokalizovány v kontrolovaném pásmu. Kontrolované pásmo představuje prostory, kde se může očekávat, že pracovníci obdrží dávku až na úrovni limitu pro radiačního pracovníka, který je 20 mSv¹⁸ (za rok obdrží člověk dávku z přirozeného pozadí 2,5 až 3,0 mSv¹⁹). V těchto místech platí zvláštní pracovní režim a činnosti jsou přísně kontrolovány a regulovány.

V případě prací se zvýšeným radiačním rizikem jsou přidělovány speciální ochranné pomůcky (rukavice, přilba, respirátory, návleky na obuv apod.) k zabránění kontaminace povrchu těla a vniknutí radionuklidů do těla. Pracovník má přidělen osobní dozimetr, který slouží ke sledování osobních dávek ionizujícího záření. Vstoupit lze do této zóny jen pouze přes tzv. hygienickou smyčku, kde se pracovník obléká do

¹⁷ ULLMAN V. *Jaderná a radiační fyzika. 1.2. Radioaktivita* [online]. Vojtěch Ullmann : 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika2.htm>>.

¹⁸ Vyhláška č. 422/2016 Sb., s. 6619-6620.

¹⁹ CHERNOBYLZONE.CZ. *Radiační dávky* [online]. ChernobylZone.cz : 2012 - 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://chernobylzone.cz/radiacni-davky/>>.

speciálních ochranných oděvů a poté svléká a zanechává ochranné oděvy v určených kontejnerech pro speciální čištění tohoto oblečení.

2.5 Havarijní připravenost

Havarijní připravenost (zvládnání radiační mimořádné události) je systém postupů a opatření k zajištění:

1. analýzy a hodnocení radiační mimořádné události, kterou je analýza v úvahu připadajících radiačních mimořádných událostí a hodnocení jejich dopadů,
2. připravenosti k odezvě na radiační mimořádnou událost,
3. odezvy na radiační mimořádnou událost a
4. nápravy stavu po radiační havárii.

Toto chápání pojmu havarijní připravenost se shoduje s původní definicí, pod kterou je chápána schopnost rozpoznat vznik radiační mimořádné události a při jejím vzniku plnit opatření stanovená havarijními plány²⁰.

Pojem mimořádná událost charakterizuje škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy a také havárie, jež ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí²¹. Jedním z typů mimořádných událostí jsou radiační mimořádné události, které jsou spojeny s únikem radioaktivních látek. Tento únik může způsobit ozáření obyvatelstva a životního prostředí a z pohledu radiační ochrany je nutné toto ozáření omezit na přijatelnou úroveň.

Pro řešení mimořádných událostí, které vyžadují vyhlášení třetího mimořádného stupně, nebo zvláštního stupně poplachu se zpracovává Havarijní plán kraje. K omezování následků při vzniku radiační mimořádné události se vypracovává Vnitřní havarijní plán JE, který popisuje činnosti a opatření provedených v areálu jaderné elektrárny. Pro okolí jaderné elektrárny mimo areál (tzv. zónu havarijního plánování) se zpracovává Vnější havarijní plán. Vzhledem k rozsahu informací se v následujících dvou kapitolách provede pouze analýza Vnitřního a Vnějšího havarijního plánu jaderné elektrárny Temelín.

²⁰ STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Krizové koordinační centrum* [online]. SÚJB : 2017 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW:<<https://www.sujb.cz/havarijni-pripravenost/krizove-koordinacni-centrum-kkc/krizove-koordinacni-centrum-kkc/>.

²¹ SMETANA M., KRATOCHVÍLOVÁ, D. ML., KRATOCHVÍLOVÁ, D. *Havarijní plánování*. Brno : Computer Press, a.s., 2010. s. 13. ISBN 978-80-251-2989-0.

2.5.1 Vnitřní havarijný plán JE Temelín

Vnitřní havarijný plán je dokument obsahující opatření k omezování následků při radiační mimořádné události na JE Temelín. Popisuje zejména vytvoření technicko-organizačních a personálních podmínek pro zjišťování vzniku MU, posuzování závažnosti MU, vyhlášení MU, řízení a provádění zásahu, způsoby omezení ozáření zaměstnanců a dalších osob, ověřování havarijní připravenosti a organizační struktura pro řízení a provádění zásahů²².

Zpracování Vnitřního havarijního plánu vychází z vyhlášky č. 318/2002 Sb.²³. Tato vyhláška ukládá držitelům povolení, jak má být havarijní připravenost jaderného zařízení zajištěna, ukládá požadavky na obsah Vnitřního havarijního plánu a obsah havarijního řádu pro přepravu a dopravu jaderných materiálů. Dokument zpracovává útvar havarijní připravenosti na jaderné elektrárně a schvaluje se útvarem havarijní připravenosti, řediteli obou elektráren a ředitelem útvaru bezpečnosti. Vnitřní havarijný plán je licenční dokument (neveřejný) a schvaluje jej SÚJB. Při každé změně, které mají dopad na zajištění HP, se musí aktualizovat. Poslední aktualizace Vnitřního havarijního plánu byla schválena v červnu 2014.

Pro posuzování závažnosti mimořádných událostí jsou podle vyhlášky č. 318/2002 Sb., mimořádné události členěny do tří klasifikačních stupňů (nová vyhláška č. 359/2016 Sb. drobně upravuje terminologii radiačních mimořádných událostí). Prvním stupněm je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřipustnému ozáření zaměstnanců a dalších osob nebo nepřipustnému uvolnění radioaktivních látek do prostor jaderného zařízení. Má omezený, lokální charakter a k jejímu řešení jsou dostačující síly a prostředky obsluhy nebo pracovní směny a při přepravě nedojde k úniku radioaktivních látek do životního prostředí.

Druhým stupněm je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřipustnému závažnému ozáření zaměstnanců a dalších osob nebo k nepřipustnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, které nevyžaduje zavádění neodkladných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí, její řešení vyžaduje aktivaci zasahujících osob držitele povolení a k jejímu zvládnutí jsou dostačující síly a prostředky držitele povolení, případně síly a prostředky smluvně zajištěné držitelem povolení.

²² Interní materiály ČEZ, a.s.

²³ Vyhláška SÚJB č. 318/2002 Sb., s. 6786 – 6787.

Třetím stupněm je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřijatelnému závažnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, vyžadující zavádění neodkladných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí, stanovená ve vnějším havarijním plánu a v havarijním plánu kraje. Událost třetího stupně je radiační havárií a její řešení vyžaduje kromě aktivace zasahujících osob držitele povolení a zasahujících osob podle vnějšího havarijního plánu, popřípadě havarijního plánu kraje zapojení dalších dotčených orgánů.

2.5.2 Vnější havarijní plán JE Temelín

Vnější havarijní plán JE Temelín je dokument obsahující opatření k omezování následků při radiační havárii na JE Temelín (3. stupeň radiační mimořádné události). Dokument slouží složkám IZS a orgánům havarijní připravenosti ke strategickému rozhodování při koordinaci záchranných a likvidačních prací.

Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje koordinuje a zabezpečuje zpracování Vnějšího havarijního plánu (VHP) jaderného zařízení JE Temelín. Zpracování vychází z podkladů žadatele o povolení a dále z dílčích podkladů od krajského úřadu a dotčených obcí. Případné spory při jeho projednávání řeší hejtman kraje, který má na starosti řešení mimořádných událostí v kraji. Vnější havarijní plán se zpracovává a předává v listinné a elektronické podobě a jeho prověření je 1x za 3 roky, ale v případě změny s dopadem na VHP se provádí ihned novelizace.

Vnější havarijní plán JE Temelín není veřejný dokumentem a jen skutečnosti, na které se nevztahuje povinnost mlčenlivosti, mohou být zveřejňovány. VHP byl schválen hejtmanem v listopadu roku 2001 po projednání s dotčenými obcemi a dotčenými správními úřady a jeho poslední novelizace byla schválena hejtmanem Jihočeské kraje dne 28. 05. 2013 a stala se platnou od 1. 1. 2014²⁴.

Velikosti zóny havarijního plánování, pro niž je Vnější havarijní plán zpracováván, stanovuje SÚJB na základě návrhu držitele povolení podle výsledků rozborů možných následků radiační havárie a současně s radiologickými důsledky. Toto území je důležité pro plánování opatření na ochranu obyvatelstva, k vyrozumění orgánů a organizací k varování obyvatelstva, pro ukrytí, použití jódové profylaxi a regulaci

²⁴ HZS JIHOČESKÉHO KRAJE. *Vnější havarijní plán Jaderné elektrárny Temelín* [online]. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR : 2017 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW:<<http://www.hzscr.cz/clanek/vnejsi-havarijni-plan-jaderne-elektrarny-temelin.aspx>.

pohybu osob²⁵ (Příloha I Zóna havarijního plánování pro JE Temelín). Zóna havarijního plánování JE Temelín pokrývá celkem 32 obcí. Vnější část ZHP se vymezuje plochou kruhu o poloměru 13 km od středu kontejnmentu 1. výrobního bloku JE Temelín a územím obcí, které se nacházejí na hranici uvedeného kruhu. Vnitřní část ZHP je určena v rozsahu o poloměru kruhu 5 km se středem v kontejnmentu 1. výrobního bloku JE Temelín a územím obcí, které se nacházejí na hranici uvedeného kruhu pro opatření k přípravě a provedení evakuace obyvatelstva. Do vnitřní části ZHP byly zahrnuty i větší obce ležící na rozhraní vnitřní a vnější části ZHP.

Způsob zpracování a obsah VHP je stanoven vyhláškou č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení IZS²⁶, která člení VHP na textovou a grafickou část. Textová část se rozděluje na informační, operativní a plány konkrétních činností. Informační část popisuje obecnou charakteristiku JE Temelín a území (např. geograficky, demograficky a klimaticky), seznam obcí, včetně přehledu počtu obyvatel a seznam právnických a podnikajících fyzických osob, které jsou zahrnuty do VHP. Mimo jiné popisuje systém klasifikace mimořádných událostí podle vnitřního havarijního plánu a požadavky na ochranu obyvatelstva a životního prostředí ve vztahu k zásahovým úrovním při radiační havárii.

Další část je operativní, které např. popisuje úkoly dotčených správních úřadů, obcí, složek a způsob koordinace řešení radiační havárie, způsob zabezpečení informačních toků při řízení likvidace následků radiační havárie a zásady činnosti při rozšíření, nebo možnosti rozšíření následků radiační havárie mimo zónu havarijního plánování. Poslední část identifikuje ostatní plány konkrétních činností, které jsou např. Plán vyzoomění, Plán varování obyvatelstva, Plán záchranných a likvidačních prací, Plán ukrytí obyvatelstva, Plán evakuace osob a Traumatologický plán.

Opatření stanovená ve Vnějších havarijním plánu navazují na Vnitřní havarijní plán a vzájemné vazby obou plánů havarijní připravenosti jsou projednány držitelem povolení, Krajským úřadem Jihočeského kraje a s dotčenými obecními úřady obcí za účasti Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB).

²⁵ TÝN NAD VLTAVOU. *Vnější havarijní plán kraje* [online]. Tým nad Vltavou: Oficiální stránky města, 2013, 1. 12. 2013 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.tnv.cz/vnejsi-havarijni-plan-kraje/d-2447>>.

²⁶ Vyhláška Ministerstva vnitra č. 328/2001 Sb.

2.5.3 Ochranná opatření

Pro omezení ozáření obyvatelstva a životního prostředí jsou v havarijních plánech definovaná tzv. ochranná opatření. Ochranná opatření se rozdělují na neodkladná ochranná opatření, kterými jsou zejména ukrytí, použití jódové profylaxe, evakuace a následná ochranná opatření, kterými jsou zejména přesídlení obyvatel, omezení používání radionuklidem kontaminovaných potravin a vody, omezení používání radionuklidem kontaminovaných krmiv. Jejich zaváděním je dosaženo požadavků radiační ochrany v případě radiační mimořádných událostí. Tato kapitola je zaměřena na ochranná opatření v areálu elektrárny pro osoby, které pracují nebo se nacházejí v areálu jaderné elektrárny.

Po zjištění vzniku mimořádné události a její klasifikaci, která určuje stupeň závažnosti mimořádné události (1. a 2. stupeň MU se týká pouze omezené části zaměstnanců a osob v postiženém objektu, ale 3. stupeň MU je určen pro celý areál JE a varují se i obyvatelé v zóně havarijního plánování) se provádí ihned varování zaměstnanců, kontaktují se zasahující osoby a vyrozumívají se orgány státní správy a státního dozoru (SÚJB). Mezi technické prostředky k varování patří vnější sirény, vnitřní sirény, provozní a závodní rozhlas (Dukovany), závodní rozhlas (Temelín), telefonní síť, elektronická pošta a radiová síť.

K varování personálu a dalších osob se používá signál „Všeobecná výstraha“, který vyniká kolísavým tónem sirény v délce trvání 140 sekund²⁷ (Příloha II). Signál sirén je následně doplňován upřesňujícími informacemi od směnového inženýra nebo od havarijního štábu o příčinách vyhlášení MU s pokyny pro personál a ostatní osob nacházející se na JE.

Ke shromažďování a ukrytí zaměstnanců na elektrárně slouží kryty a shromaždiště, které představují ochranu proti účinkům radioaktivních látek a případně i bojových látek. Technické vybavení krytu umožňuje provoz minimálně po dobu 72 hodin a mezi základní vybavení patří dozimetrické přístroje pro měření povrchové kontaminace, náhradní oblečení, prostředky jódové profylaxe atd. Předání věci provádějí členové krytového družstva na základě potřeb a požadavků.

V elektrárně Temelín slouží k shromažďování osob shromažďovací místa (27 požárně-evakuačních shromaždišť a 3 areálová) a 4 kryty s celkovou kapacitou cca 1700 osob. Každý zaměstnanec je proškolen a seznámen se svým místem ukrytí

²⁷ SMETANA M., KRATOCHVÍLOVÁ, D. ML., KRATOCHVÍLOVÁ, D. Havarijní plánování. Brno : Computer Press, a.s., 2010. s. 138-139. ISBN 978-80-251-2989-0.

(shromáždění) a při vyhlášení MU je povinen se do něj na základě pokynů směnového inženýra, respektive pokynů havarijního štábu odebrat a dodržovat pravidla chování ukryvaných/shromážděných osob.

Jódová profylaxe požitím tablet se provádí na příkaz směnového inženýra nebo havarijního štábu. Jedná se vlastně o nasycení štítné žlázy neaktivním jódem, čímž se zabrání přístupu radioaktivního jódu. Zaměstnanci a obyvatelé v zóně havarijního plánování dostávají 1 balení jodidu draselného, a pokud z nějakého důvodu nemá zaměstnanec tablety k dispozici na pracovišti, budou mu vydány v krytu z místně uložených rezervních zásob.

V případě vzniku mimořádné události 3. stupně se vyhláší evakuace za účelem opuštění ohroženého území. Zaměstnanci jsou dle pokynu směnového inženýra nebo havarijního štábu přizváni do evakuačního autobusu, který je opatřen ochrannými a dozimetrickými prostředky. Řidič autobusu je seznámen s evakuační trasou, která je v souladu s Vnějším havarijním plánem a výběr trasy je operativně řešen dle radiační situace. V případě, že se radioaktivní látky ještě nedostaly do ovzduší, se může použít samoevakuace, což znamená, že zaměstnanci mohou použít své vozidlo nebo služební, které je způsobilé k jízdě, a jsou si vědomi stanovené evakuační trasy.

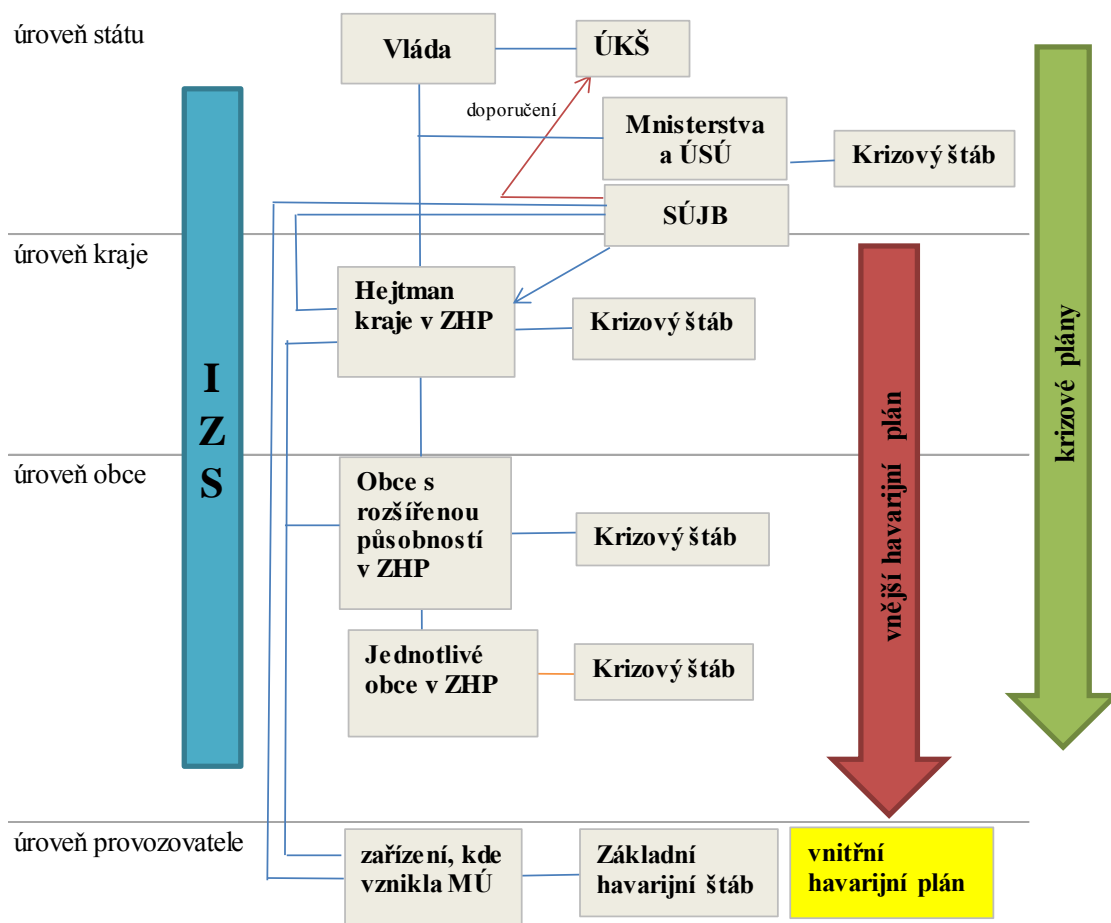
2.5.4 Odpovědnosti organizací a subjektů zapojených do systému havarijní připravenosti a havarijní odezvy

Základní požadavek na spolupráci s orgány státní správy a případně další organizace podílející se na zásazích je mít uzavřené smlouvy mezi sebou. Držitel povolení je povinen předat složkám, které jsou určeny k přímému zásahu v areálu JE, podklady k provedení požadovaných činností a dále vytvořit podmínky k seznámení zaměstnanců s těmito složkami v areálu JE.

Na jaderné elektrárně za koncepční zajištění havarijní připravenosti odpovídá Základní havarijní štáb JE (ZHŠ). Rozhoduje např. o opatřeních preventivního charakteru k zajištění havarijní připravenosti JE, řeší odstraňování následků a obnovy zařízení. Nicméně na zajištění vnější havarijní připravenosti se podílí celá řada orgánů a organizací jak na národní, tak lokální úrovni. Při výskytu mimořádné události a následném řešení vzniklé MU jedná jaderná elektrárna dle obrázku č. 1 např. s vnějšími orgány a organizacemi jako SÚJB (Krizový štáb), s Krajským úřadem, s obcemi s rozšířenou působností (Temelín - České Budějovice, Písek, Prachatice,

Tábor, Týn nad Vltavou a Vodňany) a se složkami IZS (Hasičským záchranným sborem, Policií a bezpečnostní službou).

Obrázek 1 Základní schéma struktury havarijní odezvy ČR při vzniku radiální havárie²⁸



Krajský úřad zabezpečuje koordinaci vnější havarijní připravenosti všech obcí s rozšířenou působností, jejichž území zasahuje do zóny havarijního plánování (ZHP). Hejtman příslušného kraje řídí se starosty dotčených obcí s rozšířenou působností veškeré činnosti spojené se zajištěním vnější havarijní připravenosti v celé ZHP a rozhoduje o vyhlášení a realizaci opatření na ochranu obyvatelstva. Jako poradní orgán mu slouží Krizový štáb kraje. Vyhlášení neodkladných ochranných opatření

²⁸ Vlastní zpracování na základě informací dostupných z údajů *Národní zprávy České republiky k havarijní připravenosti a odezvě* [online]. Praha : SÚJB, březen 2014 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z WWW: <http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/Zprava_EPR_final_cz.pdf>.

provádí na základě doporučení Krizového štábu SÚJB zpracovaných z výsledků radiačního monitorování a dalších podkladů poskytovaných jednotlivými složkami radiační monitorovací sítě.

Krizový štáb SÚJB²⁹ řídí činnost při všech krizových situacích prostřednictvím celostátní radiační monitorovací sítě České republiky a zabezpečuje nezávislé hodnocení radiačních projevů vzniklé radiační mimořádné události. Na základě výsledků monitorování jednotlivých složek monitorovací sítě České republiky poskytuje podklady pro rozhodování Krizového štábu kraje nebo Ústředního krizového štábu o opatřeních k ochraně obyvatelstva.

ČEZ, a. s. poskytuje, v případě radiační havárie na jaderné elektrárně, Krizovému štábu kraje prostřednictvím havarijního štábu potřebnou součinnost, data a informace nezbytné pro posouzení závažnosti vzniklé situace. Pro zajištění součinnosti odesílá jaderná elektrárna do Krizového štábu kraje svého zástupce.

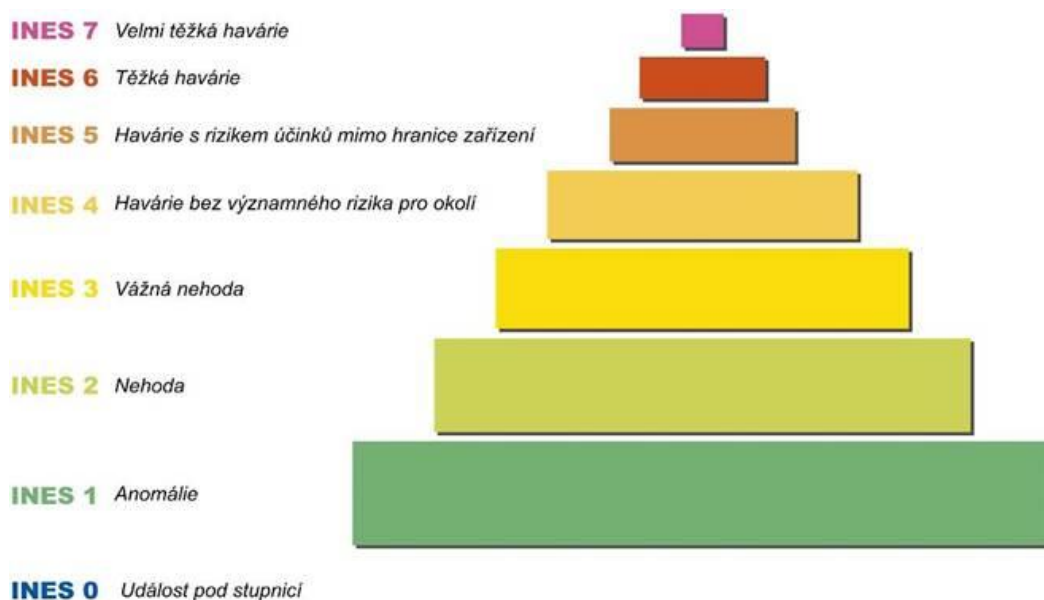
²⁹ Interní materiály ČEZ, a.s.

3 NEJZÁVÁŽNĚJŠÍ JADERNÉ UDÁLOSTI NA JADERNÝCH ELEKTRÁRNÁCH

Havárie nebo nehoda jaderného zařízení, ať již byla způsobena zařízením nebo člověkem, je vždy poučením pro ostatní provozovatele jaderných elektráren. K vyhodnocení závažnosti jaderných událostí slouží mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí (INES)³⁰, která byla vytvořena Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (MAAE). Klasifikace umožňuje srozumitelnou a pohotovou komunikaci s dotčenými orgány státní správy a veřejností v terminologii, která je v souladu s bezpečnostní závažností událostí hlášených na jaderných zařízeních.

V mezinárodní stupnici INES udávající 7 stupňů, stupeň 1 se označuje jako anomálie, stupeň 2 nehoda a stupeň 3 jako vážná nehoda. Stupeň 1 až 3 jsou stupně, při nichž nedochází k uvolnění radioaktivity do okolí. Stupně 4 až 7 se označují jako havárie. Tyto události mají za vážný následek uvolnění radioaktivity do okolí. Stupeň 4 udává havárii v jaderném zařízení, stupeň 5 havárie s účinkem na okolí, stupeň 6 závažné havárie a nejvyšší stupeň je označen jako velká havárie. Události, které vůbec nesouvisí s bezpečností, se označují jako události mimo stupnici.

Obrázek 2 Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí (INES)³¹



³⁰ HANDRLICA, J. *Jaderné právo*. Praha : Auditorium, 2012. s. 53. ISBN 978-80-87284-33-9.

³¹ Dostupné z interních materiálů ČEZ, a.s.

Mezi nejvýznamnější jaderné události patří např. havárie Windscale, ve Velké Británii (1957), havárie v Jaslovských Bohunicích A-1 na Slovensku (1977), havárie v Three Mile Island v USA (1979), havárie v Černobyli v bývalém SSSR (1986) a poslední významná havárie ve Fukušimě v Japonsku (2011) způsobená vlnou cunami, detailněji je zobrazeno v příloze (Příloha III). U tří významných jaderných událostí se provede analýza v dalších kapitolách.

3.1 Havárie Three Mile Island

Elektrárna se jmenuje podle ostrova, na kterém je umístěna a ostrov se nachází uprostřed řeky Susquehanna přibližně 16 km od Harrisburgu, hlavního města státu Pensylvánie v USA. Jaderná elektrárna má dva tlakovodní reaktory o výkonu 1000 MW označené TMI-1 a TMI-2, což jsou principiálně stejné typy jako v elektrárně Temelín. Reaktor TMI-1 byl uveden do provozu 2. září 1974 a funguje doposud. Plánovaný provoz má až do roku 2034. Druhý reaktor TMI-2 byl do provozu uveden 30. prosince 1978³².

„Bylo brzy ráno 28. 3. 1979, když několik napájecích čerpadel přestalo pracovat na 2. bloku jaderné elektrárny Three Mile Island, blízko Harrisburgu v Pensylvánii. Tímto začal řetězec událostí vedoucí k americké nejzávažnější jaderné havárii a více než porucha jaderného reaktoru se tato nehoda stala symbolem „TMI“ - nesmazatelně vryta do veřejné mysli“, popisuje autor REES³³ ve své knize.

Z důvodu nepracujících napájecích čerpadel nebylo možné dopravit chladicí vodu do parogenerátorů. Přestalo se odvádět teplo z primárního okruhu a tím byla porušena jedna ze základních bezpečnostní funkcí - schopnost odvádět teplo z aktivní zóny reaktoru. Tlak a teplota v primárním okruhu rostly a reaktor byl odstaven plným spuštěním regulačních tyčí. Tlak v reaktoru klesl, ale pojišťovací ventil sloužící ke snížení tlaku se automaticky nezavřel a následkem toho dále klesal tlak v primárním okruhu, což vyvolalo var vody v aktivní zóně. Během 12 hodin od začátku havárie proběhlo několik operací k zastavení havárie. Operátoři zavřeli pojišťovací ventil, byl obnoven provoz vysokotlakého systému havarijního chlazení. Bylo registrováno několik slabých výbuchů v kontejnmentu, které byly způsobeny vodíkem, který se při

³² MIK, M. *Jaderné havárie*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav, 2013. Ing. Matějková J. s. 29. Dostupné také z WWW: <http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=65705.

³³ REES, V. J. *Hostages of each other*. Chicago : The University of Chicago 1994, vlastní překlad. s. 1-2. ISBN-13: 978-0-226-70668-7.

vypouštění vody z primárního okruhu dostal do kontejnmentu. Guvernér Pensylvánie nařídil evakuaci blízkého okolí a přípravu všeobecné evakuace. Poté dorazili specialisté ze státního dozoru a převzali řízení provozu. Byl obnoven provoz hlavních cirkulačních čerpadel, reaktor byl pod kontrolou.

Komise pro vyšetření havárie zjistila, že příčinou byla porucha čerpadla sekundárního potrubí a následné zablokování pojistného ventilu a selhání náhradních čerpadel. Následkem bylo přehřátí reaktoru a únik radioaktivních plynů do okolí (cca 2,5 miliónu curie - $9,25 \times 10^{16}$ Bq radioaktivního plynu). Největším dopadem byl ale veřejný psychický šok umocněný nezodpovědnou prací hromadných sdělovacích prostředků, které způsobily ve světě negativní reakci na jadernou výstavbu. Například byla zastavena stavba rakouské elektrárny Zwendendorf a přijata legislativa zakazující užívání jaderné energie na rakouském území. Nehoda byla označena stupněm INES 5.

3.2 Černobylská havárie

Výstavba Černobylské elektrárny byla zahájena v 70. letech 20. století. Všechny reaktory byly typu RBMK-1000. Tento typ byl vyvinut v 60. letech ve výzkumném ústavu V. I. Kučatova. Jeho označení představuje zkratku ruského výrazu „Reaktor Bolšoj Moščnosti Kanálnyj“³⁴, což znamená „kanálový reaktor vysokého výkonu“. Reaktor číslo 1 byl dokončen v roce 1977, číslo 2 v roce 1978, reaktor číslo 3 v roce 1981. Stavba 4. bloku jaderné elektrárny byla dokončena v prosinci 1983 a provoz byl zahájen již 20. prosince. To bylo velmi nečekané, neboť po dokončení jaderného bloku se zpravidla zhruba půl roku provádějí testy jednotlivých částí, a teprve poté je elektrárna spuštěna. I to byl jeden z důvodů, který přispěl k havárii v této elektrárně.

„Exploze 4. bloku Černobylské elektrárny se řadí mezi nejzávažnější jaderné havárie v historii. Radiační spád ovlivnil životy tisíce obyvatel z bývalé SSSR a rozšířil se do celé Evropy“, citují autoři SMITH a BERESFORD³⁵. Nehoda se stala 26. 4. 1986 v noci. Ve 4. reaktoru se spustila katastrofální parní exploze, která vyústila v požár a v sérii dalších explozí a roztavení jádra reaktoru.

³⁴ MIK, M. *Jaderné havárie*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav, 2013. Ing. Matějková J. s. 14. Dostupné také z WWW: <http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=65705.

³⁵ SMITH, J., BERESFORD, N. A. *Chernobyl - Catastrophe and Consequences*. Germany : Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK 2005, vlastní překlad. s. 1-5. ISBN 3-540-23866-2.

K havárii došlo při experimentu, který měl ověřit setrvačný běh turbogenerátoru při rychlém uzavření přívodu páry do turbíny k napájení bezpečnostních systémů reaktoru v případě výpadku energie z reaktoru i vnějších zdrojů elektrické energie. Vzhledem k nízké kvalitě konstrukce reaktoru a chybám, které udělali operátoři, když porušili pracovní procedury zajišťující bezpečný chod elektrárny, se stala katastrofa. Stejně jako v Three Mile Island byla největším faktorem lidská chyba – elektrárenští operátoři nebyli dostatečně proškolení a obeznámeni s mnoha vlastnostmi reaktoru.

Jedním důvodem k příčině havárie byla nedostatečná komunikace mezi vedoucími a operátory ohledně příkazu vykonat noční experiment. Nepochopitelným zanedbáním bylo vyřazení několika bezpečnostních systémů z provozu (systém havarijního chlazení, systém automatického odstavení reaktoru), které by odpovídajícím způsobem automaticky zasáhly a pravděpodobně by havárii předešly. Došlo tedy k významnému porušení provozních předpisů³⁶ a tím byla porušena jedna ze základních bezpečnostních funkcí - schopnost bezpečně odstavit reaktor a udržet jej v podmínkách bezpečného odstavení.

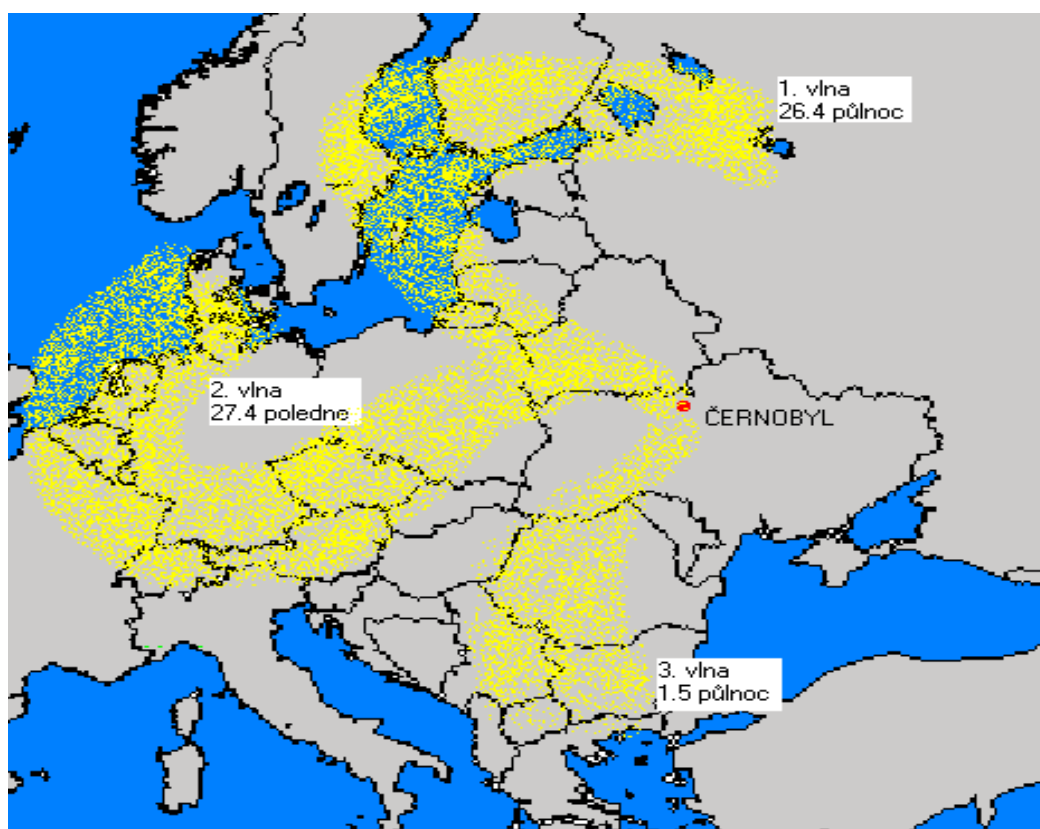
Rozsah tragédie byl navýšen nekompetencí místního vedení a nedostatkem náležitého vybavení. Nikdo nenosil ochranný oblek, hasiči nevěděli po příjezdu, že sutiny a kouř jsou nebezpečně radioaktivní. Tito lidé při hašení a úklidu utrpěli ozáření o velmi vysokých dávkách a zemřeli během pár měsíců. Když konečně po 24 h od exploze dorazil inspektor, musel připustit zničení reaktoru a přikázat evakuaci blízkého města Pripjat'. K dalšímu opomenutí došlo, když sovětská vláda poslala na místo pracovníky (likvidátory), bez patřičných ochranných pomůcek, kteří nebyli obeznámeni s nebezpečím radiace. Trosky vyvržené z reaktoru byly jimi posbírány a házeny zpět do kráteru reaktoru. Reaktor byl zasypán pískem z helikoptéry, který způsobil propad střechy a únik radiace do ovzduší. Nevyhnutelným řešením nastalé situace byla výstavba velkého betonového sarkofágu kolem reaktoru.

Více jak 200 000 likvidátorů pracovalo na vyčišťovacích pracích během nejvyšší radiační expozice v roce 1986 – 1987 a obdrželi průměrnou dávku kolem 100mSv (limit pro radiačního pracovníka činí 20 mSv za rok). 116 000 obyvatel bylo evakuováno od konce dubna do poloviny srpna 1986. V okruhu do 30 km elektrárny byla vytvořena zakázaná zóna o rozloze 4300km.

³⁶ BARAN, V. *Jaderná energetika a další problémy moderní civilizace*. Praha : Academia, 2002. s. 32. ISBN 80-200-1048-3.

Vzniklý radioaktivní mrak po explozi reaktoru se dostal větrem nejdříve nad Skandinávii, kterou přeletěl a vrátil se zpět do místa svého vzniku, ale ještě ve stejný den havárie změnil vítr směr a vál přes Polsko přibližně směrem na tehdejší Československo a na Rakousko. Radioaktivní mrak se odrazil od Alp a přešel naše území ještě jednou, směrem na Polsko. Druhá velká vlna zasáhla Bulharsko³⁷. Situaci radioaktivního spadu je znázorněna na níže uvedeném obrázku:

Obrázek 3 Černobylský radioaktivní spad nad Evropou³⁸



Dopady na zdraví osob a na životní prostředí jsou vlivem radioaktivního spadu dodnes měřitelné a nejzávažnější v historii. Jedním z dlouhodobých důsledků kolektivního ozáření je zvýšený výskyt leukémie a rakoviny štítné žlázy u osob, které byly v době havárie dětmi³⁹. V západní Evropě měla černobylská havárie za následek vlnu hysterie proti jaderné energetice. V Itálii v referendu odmítli další rozvoj jaderné energie, ve Švýcarsku bylo vyhlášeno odložení výstavby nových jaderných zařízení,

³⁷ KOSTKA T. *Havárie v jaderné elektrárně ČERNOBYL* [online]. Ing. Tomáš Kostka [cit. 2017-03-10]. Dostupné z WWW: <<http://chernobyl.euweb.cz/>>.

³⁸ Obrázek dostupný z WWW: <<http://chernobyl.euweb.cz/>>.

³⁹ SMITH, J., BERESFORD, N. A. *Chernobyl - Catastrophe and Consequences*. Germany : Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK 2005, vlastní překlad. s. 218-225. ISBN 3-540-23866-2.

taktéž se stalo v Polsku a v Nizozemí. Havárie byla označena nejvyšším, sedmým stupněm INES a po první půlstoletí byla klasifikovaná jako jediná velká jaderná havárie, než Japonsko zasáhlo dále zmíněné zemětřesení...

3.3 Havárie ve Fukušimě Dai-ichi

Japonská jaderná elektrárna Fukušima I/Dai-ichi se nachází na pobřeží Tichého oceánu v prefektuře Fukušima. Výstavba elektrárny byla zahájena v roce 1966 a poslední 6. blok byl uveden do provozu v roce 1971. Je tvořena šesti varnými reaktory (BWR) o celkovém výkonu 4 696 MW⁴⁰. Jaderná elektrárna Fukušima II se skládá ze čtyř varných reaktorů, které poskytují dohromady výkon 4400 MW. Výstavba byla započata v roce 1976 a poslední blok byl připojen do sítě v roce 1986. Elektrárna leží 12 km od jaderné elektrárny Fukušima I. Všechny reaktory jsou provozovány společností TEPCO.

„Zemětřesení a následné cunami zasáhlo severovýchodní Japonsko dne 11. března 2011 v 14:46 hodin místního času (6:46 hodin středoevropského času). Bylo to největší přístrojově zaznamenaná zemětřesení v Japonsku a páté největší zemětřesení na světě po roce 1900, odkdy se provádějí záznamy. Jeho velikost dosáhla momentového magnituda 9,0 (veřejnosti známější devítka ve starší Richterově stupnici)“, popisuje autor WAGNER⁴¹ den, kdy došlo k velké havárii označené stupnicí INES 7.

Samo zemětřesení nebylo takovým problémem, i když v tomto případě mělo vliv na celou planetu, došlo k posuvu pólů zhruba o 16cm a zkrácení délky dne o mikrosekundu. V Japonsku jsou zvyklí na zemětřesení a budovy jsou projektovány tak, aby při zemětřesení obstály. Jakmile začnou otřesy půdy, jaderné reaktory se automaticky zastaví. Obyvatelé jsou znalí zemětřesení a vědí, jak se mají chovat. Katastrofu způsobila obrovská vlna cunami, která zaplavila zhruba 561km² japonského pobřeží a stala se největší vlnou cunami za posledních 128 let.

Co se ten den událo? v momentě otřesu zapracovaly reaktory perfektně, odstavily se a štěpná reakce byla zastavena. Během zemětřesení došlo k výpadku vnějšího zdroje střídavého proudu, který byl přepojen na náhradní zdroje elektrické

⁴⁰ MIK, M. *Jaderné havárie*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav, 2013. Ing. Matějková J. s. 20-21. Dostupné také z WWW: <http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=65705.

⁴¹ WAGNER, V. *Fukušima i poté*. Praha : Novela bohemia, 2015. s. 25. ISBN 978-80-87683-45-3.

energie - dieselagregáty zajišťující elektrickou energii pro čerpadla v chladicích systémech, protože i odstavený reaktor je stále nutné dochlazovat. Do této doby všechny systémy splnily očekávání a fungovaly podle projektové situace na zemětřesení. Pak ale dorazila k pobřeží vlna cunami, kterou v takové míře a velikosti nikdo nečekal. V oblasti elektrárny dosáhla vlna výšky 14m, ale vlnolam byl postaven na výšku 6m. Takže i když elektrárny byly postaveny kvalitně, došlo zásahem vlny cunami k úplnému nebo částečnému zalití elektrárny vodou (viz obrázek 4) a zničení náhradních energetických zdrojů, hlavně dieselových agregátů, což způsobilo vážný problém.

Obrázek 4 Zaplavená vnitřní část elektrárny mezi budovami⁴²



(Snímek byl pořízen pracovníkem elektrárny v 15:53 japonského času)

Po vypnutí štěpné reakce se v palivu stále produkuje tepelná energie, která se musí odvádět a reaktor se musí stále chladit. Po vyřazení dieselagregátů vlnou cunami, fungoval pouze jeden dieselagregát. Systém se přepnul na záložní baterie fungující pouze několik hodin a navíc řada z nich spolu s elektrickými rozvody byla zničena mořskou vodou. Baterie mají dostatečný výkon po určitou dobu a napomáhají k odvodu tepla z aktivní zóny reaktoru pomocí systému izolovaného dochlazování aktivní zóny (RCIC) nebo kondenzátoru (IC). Tento systém není tak efektivní a dochází k velké

⁴² Obrázek dostupný z WWW: <http://www.osel.cz/6360-zprava-komise-japonskeho-parlamentu-o-havarii-ve-fukusime-i.html>.

přeměně na páru, což způsobuje tlak v kontejnmentu a lehce radioaktivní pára se musí odpouštět ven.

U novějších bloků Fukušima II se podařilo obnovit funkci elektrického napájení dostatečně brzo, horší stav nastal u Fukušimy I, kde čerpadla nefungovala. Nefunkční čerpadla nebyla schopna dodávat chladicí vodu pro odvod zbytkového tepla. Byla tudíž porušena jedna ze základních bezpečnostní funkcí - schopnost odvádět zbytkové teplo z aktivní zóny reaktoru. Následkem toho došlo k poškození a tavení aktivní zóny současně u tří reaktorů. Činnosti vedoucí ke zmírnění následků byly provázeny komplikovaným a stresujícím prostředím vzhledem ke zničené infrastruktuře po cunami (obrovské množství sutin, výpadky elektrické energie, neschopnosti provozu zařízení a osvětlení, nefungující komunikační síť mezi elektrárnou a mimo elektrárnu, výbuchy vodíku a požárů, zvýšení hladiny radiace atd.). Pracovníci na místě pracovali za velmi těžkých podmínek a okolností, které nebyly očekávány, předvídaný a popsány v havarijních plánech⁴³.

„V důsledku havárie bylo evakuováno 150 tisíc obyvatel. Ukázalo se, že na evakuaci je potřeba mít dobře připraveny evakuační plány. To nebylo, což vedlo k tomu, že část lidí byla ozářena zbytečně, například proto, že byli evakuováni vícekrát, i tak ale naprostá většina obyvatel obdržela přijatelné dávky“, pronesla předsedkyně Státního úřadu pro jadernou bezpečnost Dana Drábová během pracovního setkání představitelů a vyzdvihla důležitost havarijního plánování⁴⁴.

Havarijní plánování ukázalo na nedostatečně stanovenou zónu havarijního plánování, která dokazuje únik radiace ze zóny havarijního plánování (Příloha IV) a rozsáhlou kontaminaci půdy. Místní obyvatelé mají dodnes psychické a sociální potíže a obávají se vrátit zpět do svých domovů. Pořád existuje zóna, kde probíhají dekontaminační práce a intenzita radiace je zde vyšší než přírodní pozadí v České republice. Havárie ukazuje, že se podcenila síla přírody a dopady živelních katastrof. I na to se musí společnost do budoucna připravit.

⁴³ IAEA. *The Fukushima Daiichi Accident : Emergency Preparedness and Response*. Technical Volume 3/5. Viena : International Atomic Energy Agency, 2015. vlastní překlad. s. 13. ISBN 978-92-0-107015-9 (set).

⁴⁴ TEMELÍNKY. On-line časopis pro jaderné elektrárny. *Odborníci se shodují: "Musíme být připraveni na nejhorší situace"*. [online]. ČEZ, a.s. : 2017 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.temelinky.cz/cs/clanky/odbornici-se-shoduji-musime-byt-pripraveni-na-nejhorsí-situace-553.html>>.

4 OPATŘENÍ V DŮSLEDKU HAVÁRIE VE FUKUŠIMĚ V ČR

Po jaderné havárii ve Fukušimě v Japonsku se společnost opětovně zaměřila na opatření, které je třeba přijmout za účelem snížení rizika a zajištění co nejvyšší úrovně jaderné bezpečnosti. V březnu 2011 provedly příslušné vnitrostátní dozorné orgány spolu s Evropskou komisí na základě závěrů Evropské rady v rámci Skupiny evropských dozorných orgánů pro jadernou bezpečnost (ENSREG⁴⁵), komplexní posouzení rizik a bezpečnosti jaderných elektráren („zátěžové testy“)⁴⁶. Výsledky identifikovaly řadu možností pro zlepšení, jež by mohly být v zúčastněných zemích zahrnuty do přístupů k jaderné bezpečnosti a provozních postupů. Pro jadernou elektrárnu Temelín a Dukovany jsou zmíněny v další podkapitole 4.1.

Dalším požadavkem bylo přezkoumat stávající právní a regulační rámec pro bezpečnost jaderných zařízení a navrhnout zlepšení, která se budou jevit jako nezbytná. Většině států využívajících jadernou energii bylo jasné, že mezinárodní spolupráce v oblasti dalšího rozvoje a pokroku je prioritou k dosažení kvalitnějších standardů jaderné bezpečnosti⁴⁷. Standardy a jejich dodržování kontroluje příslušný dozorný orgán, který je fakticky nezávislý v rozhodování o věcech týkajících se výkonu dozoru. K zajištění vysoké úrovně jaderné bezpečnosti je důležité, aby příslušný dozorný orgán byl schopen vykonávat své pravomoci nestranně, transparentně a nesmí být ovlivňován. V České republice je tímto dozorným orgánem Státní úřad pro jadernou bezpečnost, jehož činnost se popisuje v podkapitole 4.2.

Podkapitola 4.3 se zabývá havarijní připraveností, kde jsou stanovena nápravná opatření z Fukušimy. Klíčovými opatřeními jsou komponenty napájení energií z důvodu nefungujících čerpadel a neschopnosti dodávat chladicí vodu, což vedlo k nedochlazování reaktorů ve Fukušimě (porušení základní bezpečnostní funkce - schopnost odvádět zbytkové teplo z aktivní zóny reaktoru). Z tohoto důvodu se pozornost jaderné bezpečnosti přesunula na komponenty napájení energií, které se zmodernizovaly a ustanovily se další zdroje elektrického proudu v případě poruchy.

⁴⁵ ENSREG. *Declaration of ENSREG - EU "Stress Tests" specifications* [online]. ENSREG : 2017 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.ensreg.eu/news/declaration-ensreg-eu-stress-tests-specifications>>.

⁴⁶ MAREŠ, M., REKTOŘÍK, J., ŠELEŠOVSKÝ, J., KOLEKTIV AUTORŮ. *Krizový management: Případové bezpečnostní studie*. Praha : Ekopress, s.r.o., 2013. s. 93-94. ISBN 978-80-86929-92-7.

⁴⁷ HANDRLICA, J. *Jaderné právo*. Praha : Auditorium, 2012. s. 71. ISBN 978-80-87284-33-9.

4.1 Stress Testy (zátěžové testy)

Zátěžové testy jsou cílené přehodnocení bezpečnostních rezerv JE ve světle událostí, které se staly na JE Fukušima, tedy extrémní přírodní události vážně ohrožující bezpečnostní funkce a vedoucí k těžké havárii⁴⁸.

Výsledky zátěžových testů představují průkaz odolnosti (robustnosti) JE vůči přírodním jevům, které se mohou na lokalitě vyskytnout např.: seismicita, záplavy, cunami, vichřice, tornáda, extrémně vysoké a nízké teploty apod. Předmětem stress testů nejsou rizika způsobená lidskou činností např. pád letadla a teroristický útok, které jsou posuzovány samostatně. Dále jsou to závažné technické problémy, úplná ztráta elektrického napájení JE (blackout), ztráta odvodu tepla (do řeky, atmosféry) a následné tavení paliva v aktivní zóně reaktoru a v bazénech skladování vyhořelého paliva, výbuchů vodíku apod.

Hodnocení je prováděno pro každou posuzovanou elektrárnu a obsahuje informace o její odezvě a účinnosti preventivních opatření, uvede případná slabá místa a možné mezní podmínky pro každou z uvažovaných extrémních situací. Zvažovány jsou všechny provozní stavy včetně odstávky na výměnu paliva a předpokládá se současné zasažení všech reaktorů a skladů vyhořelého paliva v dané lokalitě.

4.1.1 Hodnocení JE Temelín v zátěžových testech

Zpráva výsledků ze zátěžových testů hodnotí charakteristiku projektu JE Temelín a její lokality na základě znalostí, které vyplývají z bezpečnostních studií, analýz, průzkumů a inženýrského odhadu, a týkají se současného výskytu několika neočekávaných a nepravděpodobných situací a poruch. Kombinací těchto situací a poruch pak dochází k hypotetickému havarijnímu stavu bloku s předpokládanou četností výskytu jedenkrát za 1 000 000 let provozu JE⁴⁹.

Lokalita JE Temelín se jeví jako vysoce stabilní ve vztahu k vnějším přírodním jevům, včetně seismicity. Konečným médiem (jímačem koncového tepla) je atmosféra a chlazení je zajištěno odparem v chladicích věžích nebo bazénech s rozstříkem. Surovou vodu pro JE zajišťují vodní nádrže, které jsou umístěny výrazně níže pod

⁴⁸ STÁTNI ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Informace o zátěžových testech na českých JE* [online]. SÚJB : 2017 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z WWW: <<https://www.sujb.cz/stress-testy-jadernych-elektraren/informace-o-zatezovych-testech/>>.

⁴⁹ SKUPINA ČEZ. *Provedení a výsledky zátěžových testů JE Temelín* [online]. ČEZ,a.s. : 2017 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/zatezove-testy-eu/provedeni-a-vysledky-zatezovych-testu-je-temelin.html>>.

úrovni JE, proto ani jejich poškození (např. v případě extrémních záplav, zemětřesení apod.) elektrárnu neohrozí.

I přes vysokou úroveň bezpečnosti lokality a robustnost JE Temelín byly, na základě provedených rozborů, identifikovány následující možnosti dalšího zvýšení bezpečnosti a odolnosti JE Temelín. Například se jedná o:

- doplnění dalších mobilních zdrojů elektrického napájení a mobilních zařízení pro čerpání medií, nezávislých a plně oddělených od stávajících projektových systémů (napájením, dislokací, apod.),
- optimalizace organizace a školení personálu pro řízení extrémních situací (např. při zasažení obou bloků JE, při ztrátě řídicích center, systémů komunikace, apod.),
- rozšíření kapacity zařízení pro likvidaci vodíku při těžkých haváriích.

Výsledky zátěžových testů JE Temelín potvrdily efektivitu a robustnost původního projektu stejně jako vhodný výběr lokality. Elektrárna je schopna bezpečně zvládnout i vysoce nepravděpodobné extrémní havarijní stavy, aniž by došlo k ohrožení jejího okolí.

4.1.2 Hodnocení JE Dukovany v zátěžových testech

Zpráva výsledků ze zátěžových testů hodnotí charakteristiku projektu JE Dukovany a parametry jsou zcela stejně měřitelné, jako v předchozí podkapitole JE Temelín. Výsledky zátěžových testů potvrzují skutečnost, že robustnost JE Dukovany poskytuje značné rezervy k odvrácení těžkých havárií. K silným stránkám z pohledu vnějších rizik patří zejména např. lokalita prakticky vylučující vnější záplavy a dvě velké vodní nádrže na doplňování surové vody. Vzhledem k vysoké úrovni bezpečnosti lokality a robustnosti JE Dukovany byly, na základě provedených rozborů, identifikovány možnosti dalšího zvýšení úrovně bezpečnosti a odolnosti JE Dukovany⁵⁰. Možnosti a opatření jsou zcela identické jako v předchozí kapitole 4.1.1 u elektrárny Temelín.

Příkladem realizace bezpečnostních opatření jsou nové chladicí ventilátorové věže o výšce necelých 17 metrů, které se instalovaly na elektrárně na jaře roku 2016.

⁵⁰ SKUPINA ČEZ. *Ocenění bezpečnosti a bezpečnostních rezerv JE Dukovany (z pohledu skutečností havárie JE Fukushima)* [online]. ČEZ,a.s. : 2017 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/dukovany/zaverecna-zprava-zt-edu.pdf>>.

Jde o další posílení bezpečnosti elektrárny na základě výsledků tzv. stress-testů. Nové věže umožňují chlazení důležitých komponent elektrárny z hlediska jaderné bezpečnosti i za extrémních teplot +/- 46,2 stupňů Celsia, odolají větru až 252 km za hodinu, otřesům země až 5,5 stupně Richterovy stupnice⁵¹. Elektrárna Dukovany je schopna bezpečně zvládnout i vysoce nepravděpodobné extrémní havarijní stavy, aniž by došlo k ohrožení jejího okolí.

4.2 Legislativní opatření ve světě

Stěžejní mezinárodní platformu pro spolupráci v oblasti mírového využívání jaderné energie tvoří Mezinárodní agentura pro atomovou energii (MAAE). Součástí MAAE je 153 států, které využívají jadernou energii a ionizující záření. Hlavní úkol MAAE je tvorba předpisů mezinárodního práva. Na základě Černobylské havárie byly vytvořeny další významné úmluvy (např. Úmluva o včasném oznamování jaderné nehody a Úmluva o pomoci v případě radiační nebo jaderné nehody z roku 1986) a zajištění podpory a pomoci v případě jaderné nebo radiační nehody s ohledem státu na vlastní havarijní připravenost pro jaderné a radiační mimořádné situace. MAAE má za úkol metodiky, techniky a dostupné výsledky výzkumu shromažďovat a šířit smluvním státům a podávat informace členským státům v souvislosti s odpovědí na případný problém.

Mezi důležité doporučení z post-fukušimské doby patří dokument zabývající se havarijní připraveností GSR Část 7 (2015) „Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency“ a bezpečnostní manuál GSG-2 „Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency“ a GS-G-2.1 „Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency“⁵². Tyto standardy jsou veřejné a nejsou právně závazné v členských státech, ale jsou doporučovány a přenášeny do národních předpisů s vlastním zapracováním.

Další organizací pro jadernou bezpečnost v rámci Evropské unie a Švýcarska je Asociace západoevropských jaderných dozorných orgánů (WENRA). Má za úkol vytvoření společného přístupu dozorných orgánů k jaderné bezpečnosti a poskytnout

⁵¹ SKUPINA ČEZ. *Jaderná energetika v České republice* [online]. ČEZ,a.s. : 2017 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/je-v-cr.html#je-dukovany>>.

⁵² IAEA. *IAEA Safety Standards on EPR* [online]. IAEA : 1998 - 2017 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z WWW: <<http://www-ns.iaea.org/tech-areas/emergency/e-standards.asp?s=1&l=1>>.

nezávislé kapacity pro prověřování jaderné bezpečnosti v Evropské unii a zároveň bezpečnostní standardů MAAE (Úmluva o jaderné bezpečnosti) do národních bezpečnostních přístupů, nezávisle na sobě. Mezi nejnovější referenční úrovně s ohledem na opatření z Fukušimy např. patří „dokumenty T: Natural Hazards (External Flooding) a Natural Hazards (Seismic Events) vydané v roce 2016⁵³.

Neopomenutelnou organizací v rámci Evropské unie je Evropské společenství pro atomovou energii (Euratom). Její základní smlouva má za cíl spojit jaderný průmysl členských států a přispívat ke společnému sdílení znalostí, infrastruktury a financování jaderné energie. Zajišťuje bezpečnost zásobování jadernou energií prostřednictvím centralizované kontroly. Změny provedené po roce 2011 přinesly nové směrnice a rozhodnutí, např. se jedná o novelu směrnice o jaderné bezpečnosti - 2009/71/Euratom + 2014/87/Euratom, která popisuje v článku 8 (havarijní připravenost) odpovědnosti a povinnosti držitele povolení a dozorného orgánu vůči pracovníkům a obyvatelům v okolí elektrárny (informovanost za normálního provozu a rychlá odezva a informace v případě nehody či havárie a také nápravu stavu po havárii atd.)⁵⁴.

4.3 Legislativní opatření v ČR

Legislativa zahrnující využívání jaderné energie a ionizující záření, oblast radiační ochrany a další oblasti se zpracovávají Státním úřadem pro jadernou bezpečnost, který vykonává státní správu a dozor a je ústředním orgánem státní správy. v jeho čele stojí předsedkyně Dana Drábová jmenována vládou ČR v roce 1999. Státní úřad pro jadernou bezpečnost má samostatný rozpočet a je přímo podřízen vládě ČR.

Jaderná legislativa v České republice byla dlouho opomíjena a neaktualizována. Celkem 19 let od původního atomového zákona (18/1997 Sb.) trvalo, než vyšel nový AtZ. Příprava nové legislativa vznikala z řady impulzů - z mezinárodních doporučení, předpisů Euratomu, z havárie Fukušimy a následných zátěžových testů (Stress testů). Významnou se stala i judikatura, která přinášela formální a obsahové nedostatky dosavadní právní úpravy. Mezinárodní právo vyžadovalo nový přístup v českém právu.

⁵³ WENRA. *Publications* [online]. WENRA : 2012- 2020 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.wenra.org/publications/>>

⁵⁴ EUR-Lex. *Směrnice Rady 2014/87 / EURATOM* [online]. Evropská unie : 1998-2017 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z WWW: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1487258391091&uri=CELEX:32014L0087>>

V létě 2016 vydal Státní úřad pro jadernou bezpečnost AtZ č. 263/2016 Sb. účinný od 1. ledna tohoto roku. AtZ č. 263/2016 Sb. přináší nový pohled na jadernou energii a zastává moderní přístup tzv. systém „from cradle to grave“ (od kolébky do hrobu) - přístup, kdy se zákon snaží jednotně stanovit požadavky na jaderné elektrárny už od jejího projektování, přes výstavbu, provoz až po její vyřazení z provozu. Novela zákona stanovila pro havarijní připravenost nový pojem „zvládání radiační mimořádné události“ (HLAVA VIII)⁵⁵ a odstupňuje tyto události na 3 stupně - radiační mimořádná událost prvního stupně, radiační nehoda a radiační havárie. Zákon stanoví povinnosti držitele povolení k zajištění připravenosti k odezvě na radiační mimořádnou událost a nově stanovuje nápravu stavu po radiační havárii pro držitele povolení, která také zajišťuje součinnost v kontaminované oblasti.

Prováděcím předpisem pro zvládání radiační mimořádné události je vyhláška SÚJB č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládání radiační mimořádné události⁵⁶ (původní vyhláška č. 318/2002 Sb. popisující havarijní připravenost byla zrušena k 1. 1. 2017), která zapracovává příslušné předpisy Euratomu z výše uvedené kapitoly 4.2. Nová vyhláška č. 359/2016 Sb. se stala účinnou od 1. 1. 2017 s přechodným ustanovením, které povoluje používat původní vyhlášku na určité období. Proto bakalářská práce je zpracována i dle původní vyhlášky a terminologie platné do konce roku 2016.

4.4 Havarijní připravenost

Jedním z požadavků Mezinárodní agentury pro atomovou energii bylo zpracování materiálu k zajištění podpory a pomoci v případě jaderné nebo radiační nehody dle Úmluvy o včasném oznamování jaderné nehody a Úmluvy o pomoci v případě jaderné nebo radiační nehody, které byly již zmiňované v kapitole 4.2.

Národní zpráva České republiky k havarijní připravenosti a odezvě reflektovala stav k roku 2013 a byla vydána v březnu 2014⁵⁷. Vzhledem k prvnímu vydání této zprávy se přistoupilo k hodnocení od vzniku havárie ve Fukušimě, která poukázala na jisté nedostatky a požadavky na zlepšení v určitých oblastech. Závěry se týkaly

⁵⁵ Zákon č. 263/2016 Sb., s. 4013 – 4017.

⁵⁶ Vyhláška č. 359/2016 Sb., s. 5613.

⁵⁷ STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Národní zpráva České republiky k havarijní připravenosti a odezvě* [online]. Praha : SÚJB, březen 2014 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z WWW: <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/Zprava_EPR_final_cz.pdf>.

z národního havarijního cvičení ZÓNA 2013, dále z Národní akčního plánu a vyjádření mise tzv. Integrated Regulatory Review Service (dále jen „IRRS“). Havarijnímu cvičení se detailněji věnuje kapitola 4.4.1. vzhledem k jeho důležitému prostředku k ověřování havarijní připravenosti.

Mezi nejzávažnější nedostatky, které odhalila Národní zpráva České republiky k havarijní připravenosti a odezvě, patří chybějící záložní havarijní řídicí středisko mimo lokalitu, protože v případě neprovoznosti havarijního řídicího střediska na lokalitě by nebyl k dispozici dostatečně vybavený náhradní prostor pro činnost havarijního štábu a technického podpůrného střediska. V doporučení bylo navrženo zřízení alternativního mobilního řídicího pracoviště havarijní odezvy k alternativnímu pracovišti pro činnost havarijního štábu a technického podpůrného střediska. Požadavky (akce), jejich plnění a stav zahrnuje níže popsaná tabulka:

Tabulka 2 Přehled akcí z Národního akčního plánu v oblasti havarijní připravenosti a havarijní odezvy⁵⁸:

Přehled akcí z Národního akčního plánu v oblasti havarijní připravenosti a havarijní odezvy		
Akce	Plnění	Termín
Alternativní doplňování nafty pro dlouhodobý provoz dieselgenerátorů	splněno	
Zajištění regionálního meteorologického varování	splněno	
Zajištění dostupnosti personálu pro dlouhodobou vnější podporu řešení složitých technologických mimořádných událostí	splněno	
Zajistit dostatečné kapacity a odbornost personálu pro vnitřní podporu při více blokových haváriích a při zasažení celé lokality	probíhá	31.12.2014
Zajistit alternativní prostředky pro vnitřní i vnější komunikaci, vyrozumění a varování personálu i obyvatelstva při ztrátě stávající infrastruktury	splněno	
Zajistit náhradní způsoby řízení mimořádných událostí při ztrátě základních center řízení (Havarijní řídicí středisko, Řídicí centrum Fyzické ochrany, řídicí centrum požární ochrany)	probíhá	31.12.2014
Zajistit nezbytné technické prostředky, ochranu personálu a techniky a zázemí v období mimo provádění zásahů (24 h / 7 dnů)	splněno	
Pravidelná aktualizace havarijních plánů		průběžně

Opatření jsou průběžně naplňována a plněna. Například provozovatel elektrárny (ČEZ, a.s.) uzavřel smlouvu na zasílání regionálních meteorologických prognóz a předpovědí. V případě výstrahy Českého hydrometeorologického ústavu dostane směnový inženýr informaci o výstraze a rozhodně o dalším provozu a činnostech na elektrárně.

⁵⁸ Vlastní zpracování na základě informací dostupných z údajů *Národní zpráva České republiky k havarijní připravenosti a odezvě* [online]. Praha : SÚJB, březen 2014. s. 13 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z WWW: <http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/Zprava_EPR_final_cz.pdf>.

Pro případ dlouhodobého výpadku napájení standardních komunikačních prostředků nebo jejich poškození byly doplněny alternativní prostředky pro vnitřní i vnější komunikaci (satelitní telefony, polní telefony). Tyto prostředky jsou plánovány k využití pro komunikaci mezi vybranými pracovišti a pro komunikaci s organizacemi zapojených do národního systému havarijní připravenosti a odezvy.

Kvalifikovaný personál technického podpůrného střediska pro účinné řešení událostí s dopadem na více bloků byl navýšen a začleněn do dokumentace havarijní připravenosti a odezvy obou elektráren. Externí odborná podpora byla vyřešena přes databázi kontaktů odborníků a specialistů externích organizací a firem. V neposlední řadě se rozhodlo průběžně aktualizovat vnitřní a vnější havarijní plány. Aktualizace VHP JE Temelín proběhla v roce 2013 a stala se platným od 1. 1. 2014. VHP JE Dukovany byl schválen hejtmanem Kraje Vysočina v dubnu 2016.

Ohledně prověrky Mezinárodní agentury pro atomovou energii (tzv. Integrated Regulatory Review Service – IRRS), která proběhla v listopadu 2013 na SÚJB, se podařilo prověřit soulad právních předpisů ČR a standardů MAAE. Mezi podněty bylo navrženo mít zástupce na elektrárně v havarijním řídicím středisku k zajištění nezávislé informovanosti a zlepšení poskytování informací veřejnosti a tisku v průběhu radiační nehody nebo havárie. Zároveň bylo doporučeno zajistit systém kategorií ohrožení, národní (radiační) havarijní plán a systém obnovy v právních předpisech k souladu se standardy MAAE. Dalším doručením bylo zavedení havarijních zásahových úrovní. Tyto doporučení byly již do českého právního řádu vneseny a zmíněny v kapitole 4.3.

4.4.1 Havarijní cvičení

Havarijní cvičení patří mezi základní prostředky k ověřování havarijní připravenosti. Havarijní cvičení se provádějí ve státní správě v oblasti, např. Havarijní cvičení organizovaná SÚJB, Havarijní cvičení územních správních orgánů, Havarijní cvičení HZS krajů, na jejichž území se nachází zóna havarijního plánování jaderné elektrárny a Havarijní cvičení provozovatele jaderné elektrárny⁵⁹.

Havarijní cvičení provozovatele elektrárny slouží k ověřování znalostí zaměstnanců z problematiky havarijní připravenosti a prokázání jejich schopnosti kvalifikovaně, účinně a účelně plnit úkoly a provádět činnosti stanovené vnitřním

⁵⁹ STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Národní zpráva České republiky k havarijní připravenosti a odezvě* [online]. Praha : SÚJB, březen 2014 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z WWW: <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/Zprava_EPR_final_cz.pdf>.

havarijním plánem JE. Havarijní cvičení se provádějí podle plánu havarijních cvičení, kde se stanoví zaměření, rozsah cvičení a termíny. Roční plány havarijních cvičení se zpracovávají vždy k 15. prosinci předcházejícího roku a tento plán se předkládá na SÚJB. Na závěr cvičení se provádí jeho zhodnocení, které se zpracovává ve formě závěrečného protokolu. Za kalendářní rok se zpracovává souhrnné zhodnocení provedených havarijních cvičení, které se předává na SÚJB nejpozději do konce prvního čtvrtletí následujícího roku.

V září 2015 se uskutečnilo nejvýznamnější třídní cvičení ZÓNA 2015⁶⁰, které bylo zaměřeno na prověření činnosti ústředních správních úřadů, územních správních úřadů, orgánů kraje, obcí s rozšířenou působností a obcí, složek integrovaného záchranného systému a dalších dle VHP JE Temelín při řešení mimořádné události vzniklé v souvislosti se simulovanou havárií na JE Temelín. Například cílem cvičení na krajské úrovni bylo prověřit reálnost zpracovaných dokumentů s důrazem na provedení evakuace, informační toky a komunikaci dle VHP JE Temelín mezi jednotlivými krizovými štáby, územními správními úřady a složkami IZS. Do třídního řešení simulované radiační havárie byla průřezově všemi stupni orgánů krizového řízení a složek IZS zapojena až tisícovka cvičících.

V roce 2016 se provedlo 10 havarijních cvičení, včetně 4 tajných na jaderné elektrárně Temelín. Uskutečněná havarijní tajná cvičení byla novinkou z důvodu většího překvapení a nepřipravené reakce zaměstnanců, kteří o tajném cvičení nebyli informováni. Zaměstnanci trénovali zvládnutí radiačních a technologických událostí, eliminaci požárů, řešení ekologických a traumatologických událostí nebo ochranu proti teroristickému útoku či narušení vzdušného prostoru. Poslední cvičení se uskutečnilo v říjnu 2016 a účastnili se jej členové havarijního štábu a simulátor. Výsledky cvičení byly uspokojivé, ale přesto byla stanovena opatření a doporučení (např. proškolení zaměstnanců a ostatních osob na součinnosti při odstraňování následků MU). Nyní se plánuje cvičení ZÓNA 2017, které tentokrát bude zaměřena na Dukovany.

Dosud uskutečněná havarijní cvičení prokázala, že je účelné zachovat pravidelné nácviky a ověřování funkčnosti systému z důvodu aktualizace právních předpisů a VHP z hlediska obsahu, z probíhajících změn havarijní dokumentace, změn v personálu u složek IZS, orgánů krizového řízení, správních úřadů atd.

⁶⁰ STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. ZÓNA 2015 [online]. Praha : SÚJB, 2016 [cit. 2016-10-26]. Dostupné z WWW: <<http://www.sujb.cz/havarijni-pripravenost/reportaze-z-havarijnich-cviceni/zona-2015/>>.

5 DISKUZE A ZHODNOCENÍ STAVU JADERNÉ ENERGETIKY PO FUKUŠIMĚ

Jaderná energetika je specifický obor, který s ostatními průmyslovými odvětvími sdílí potenciál k nehodám ohrožujícím bezpečnost osob nejen v elektrárně, ale i obyvatel v okolí jaderné elektrárny. Jadernou energetiku však od ostatního průmyslu odlišuje potenciál dopadů takových nehod, kdy lze očekávat rozsáhlá opatření, která mohou mít významný vliv na život obyvatel i ekonomiku daného regionu.

Důkazem jsou dopady tří nejvýznamnějších havárií v historii, Three Mile Islandu, Černobyli a Fukušimy. Pro české jaderné elektrárny je významná především havárie na elektrárně Three Mile Island. Projekt této elektrárny je srovnatelný s našimi jadernými elektrárnami. Tato havárie poukázala, že dobře navržená, postavená a provozovaná elektrárna dokáže zvládnout i velmi vážnou havárii (i přes poškození aktivní zóny reaktoru).

Základní premisa je zvládnutí havárie i při totální destrukci podpůrné infrastruktury a klíčovou věcí je správné pochopení a aplikace principu ochrany do hloubky, dostatečná robustnost jednotlivých bariér a znalost základních bezpečnostních funkcí, jejichž splněním lze zajistit bezpečnost jaderných elektráren.

5.1 Postfukušimský světový dopad

V celé řadě států (např. v Německu, ve Švýcarsku, v Belgii) padlo již několik měsíců po havárii ve Fukušimě rozhodnutí jadernou energii za účelem produkce elektrické energie dále nevyužívat. Případně se pozastavilo zahájení vlastního jaderného programu, např. v Itálii a Venezuele. Jiné státy ovšem zareagovali potvrzením svých plánů na další rozvoj jaderné energetiky a výstavbu nových jaderných elektráren, např. Slovensko, Polsko, Rusko, Indie a Čína.

Světová populace čítá více než 7 miliard lidí, roste spotřeba elektrické energie, přírodní zdroje se rychle vyčerpávají, ceny ropy a zemního plynu jsou nestabilní a mohou skokově narůst, zvyšuje se zájem o ochranu životního prostředí atd. Toto vše činí z jaderné energie cenný a důležitý energetický zdroj, který je spolehlivý, ekonomický a stabilní v elektrické síti. Používání jaderné energie vede k čistšímu životnímu prostředí, k energetické nezávislosti a ke stabilitě ceny elektřiny. Tyto

ukazatele dosvědčují, že i přes havárii ve Fukušimě, je jaderná energie důležitým prvkem pro fungování a stabilní výrobu elektrické energie ve společnosti.

V roce 1986 po havárii v Černobyli svět reagoval především se skutečností, že zásadní problémy prevence a reakce na jadernou havárii nejsou mezinárodním právem v zásadě vůbec upraveny. Vznikla řada expertních skupin a souborů, které měly za úkol zvýšit bezpečnost JE. Například skupina INSAG⁶¹ byla založena pod jménem IAEA s cílem poskytnout autoritativní poradenství a pomoc v oblasti jaderné bezpečnosti přístupů, zásad a principů (zprávy INSAG-1,2,3 atd.).

V roce 2011 již existoval mezinárodní právní systém, který upravuje problém mírového využívání mírové energie a reflektuje politickou a celospolečenskou preferenci plynoucí z platných předpisů mezinárodního právu. Příkladem je reakce Evropská unie, která na základě havárie ve Fukušimě nařídila zátěžové testy. Zátěžové testy byly provedeny na všech 143 evropských jaderných blocích.

5.1.1 Současný stav ve světě

Celkový stav provozovaných jaderných reaktorů ve světě činí 447 ve 30 státech a celková instalovaná kapacita je 391 386 MWe (stav k 1. lednu 2017). Ve výstavbě je 60 jaderných reaktorů ve 14 zemích. Plánuje se výstavba 164 reaktorů. Celkem se ve světě předběžně uvažuje o vybudování dalších 347 reaktorů, jejichž instalovaný výkon by měl dosáhnout asi 391 300 MW⁶².

Nejvíce jaderných zdrojů je umístěno v USA (99), ve Francii (58), Japonsku (43), Rusku (35), Číně (35), Jižní Koreji (25), Indii (22), Kanadě (19) a Ukrajině a Velké Británii (obě 15). Ve státech Evropské unie se staví prioritně tlakovodní reaktory PWR (65 %) a v menší míře varné reaktory BWR (22 %). Rozmístění a stav jaderných reaktorů v provozu a ve výstavbě v Evropě lze detailněji spatřit v příloze (Příloha V), která znázorňuje 10 jaderných reaktorů ve výstavbě (např. Francie, Finsko, Bulharsko, Slovensko).

Evropská unie zastává důležitou úlohu v oblasti jaderné energetiky, jelikož z jaderných elektráren pochází přibližně jedna třetina vyrobené elektřiny. Podporuje výstavbu jaderných elektráren. Nyní probíhá výstavba jaderné elektrárny v Bělorusku,

⁶¹ INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY GROUP (INSAG). *Jaderná bezpečnost a zabezpečení* [online]. IAEA : 1998-2017. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z WWW: <<http://www-ns.iaea.org/committees/insag.asp>>.

⁶² SKUPINA ČEZ. *Jaderná energetika v České republice* [online]. ČEZ, a. s.: 2017 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/je-ve-svete.html>>.

Finsku, Francii, v Rusku a na Slovensku. Také se výstavba připravuje např. v Bulharsku, Finsku, Litvě, Maďarsku, Rusku, Spojeném království, Turecku a Ukrajině.

Z výše uvedeného vyplývá, že společnost nejen v Evropské unii stále spatřuje přínos jaderného energetického zařízení a díky zkušenostem z Fukušimy si dokáže lépe uvědomit reálná i potenciální rizika pro pracovníky, obyvatele a životní prostředí a zajistit jadernou bezpečnost, radiační ochranu a další oblasti bezpečnosti před ekonomickými a výrobními cíli...

5.2 Stav po Fukušimě v České republice

Česká republika disponuje silným technologickým know-how v jaderné oblasti a pozitivním vnímáním využívání jádra mezi obyvatelstvem. V dalším rozvoji jak mezinárodněprávního, tak i regionálního evropského právního rámce hraje Česká republika důležitou a aktivní roli. To dokazuje i hostování celoevropské platformy European Nuclear Energy Forum (ENEF), založené v rámci Euratomu a spoluúčast při realizaci nových projektů v jaderné energetice. Z tohoto důvodu je nutné dosažení vysoké odborné kvalifikace pracovníků v jaderných technologiích, ale i v oblasti právních úprav.

V souvislosti s Fukušimou v České republice nehrozí cunami, ale reagovalo se na naši zeměpisnou šířku a vyžadovaly se testy na odolnost jaderného zařízení proti působení extrémních situací jako je zemětřesení, velké sucho, mráz, záplavy nebo silné vichřice. Dále se ověřovalo zajištění odolnosti jaderných elektráren proti pádu letadla, zásahu střelami, vnější explozi, teroristickým útokem apod. Elektrárny jsou shledány jako bezpečné.

K dalším opatřením bylo zajištění krizového řízení a to konkrétně v propojení na složky Integrovaného záchranného systému v případě krizového stavu. Bylo nastaveno účinné manažerské řízení krizových událostí se zaměřením na prevenci a reakci na krizové události⁶³, které jsou legislativně zakotveny v Krizovém zákoně č. 240/2000 Sb. Na základě rizikové analýzy byly zrealizovány preventivní úkony k vylepšení jednotlivých očekávaných událostí. Jedním z nich je plánovaná stavba integrovaného

⁶³ SMEJKAL, V., RAIS, K. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. Praha : Grada Publishing, 2013. S. 435 - 441s. ISBN 978-80-247-4644-9.

tiskového střediska v budově Jihočeského Krajského úřadu k předávání informacím přes média obyvatelstvu a zařízení pro videokonference.

Další novinkou je zřízení příjmových středisek, která jsou platná z aktualizace vnějšího havarijního plánu. Tyto střediska umožňují evidování a slučování rodinných příslušníků, což nebylo předtím možné. V případě vyrozumění si starostové vyžádali systém vyrozumění pomocí SMS zpráv i v přípravě na cvičení, která se jich přímo týkají. K tomuto se navýšila bezpečnost evakuace s dohledem na dopravu a ochranu majetku ve spolupráci s hasiči a armádou⁶⁴.

Je patrné, že i Česká republika zareagovala na havárii ve Fukušimě řadou preventivních opatření zvyšujících bezpečnost našich jaderných elektráren, posílením úrovně bezpečnosti, ale i úpravou národní legislativy tak, aby reflektovala mezinárodní doporučení i poznatky z havárie ve Fukušimě.

5.2.1 Současný stav nových jaderných zdrojů v České republice

Ověřené lokality Dukovany a Temelín jsou pro výstavbu nových jaderných reaktorů nejvhodnější polohou nejen z bezpečnostního, ekonomického, logistického a technického pohledu, ale i z hlediska dopadů na životní prostředí. Existuje možnost zde využít volné stavební pozemky, infrastrukturu a zkušenosti s provozem jaderných elektráren.

Přesto v dubnu v roce 2014 představenstvo ČEZ rozhodlo o ukončení zadávacího řízení na dostavbu třetího a čtvrtého bloku jaderné elektrárny Temelín. Důvodem bylo neposkytnutí státního závazku garantujícího návratnost investice na dostavbu jaderné elektrárny Temelín. Projekty výstavby nových bloků v lokalitách Temelín a Dukovany avšak nadále pokračují, protože investiční příprava a následná realizace výstavby je časově velmi náročná trvající téměř 20 let a z pohledu legislativy komplikovaná.

Vládou schválený dokument Státní energetické koncepce (SEK) poukazuje, že výstavba nových jaderných bloků pro Českou republiku je potřebná. Příprava výstavby nových jaderných zdrojů (NJZ) je naplněním požadavků SEK a dalšího vládou schváleného dokumentu - Národního akčního plánu rozvoje jaderné energetiky (NAP

⁶⁴ TEMELÍNKY. On-line časopis pro jaderné elektrárny. *Odborníci se shodují: "Musíme být připraveni na nejhorší situace"*. [online]. ČEZ, a.s. : 2017 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.temelinky.cz/cs/clanky/odbornici-se-shoduji-musime-byt-pripraveni-na-nejhorsí-situace-553.html>>

JE). Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky doporučuje neodkladně zahájit přípravu na umístění a výstavbu jednoho jaderného bloku v lokalitě Temelín a jednoho bloku v lokalitě Dukovany a zároveň získat povolení pro možnost výstavby celkem dvou bloků na obou lokalitách⁶⁵.

Z důvodu zachování kontinuity výroby, zajištění energetické bezpečnosti a soběstačnosti je důležité začít s dostatečným předstihem připravovat výstavbu nových výrobních zdrojů. Vzhledem končící životnosti jaderného zařízení Dukovany se výstavba jaderné elektrárny Dukovany upřednostňuje a to s očekáváním nahrazením nových jaderných bloků v roce 2035. Je zjevné, že se v současnosti projekt Dukovany vyvíjí velice pozitivně a lze očekávat perspektivní postoj od vlády ČR do budoucna, který i vyřeší financování tak velké stavby a uvědomí si důležitost zajištění elektrické energie pro další generaci lidstva.

⁶⁵ SKUPINA ČEZ. *Základní informace* [online]. ČEZ, a. s.: 2017 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/zvazovana-dostavba-elektrarny-temelin/zakladni-informace.html>>.

ZÁVĚR

Jedním z hlavních cílů bylo charakterizovat přístupy pokrývající požadavky na bezpečnost a ochranu obyvatelstva. Pro tento cíl byly analyzovány hlavní oblasti, na něž se bezpečnost elektrárny rozděluje. Oblast jaderné bezpečnosti, kde byl analyzován základní princip zajištění jaderné bezpečnosti (princip „ochrany do hloubky“) a zdůrazněny hlavní bezpečnostní funkce JE, je prioritou k zajištění a udržování bezpečnosti jaderných elektráren.

Hlavní cíl, stejně jako všechny další cíle této bakalářské práce, které byly v jejím úvodu stanoveny, se podařilo splnit. V oblasti havarijní připravenosti byl konkrétně analyzován, vzhledem k rozsahu informací, Vnitřní a Vnější havarijní plán jaderné elektrárny Temelín a byla analyzována ochranná opatření a odpovědné subjekty za jejich implementaci v případě jaderné havárie. Jaderná elektrárna Temelín byla zvolena záměrně vzhledem k poloze v Jižních Čechách.

Pro analýzu rizik havárií byly přiblíženy příčiny tří nejzávažnějších havárií v jaderné energetice – jaderná havárie Three Mile Island, Černobyl a Fukušima a pomocí komparační metody byla vyhodnocena závažnost jaderné události mezinárodní stupnicí INES u každé elektrárny a zároveň bylo zjištěno porušení bezpečnostních funkcí, která byla příčinou vzniklé havárie.

Formou syntézy u vyhodnocení havárie v jaderné elektrárně Fukušima Dai-ichi byly sloučeny zkušenosti (Lesson Learned) a navržená opatření, která byla implementována do zvyšování bezpečnosti, úpravy legislativy a havarijní připravenosti. Zvyšování bezpečnosti proběhlo provedením stress testů. Testy poukázaly na nedostatky v oblasti elektrického napájení elektrárny a přípravy personálu. V JE Dukovany byla požadována stavba nových chladicích ventilátorových věží.

V oblasti havarijní připravenosti bylo klíčovým opatřením doplnění mobilních zdrojů elektrického napájení a mobilních zařízení pro čerpání medií a dodání chybějícího záložní havarijní řídicí středisko mimo lokalitu. Havarijní cvičení na JE ukazují stále potřebu provádět cvičení. Největších změn bylo docíleno v legislativě, která byla po letech aktualizována na základě postfukušimských zkušeností. Národní předpis týkající se AtZ se novelizoval na zákon atomový č. 263/2016 Sb., účinný od 1. 1. 2017 a k němu byly aktualizovány prováděcí předpisy.

V diskuzi bakalářská práce ukázala dopad Fukušimy na světovou energetiku a reakci České republiky a světa pozastavením výstavby nových jaderných reaktorů.

Fobie z jaderných elektráren se ve společnosti časem uvolnila i díky důrazu na potřebnost jaderné energetiky jako spolehlivého a stabilního zdroje do budoucna.

Zdánlivě malá chyba na jaderné elektrárně by mohla způsobit velký problém ve veřejném mínění a pohledu na jadernou energetiku v České republice. Pozitivní náhled by mohl být náhle změněn na negativní a usilovná práce pracovníků, všech navazujících orgánů, institucí a firem by mohla být zmařena. Proto je důležité věnovat bezpečnosti neustálou pozornost a to i v současné době, kdy „Velká energetika“ je pod ekonomickým tlakem subvencované zelené energie. Je nutné nejenom sledovat kvalitu lidského výkonu, ale také investovat do zařízení a moderních technologií v souvislosti s novými poznatky v oblasti jaderné bezpečnosti a havarijní připravenosti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literární zdroje

1. BARAN, V. *Jaderná energetika a další problémy moderní civilizace*. Praha : Academia, 2002. 159 s. ISBN 80-200-1048-3.
2. HANDRLICA, J. *Jaderné právo*. Praha : Auditorium, 2012. 294 s. ISBN 978-80-87284-33-9.
3. IAEA. *The Fukushima Daiichi Accident : Emergency Preparedness and Response*. Technical Volume 3/5. Viena : International Atomic Energy Agency, 2015. 196 s. ISBN 978-92-0-107015-9 (set).
4. KAVAN, Š. *Ochrana obyvatelstva I*. České Budějovice : Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2011. 109 s. ISBN 978-80-87472-06-4.
5. MAREŠ, M., REKTOŘÍK, J., ŠELEŠOVSKÝ, J., KOLEKTIV AUTORŮ. *Krizový management: Případové bezpečnostní studie*. Praha : Ekopress, s.r.o., 2013. 237 s. ISBN 978-80-86929-92-7.
6. REES, V. J. *Hostages of each other*. Chicago : The University of Chicago 1994, 238 s. ISBN-13: 978-0-226-70668-7.
7. SMEJKAL, V., RAIS, K. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4. vyd. Praha : Grada Publishing, 2013. 488 s. ISBN 978-80-247-4644-9.
8. SMETANA M., KRATOCHVÍLOVÁ, D. ML., KRATOCHVÍLOVÁ, D. *Havarijní plánování*. Brno : Computer Press, a.s., 2010. 166 s. ISBN 978-80-251-2989-0.
9. SMITH J., BERESFORD, N. A. *Chernobyl - Catastrophe and Consequences*. Germany : Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK 2005, 310 s. ISBN 3-540-23866-2.
10. WAGNER, V. *Fukušima i poté*. Praha : Novela bohémica, 2015. 358 s. ISBN 978-80-87683-45-3.

Elektronické zdroje

1. ENSREG. *Declaration of ENSREG - EU "Stress Tests" specifications* [online]. ENSREG : 2017 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.ensreg.eu/news/declaration-ensreg-eu-stress-tests-specifications>>.

2. EUR-Lex. *Směrnice Rady 2014/87 / EURATOM* [online]. Evropská unie : 1998-2017 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z WWW: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1487258391091&uri=CELEX:32014L0087>>.
3. HZS CR (CZ). *Hasičský záchranný sbor České republiky*. [online]. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.hzscr.cz/soubor/materialy-2015-hzs-cr-cz-pdf.aspx>>.
4. HZS JIHOČESKÉHO KRAJE. *Vnější havarijní plán Jaderné elektrárny Temelín* [online]. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR : 2017 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.hzscr.cz/clanek/vnejsi-havarijni-plan-jaderne-elektrarny-temelin.aspx>>.
5. CHERNOBYLZONE.CZ. *Radiační dávky* [online]. ChernobylZone.cz : 2012 - 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://chernobylzone.cz/radiacni-davky/>>.
6. IAEA. *IAEA Safety Standards on EPR* [online]. IAEA : 1998 – 2017, 12.1.2017 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z WWW: <<http://www-ns.iaea.org/tech-areas/emergency/e-standards.asp?s=1&l=1>>.
7. INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY GROUP (INSAG). *INSAG-10. Defence in Depth in Nuclear Safety* [online]. IAEA : 1998-2017. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://www-ns.iaea.org/committees/insag.asp>>.
8. KOSTKA T. *Havárie v jaderné elektrárně ČERNOBYL* [online]. Tomáš Kostka [cit. 2017-03-10]. Dostupné z WWW: <<http://chernobyl.euweb.cz/>>.
9. SKUPINA ČEZ. *Jaderná energetika v České republice* [online]. ČEZ, a. s.: 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/je-v-cr.html#>>.
10. SKUPINA ČEZ. *Ocenění bezpečnosti a bezpečnostních rezerv JE Dukovany (z pohledu skutečností havárie JE Fukushima)* [online]. ČEZ,a.s. : 2017 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/dukovany/zaverecna-zprava-zt-edu.pdf>>.
11. SKUPINA ČEZ. *Provedení a výsledky zátěžových testů JE Temelín* [online]. ČEZ,a.s. : 2017 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/zatezove-testy-eu/provedeni-a-vysledky-zatezovych-testu-je-temelin.html>>.

12. SKUPINA ČEZ. *Základní informace* [online]. ČEZ, a. s.: 2017 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/zvazovana-dostavba-elektrany-temelin/zakladni-informace.html>>.
13. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Informace o zátěžových testech na českých JE* [online]. SÚJB : 2017 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z WWW: <<https://www.sujb.cz/stress-testy-jadernych-elektren/informace-o-zatezovych-testech/>>.
14. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Krizové koordinační centrum* [online]. SÚJB : 2017 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <<https://www.sujb.cz/havarijni-pripravenost/krizove-koordinacni-centrum-kkc/krizove-koordinacni-centrum-kkc/>>.
15. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Národní zpráva České republiky k havarijní připravenosti a odezvě* [online]. Praha : SÚJB, březen 2014 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z WWW: <http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/Zprava_EPR_final_cz.pdf>.
16. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *ZÓNA 2015* [online]. Praha : SÚJB, 2016 [cit. 2016-10-26]. Dostupné z WWW: <<http://www.sujb.cz/havarijni-pripravenost/reportaze-z-havarijnich-cviceni/zona-2015/>>.
17. TEMELÍNKY. On-line časopis pro jaderné elektrárny. *Odborníci se shodují: "Musíme být připraveni na nejhorsí situace"*. [online]. ČEZ, a.s. : 2017 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.temelinky.cz/cs/clanky/odbornici-se-shoduji-musime-byt-pripraveni-na-nejhorsi-situace-553.html>>.
18. TÝN NAD VLTAVOU. *Vnější havarijní plán kraje* [online]. Týn nad Vltavou: Oficiální stránky města, 2013, 1. 12. 2013 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.tnv.cz/vnejsi-havarijni-plan-kraje/d-2447>>.
19. ULLMAN V. *Jaderná a radiační fyzika. 1.2. Radioaktivita* [online]. Vojtěch Ullmann : 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika2.htm>>.
20. WENRA. *Publications* [online]. WENRA : 2012- 2020 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.wenra.org/publications/>>.

Legislativní zdroje

1. ČESKO. Zákon č. 263 ze dne 14. července 2016 atomový zákon. In *sbírka zákonů, České republiky*. 2016, částka 102, s. 3938-4060. Dostupné z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=61023>>. ISSN 1211-1244.
2. ČESKO. (ČESKOSLOVENSKO) Zákon č. 133 České národní rady ze dne 17. prosince 1985 o požární ochraně. In *sbírka zákonů, České republiky*. 1985, částka 34, s. 674 -691. Dostupné z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=2165>>. ISSN 1211-1244.
3. ČESKO. MINISTERSTVO VNITRA. Vyhláška č. 246 ze dne 29. června 2001 o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (o požární prevenci). In *sbírka zákonů, České republiky*. 2001, částka 95, s. 5446 -5489. Dostupné z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3673>>. ISSN 1211-1244.
4. ČESKO. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. Vyhláška č. 359 ze dne 17. října 2016 o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události. In *sbírka zákonů, České republiky*. 2016, částka 143, s. 5613 - 5641. Dostupné z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=61278>>. ISSN 1211-1244.
5. ČESKO. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. Vyhláška č. 422 ze dne 14. prosince 2016 o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In *sbírka zákonů, České republiky*. 2016, částka 172, s. 6618 - 6903. Dostupné z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=38143>>. ISSN 1211-1244.
6. ČESKO. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. Vyhláška č. 318 dne 13. června 2002 o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizující záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu. In *sbírka zákonů, České republiky*. 2016, částka 116, s. 6780 – 6788. Dostupné z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3935>>. ISSN 1211-1244.
7. ČESKO. Usnesení předsednictva České národní rady ze dne 16. prosince 1992 o vyhlášení LISTINY ZÁKLADNÍCH PRÁV a SVOBOD jako součásti ústavního pořádku České republiky. In *sbírka zákonů, České republiky*. 1992,

částka 1, s. 18. Dostupné z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=22426>>. ISSN 1211-1244.

Ostatní zdroje

1. Interní materiály ČEZ, a.s.
2. MIK, M. *Jaderné havárie*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav, 2013. Ing. Matějková J. 52 s. Dostupné z WWW: <http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=65705>.

SEZNAM ZKRATEK

AtZ	zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon
ENEF	Evropské fórum pro jadernou energii (European Nuclear Energy Forum)
ENSREG	Skupina evropských dozorných orgánů pro jadernou bezpečnost (The European Nuclear Safety Regulators Group)
Euratom	Evropské společenství pro atomovou energii
EPS	Elektronická požární signalizace
HO	havarijní odezva
HP	havarijní připravenost (zvládání radiální mimořádné události)
HŘS	havarijní řídicí středisko
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor ČR
HZSp	Hasičský záchranný sbor podniku
INES	Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí (The International Nuclear Event Scale)
INSAG	Mezinárodní skupina pro jadernou bezpečnost (International Nuclear Safety Group)
IRRS	z anglického "Integrated Regulatory Review Service"
IZS	integrovaný záchranný systém
JE	jaderná elektrárna
KŠ	krizový štáb
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii (IAEA)
MU	mimořádná událost
NAP JE	Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky
PP	provozní předpisy
SEK	Státní energetická koncepce
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
VHP	vnější havarijní plán
WENRA	Asociace západoevropských regulačních úřadů
WNA	Světová jaderná asociace
ZHP	zóna havarijního plánování

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

OBRÁZKY

Obrázek 1: Základní schéma struktury havarijní odezvy ČR při vzniku radiační havárie

Obrázek 2: Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí (INES)

Obrázek 3: Černobylský radioaktivní spad nad Evropou

Obrázek 4: Zaplavená vnitřní část elektrárny mezi budovami (Fukušima)

TABULKY

Tabulka 1: Úrovně ochrany do hloubky

Tabulka 2: Přehled akcí z Národního akčního plánu v oblasti havarijní připravenosti a havarijní odezvy

PŘÍLOHY

Příloha I: Zóna havarijního plánování pro JE Temelín

Příloha II: Signál „Všeobecná výstraha“ (havarijní plánování)

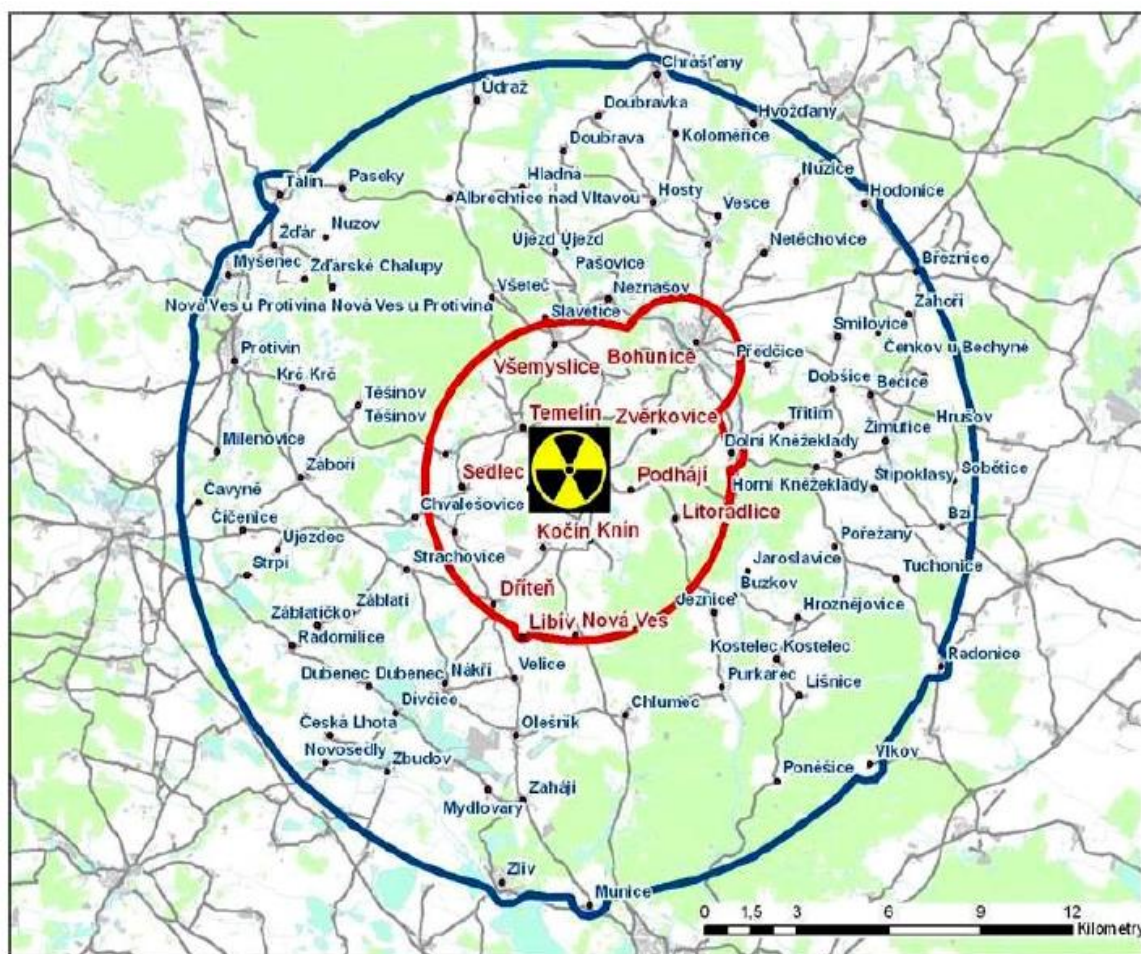
Příloha III: Stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí (INES)

Příloha IV: Zóna havarijního plánování a její únik radiace ze zóny havarijního plánování (Fukušima)

Příloha V: Rozmístění jaderných reaktorů v Evropě

PŘÍLOHA I

Příloha I: Zóna havarijního plánování pro JE Temelín⁶⁶



Zóna havarijního plánování JE Temelín – území kolem JE Temelín tvořené plochou o poloměru 13 km.

Vnitřní část zóny havarijního plánování JE Temelín – území kolem JE Temelín tvořené plochou o poloměru 5 km.

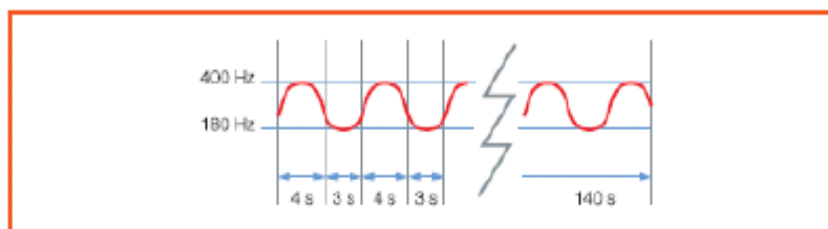
⁶⁶ Obrázek dostupný z *Národní zprávy České republiky k havarijní připravenosti a odezvě* [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z WWW: <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/Zprava_EPR_final_cz.pdf>.

PŘÍLOHA II

Příloha II: Signál „Všeobecná výstraha“ (havarijní plánování)⁶⁷

VAROVNÝ SIGNÁL NA JADERNÝCH ELEKTRÁRNÁCH:

K varování personálu na jaderných elektrárnách je určen signál VŠEOBECNÁ VÝSTRAHA představovaný kolísavým tónem sirény v délce trvání 140 sekund.



Grafické znázornění signálu „všeobecná výstraha“

Signál sirén je následně doplňován upřesňujícími informacemi od směnového inženýra nebo od havarijního štábu o příčinách vyhlášení MU s pokyny pro personál a ostatní osoby nacházející se na JE. Tyto informace jsou předávány prostřednictvím závodního rozhlasu.

ROZSAH VAROVÁNÍ:

- **Mimořádná událost 1. stupně**
Provádí se varování personálu a ostatních osob nacházejících se v postižených a ohrožených prostorech JE prostřednictvím závodního rozhlasu. V hlášení se uvedou postižené prostory, kterých se vyhlášená opatření týkají.
- **Mimořádná událost 2. nebo 3. stupně**
Provádí se varování personálu a ostatních osob nacházejících se v areálu JE. Na JE Dukovany se k varování používají venkovní sirény, vnitřní sirény a majáky, provozní a závodní rozhlas, na JE Temelín se používají venkovní sirény a závodní rozhlas ve kterém je spuštěn varovný tón. V hlášení se uvedou pokyny pro činnost personálu a ostatních osob.

⁶⁷ Obrázek dostupný z interních materiálů ČEZ, a.s.

PŘÍLOHA III

Příloha III: Stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí (INES)⁶⁸

Příklady událostí hodnocených podle Stupnice INES, zpracované v tabulce:

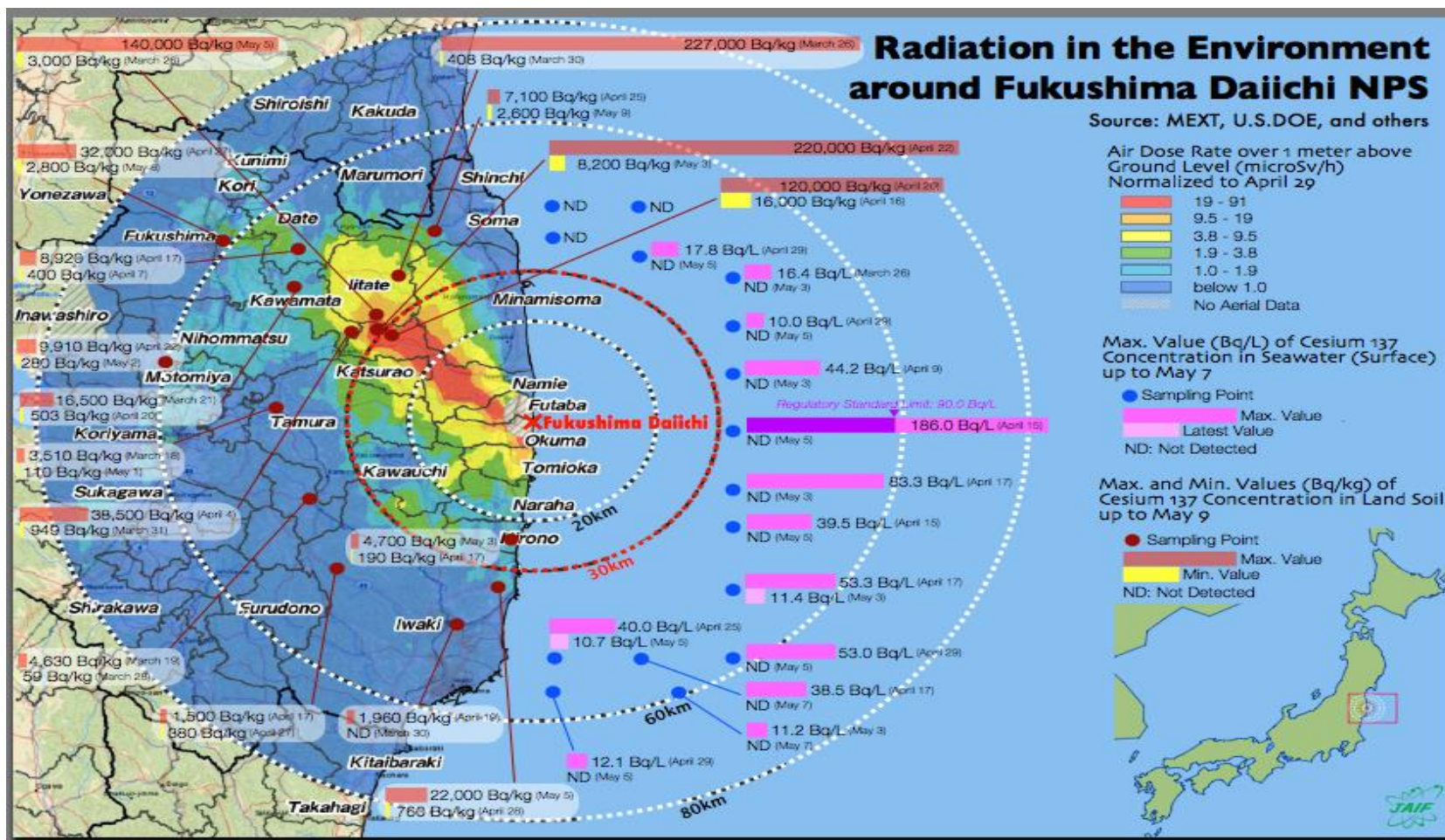
Hodnotící stupeň	Popis typu události	Příklad
INES 1	Anomálie od schváleného režimu, ale se zbývající významnou hloubkovou ochranou. K tomu může dojít v důsledku poruchy zařízení, lidské chyby nebo nedostatků postupů a mohou nastat v jakékoliv oblasti, kterou stupnice pokrývá, například provoz jaderné elektrárny, transport radioaktivního materiálu, manipulace s jaderným palivem a skladování odpadů.	Mezi příklady patří: porušení technických podmínek nebo přepravních předpisů, nehody bez přímých důsledků, které odhalí nedostatky v organizačním systému nebo kultuře bezpečnosti, defekty v potrubí, menší než předpokládá kontrolní program.
INES 2	Nehoda s významným selháním bezpečnostních opatření, ale se zbývající dostatečnou hloubkovou ochranou k vypořádání se dodatečnými poruchami. To zahrnuje události, kde by skutečné události byly klasifikovány stupněm 1, ale odhalují významné dodatečné organizační nedostatky.	Mihama-2, jaderná elektrárna, Japonsko, 1991
	Událost, která vyústila v dávku pracovníkovi, překračující povolený roční limit nebo událost, která vede k přítomnosti významných množství radioaktivity uvnitř zařízení v prostorách, kde to projekt nepředpokládal, a které vyžadují nápravná opatření.	Pickering A-B, jaderná elektrárna, Kanada, 2003
INES 3	Únik radioaktivních materiálů do okolí s následkem dávky pro kritickou skupinu v řádu desetin milisievertů Při takovém úniku nemusí být vnější ochranná opatření zapotřebí.	Vandellos, jaderná elektrárna, Španělsko, 1989
	Událost uvnitř zařízení s důsledkem takového ozáření zaměstnanců, že by způsobilo akutní zdravotní následky nebo událost s výsledkem těžkého rozšíření kontaminace, například několika tisíc TBq aktivity uvolněné v sekundárním kontejnmentu, kde lze materiál vrátit do vyhovujících skladovacích prostor.	Davis Besse-1, jaderná elektrárna, USA, 2002
	Nehoda, při níž by další porucha bezpečnostních systémů mohla	Paks, jaderná elektrárna,

⁶⁸ Vlastní zpracování na základě údajů ze Stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí (INES) [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z WWW: <<https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/ines/priklady-udalosti/>>.

	vést k havarijním podmínkám, nebo situace, ve které by nebyly bezpečnostní systémy schopné zabránit havárii, pokud by nastaly určité iniciační události.	Maďarsko, 2002
INES 4	Únik radioaktivních materiálu do okolí s následkem dávky pro kritickou skupinu v řádu několika milisievertů. S takovým rozsahem úniku by pravděpodobně obecně nebyly spojovány žádné vnější ochranné zásahy s výjimkou místní kontroly potravin.	Windscale Pile, přepřacovatelský závod, Velká Británie, 1973
	Významné poškození zařízení. Taková havárie může zahrnovat poškození vedoucí k velkým potížím uvnitř zařízení, jako je částečné tavení aktivní zóny v energetickém jaderném reaktoru a srovnatelné události v zařízeních bez reaktoru.	Saint Laurent, jaderná elektrárna, Francie, 1980
	Takové ozáření jednoho nebo více zaměstnanců, že je vysoká pravděpodobnost rychlého úmrtí.	Tokaimura, závod na výrobu paliva, Japonsko, 1999
INES 5	Únik radioaktivních materiálů do okolí (s aktivitou stovek až tisíců TBq 131 I). Takový únik by pravděpodobně vyústil do částečného uplatnění protiopatření zahrnutých v místních havarijních plánech ke zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků.	Windscale Pile, Velká Británie, 1957
	Těžké poškození jaderného zařízení. Může to zahrnovat těžké poškození velké části aktivní zóny energetického reaktoru, velká havárie s kritičností, nebo velký požár či exploze uvolňující velké množství radioaktivity uvnitř zařízení.	Three Mile Island, jaderná elektrárna, USA, 1979
INES 6	Únik radioaktivních materiálů do okolí (s aktivitou tisíce až desítky tisíc TBq 131 I). Takový únik by pravděpodobně vyústil do plného uplatnění protiopatření zahrnutých v místních havarijních plánech ke zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků.	Kyštyim, přepřacovatelský závod, SSSR (nyní v Ruské Federaci), 1957
INES 7	Únik značné části radioaktivních materiálů z velkého zařízení (například z aktivní zóny energetického reaktoru) do okolí. Typicky obsahujících směs radioaktivních štěpných produktů s dlouhými i krátkými poločasy rozpadu (s aktivitou přesahující desítky tisíc TBq 131 I). Takový únik by vyústil do možnosti akutních zdravotních účinků; zpožděné zdravotní účinky v rozsáhlé oblasti s možností zasažení více než jedné země; dlouhodobé důsledky pro životní prostředí.	Černobyl, jaderná elektrárna, SSSR (nyní Ukrajina), 1986
		Fukušima Daiiči, jaderná elektrárna, Japonsko, 2011

PŘÍLOHA IV

Příloha IV: Zóna havarijního plánování a její únik radiace ze zóny havarijního plánování (Fukušima)⁶⁹



⁶⁹ Obrázek dostupný z článku *Konec léta ve Fukušimě* [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.osel.cz/5845-konec-leta-ve-fukusime.html>>.

PŘÍLOHA V

Příloha V: Rozmístění jaderných reaktorů v Evropě⁷⁰



⁷⁰ Mapa dostupná z *Jaderné energetika ve světě* [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/edee/content/img/o-spolecnosti/cisla-statistiky/je-1920x1080.png>>.