

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2016

Bc. Luboš Křížek



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta

Ústav radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

Diplomová práce

**Změna přístupu k zajištění požární
ochrany na Jaderné elektrárně Temelín
po havárii na jaderné elektrárně
Fukušima**

Vypracoval: Bc. Luboš Křížek

Vedoucí práce: Mgr. Štěpán Kavan Ph.D.

České Budějovice 2016

Abstrakt

Tématem diplomové práce je změna přístupu k zajištění požární ochrany na jaderné elektrárně Temelín po havárii na jaderné elektrárně Fukušima.

Teoretická část se zabývá úvodem do předmětu požární ochrany. Především ukazuje na vyplývající zákonné povinnosti jak pro veřejný, tak i pro soukromý sektor, přecházející až k podnikovému hasičskému záchrannému sboru. Souběžně s tím dochází k propojení s legislativou a bližší specifikací požární ochrany v rámci států Evropské unie. Popisuje vytvoření jednotného informačního systému, problematiku zvládání bezpečnosti a předcházení zniku nebezpečných situací.

Postupně je zde rozebírána historie jaderné energetiky a to od samotného objevení rozpadu jádra uranu v roce 1938, přes prvotně řízenou reakci uvolňování uranu štěpením jádra v roce 1942, kdy zároveň došlo k vystavení prvního reaktoru. Bohužel tímto objevem nebyla odkryta pouze pozitivní vlastnost řízené reakce, ale i odvrácená tvář jaderné energie v podobě atomových bomb využívaných během druhé světové války. Po druhé světové válce se začaly ve světě postupně rozšiřovat organizace civilní obrany. Hlavním cílem všech organizací bylo zabránění šíření jaderných zbraní. V dnešní době máme tři silné mezinárodní organizace zabývající se štěpením jádra. Přes veškerou snahu o vytvoření systému radiační ochrany, nebyla zcela propracována ochrana životního prostředí a dopad na vše živé. Nejprve se pracovalo s pasivními postoji zacílenými na ochranné pomůcky, které se v posledních letech promítají do aktivního přístupu ochrany, tak aby se zabránilo jevům vyvolávajícím rizika ohrožení životního prostředí a života samotného.

Samotná historie jaderných elektráren je velmi spletitá a obsáhlá. Principem všech těchto elektráren, ať již je jejich fungování založeno na různých typech reaktorů, vždy založeno na štěpení jádra, které při chybné manipulaci, uschovávání, skladování, má nedozírné důsledky pro celou světovou populaci. Vývoj jaderné energetiky v České republice byl pozvolný, toto bylo zapříčiněno obsazením Jáchymských dolů po druhé světové válce armádou Sovětského svazu, která vytěžený uran po dohodě s Československem vyvážela do Sovětského svazu a na území Československa ponechala pouhých 10% uranu. V této době se začaly v Československu stavět jaderné elektrárny jako jaderná elektrárna Jaslovské Bohunice, Dukovany a poslední je jaderná elektrárna Temelín, jejíž výstavba začala ještě za doby tehdejšího

Československa, její dostavění a spuštění provozu proběhlo již v době existence České republiky.

V části zabývající se jadernou elektrárnou Temelín je rozpracován vývoj elektrárny, ochranná pásma přes rozdělení stavebních objektů elektrárny včetně detailního rozpracování jejich fungování a provázanosti na jednotlivé činnosti objektu.

Další významnou částí je prováděný výzkum. Je zde rozpracován výzkum samotný, ale též metodika a hypotézy výzkumu. Výzkumná část je zaměřena na řešení mimořádných situací, které by moly na jaderné elektrárně Temelín vzniknout.

Výzkum je zaměřen na mimořádné události, jež byly příčinou havárie v jaderné elektrárně Fukušima. Prostřednictvím FMEA analýzy byla specifikována problematika spojená s činností jednotek Hasičského záchranného sboru podniku. Další z analýz se zaměřuje na vyhodnocení vnějších a vnitřních faktorů, zhodnocení silných, slabých stránek, příležitostí a hrozeb Hasičského záchranného sboru podniku.

Při využívání FMEA analýzy dochází k odhalování možných rizik a selhání. Zaciňuje se na eliminaci rizik a zvýšení bezpečnosti. Výsledkem je objektivní zhodnocení a zvyšování bezpečnosti v rámci jaderné elektrárny Temelín. Značnou negativní stránkou této analýzy je to, že je velmi časově náročná a v čase se mění díky proměnlivosti sledovaných faktorů.

Výsledkem celé práce je vyhodnocení stávajícího stavu Hasičského záchranného sboru podniku prostřednictvím SWOT analýzy včetně posouzení vnitřních a vnějších vlivů. Ve FMEA analýze dochází k vyhodnocení možných rizik s hodnotou UPR=70 a více. Následně jsou navrhována řešení a postupy pro eliminaci možných rizik.

Klíčová slova:

JETE, podnik, HZSp, školení, poškození, jaderné, analýzy, ČEZ, elektrárna, komunikace, výcvik, technika

Abstract

The theme of the dissertation is a change in an approach to securing fire protection in the Temelín Nuclear Power Plant after the accident in the Fukushima Nuclear Power Plant.

The theoretical part is an introduction to fire protection. It especially points out the statutory obligations applicable for both the public and the private sector, which are transferred to the company's fire rescue corps too. At the same time, fire protection is interconnected with legislation and specified in greater detail in EU countries. The theoretical part describes the process of building a uniform information system, safety-related issues and prevention of dangerous situations.

The theoretical part summarizes the history of the nuclear energy industry, from the discovery of the disintegration of the uranium nucleus in 1938 and the first controlled reaction of uranium liberation by splitting a nucleus in 1942, when, at the same time, the first reactor was built. Unfortunately, this discovery did not only familiarize mankind with positive aspects associated with a controlled reaction, but it also showed the dark side of nuclear energy in the form of atomic bombs used mainly in the course of the World War II. After the World War II, civil defence organizations were gradually founded in the world. The main goal of all these organizations was to prevent nuclear weapons, nuclear power plants and nuclear fuel from being spread. At the present time there are three strong international organizations dealing with nuclear fission. Despite all the efforts to build a system of radiation protection, environmental protection and impacts on living organisms were not elaborated fully. First, passive attitudes aimed at protective equipment were the central theme, and these passive attitudes have been reflecting in an active approach to environmental protection in the past few years, the goal being to eliminate phenomena giving rise to threats to the environment and life as such.

The actual history of nuclear power plants is very complex and complicated. The principle of all these power plants, no matter what type of reactor their operation is based on, is always nuclear fission – the trouble is that in this case any wrong handling or storage has immense consequences for the whole world's population. The development of the nuclear energy industry in the Czech Republic was slow, which was caused by the occupation of the Jáchymov uranium mines by the Soviet Army after the World War II. Based on an agreement with Czechoslovakia, the Soviet Army exported the uranium extracted to the Soviet Union and left just 10% of it in the territory of Czechoslovakia. At that time, nuclear power plants began to be built in Czechoslovakia, such as the Jaslovské Bohunice Nuclear Power Plant, Dukovany Nuclear Power Plant and the Temelín Nuclear Power Plant as the last one, whose construction was started in times of Czechoslovakia, but which was completed and put into operation in times of the existence of the Czech Republic.

The part dedicated to the Temelín Nuclear Power Plant describes the development of the power plant and protective zones pertaining to individual building structures of the power plant, including a detailed explanation of their functioning and linkages to individual activities of a structure.

Another important part is research carried out. This part specifies both the actual research and methodology and hypotheses of research. The research part is focused on handling emergency situations that might arise in the Temelín Nuclear Power Plant.

The research is focused on emergency events which were the cause of the accident in the Fukushima Nuclear Power Plant. Based on an FMEA (failure mode and effects analysis), the issues related to the activities of the company's fire rescue corps were specified. Another analysis is focused on the evaluation of outside and inside factors and evaluation of strengths, weaknesses, opportunities and threats to the company's fire rescue corps.

Utilizing an FMEA, possible risks and failures are detected. The goal of this analysis is to eliminate risks and increase safety. The result is objective evaluation and increase in safety within the Temelín Nuclear Power Plant. A considerable negative aspect of this analysis is that it is very time consuming and varies in time due to the changeability of the factors monitored.

The result of all the work is the evaluation of the existing state of the company's fire rescue corps through a SWOT analysis, including the evaluation of inside and outside influences. In case of FMEA, possible risks with the UPR value = 70 and more are evaluated. Subsequently, solutions and procedures to eliminate possible risks are proposed.

Key words:

Temelín Nuclear Power Plant, company, company's fire rescue corps, schooling, damage, nuclear, analyses, ČEZ, power plant, communication, training and technique.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 16. 5. 2016

Bc. Luboš Křížek

Poděkování

Děkuji Ing. Radku Vymazalovy za velmi cenné podmínky při zpracování diplomové práce.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK -----	12
ÚVOD	16
1 TEORETICKÁ ČÁST -----	18
1.1 POŽÁRNÍ OCHRANA -----	18
1.1.1 PŘEHLED ZÁVAZNÝCH DOKUMENTŮ POŽÁRNÍ OCHRANY A OSTATNÍ LEGISLATIVY -----	18
1.1.2 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY POŽÁRNÍ OCHRANY V RÁMCI HZSP ETE -----	19
1.1.3 LEGISLATIVA EVROPSKÉ UNIE VE VZTAHU POŽÁRNÍ OCHRANY -----	20
1.2 HISTORIE JADERNÉ ENERGETIKY VE SVĚTOVÉM MĚŘÍTKU-----	21
1.2.1 VZNIK JADERNÉ ENERGETIKY -----	21
1.2.2 SITUACE PO DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLCE -----	22
1.2.3 HISTORIE A TYPY JADERNÝCH REAKTORŮ -----	24
1.3 JADERNÁ ELEKTRÁRNA FUKUŠIMA -----	25
1.3.1 LOKALITA -----	25
1.3.2 CHARAKTERISTIKA JEFUKUŠIMA -----	26
1.3.3 PŘÍČINY HAVÁRIE JE FUKUŠIMA -----	27
1.3.4 PRŮBĚH HAVÁRIE JE FUKUŠIMA -----	27
1.3.5 RADIČNÍ STAV PO HAVÁRII VE FUKUŠIMA DAIČI -----	29
1.3.6 SVĚTOVÉ REAKCE V ZÁVISLOSTI NA HAVÁRII -----	30
1.4 HISTORIE JADERNÉ ENERGETIKY U NÁS -----	32
1.4.1 JE JASLOVSKÉ BOHUNICE -----	33
1.4.2 ELEKTRÁRNA MOCHOVCE -----	34
1.4.3 JE DUKOVANY -----	34
1.5 JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN-----	34
1.5.1 HISTORIE JETE -----	35
1.5.2 OCHRANNÉ PÁSMO JETE -----	36
1.5.3 POPIS STAVEBNÍCH OBJEKTŮ JETE -----	37

1.5.4 HAVARIJNÍ PŘIPRAVENOST JETE	43
1.5.5 STUPNICE HODNOCENÍ JADERNÝCH UDÁLOSTÍ INES	44
1.5.6 HZSP ETE	45
1.5.7 PROTIJADERNÉ AKTIVITY ZE STRANY SOUSEDÍCÍHO RAKOUSKA	49
2 HYPOTÉZY A METODIKA VÝZKUMU	49
2.1 VÝZKUMNÁ OTÁZKA DIPLOMOVÉ PRÁCE	49
2.2 METODIKA VÝZKUMU DIPLOMOVÉ PRÁCE	50
2.2.1 METODA SWOT ANALÝZY	50
2.2.2 METODA FMEA ANALÝZY	51
VÝPOČET FMEA ANALÝZY SE PROVÁDÍ ZA POMOCI VZORCE.	52
3 VÝSLEDKY	54
3.1 SWOT ANALÝZA	54
3.1.1 SILNÉ STRÁNKY	55
3.1.2 SLABÉ STRÁNKY	56
3.1.3 PŘÍLEŽITOSTI	57
3.1.4 HROZBY	58
3.2 ANALÝZA FMEA	59
3.2.1 ZÁTĚŽOVÉ TESTY JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN	59
3.2.2 TABULKY FMEA VÝZKUM, VYHODNOCENÍ	67
4 DISKUZE	97
5 ZÁVĚR	104
6 SEZNAM LITERATURY	105
7 SEZNAM TABULEK	113
8 PŘÍLOHY	115

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AC	automobilová cisterna
AZ	aktivní zóna
BAPP	budova aktivních pomocných provozů
BD	bloková dozorovna
Bq	Becquerel
BSVP	bazén skladování vyhořelého paliva
CAS	cisternová automobilová stříkačka
CEZ_SM	české energetické závody směrnice
CSN	československé normy
ČEZ a.s.	české energetické závody akciová společnost
ČEZ_PA	české energetické závody pravidla
ČEZ_PP	české energetické závody postup
ČR	Česká republika
DA	dopravní automobil
DDV	dálková doprava vody
DG	diesel generátor
DGS	diesel generátorová stanice
ELC	elektrocentrála
EPS	elektronická požární signalizace
EU	Evropská unie
EURATOM	Evropské společenství pro atomovou energii
FMEA	druh analýzy
GŘ HZS	Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru

GW	gigawatt
HP	havarijní prostředky
HŠ	havarijní štáb
HVB	hlavní výrobní blok
HZSp	hasičský záchranný sbor podniku
CHNR	chladicí nádrže s rozstříkem
CHS	chemická služba
CHUV	chemická úpravná vody
IAEA	International Atomic Energy Agency
INES	International Nuclear and Radiological EventScale
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
ISO	International Organization for Standardization
JE	jaderná elektrárna
JETE	jaderná elektrárna Temelín
JPO	jednotka požární ochrany
JSDH	jednotka sboru dobrovolných hasičů
Kg	kilogram
Km	kilometry
KOPIS	krajské operační informační středisko
KP	kontrolované pásmo
Kva	kilovolt ampéra
Kw	kilowatt
M	metry
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
MB	mercedes benz

MPa	mega pascal
mSv	miliSievert
MU	mimořádná událost
MV	ministerstvo vnitra
MW	megawatt
MWe	megawatt elektrické energie
NA	nákladní automobil
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OP	operační důstojník
OPIS	operační informační středisko
PČ	ponorné čerpadlo
PG	parogenerátor
PHM	pohonné hmoty
PO	požární ochrana
PS	přenosná stříkačka
RN	rypadlový nakladač
RPN	možné riziko
RSst	radiostanice
ŘCTSFO	řídící centrum technického systému fyzické ochrany
Sb.	sbírka zákonů
SDH	sbor dobrovolných hasičů
SI	směnový inženýr
SO	stavební objekty
SSSR	Svaz sovětských socialistických republik

SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
TA	technický automobil
TEPCO	Tokyo Electric Power Company
TG	turbo generátor
TPO	technik požární ochrany
TVD	technická voda důležitá
VD	velitel družstva
VRB	vedoucí výrobního bloku
VS	velitel směny
VU	velitel útvaru
VZ	velitel zásahu

Citace dle ČSNISO 690 01 0197

ÚVOD

Již více jak 29 let jsme ovlivňováni jadernou energií. První „zásadní“ setkání s touto silou bylo v roce 1986. Zde v plném rozsahu ukázala atomová energie svoje „drápky“, a to při výbuchu a následném požáru ve čtvrtém bloku jaderné elektrárny Černobyl. Kombinace výbuchu a požáru způsobila poškození reaktoru a následné uvolnění radioaktivních látek do ovzduší a ozáření milionů lidí. Po samotném výbuchu byly dlouho utajovány informace týkající se příčiny této havárie. Zásadní příčinou bylo to, že před řádným zahájením činnosti čtvrtého reaktoru nebyly provedeny všechny kontrolní testy. Poslední kontrolní test měl zajistit, že když se na reaktoru vyskytne závada, bude turbína schopna setrvačností přibližně po dobu jedné minuty vyrábět dostatečné množství energie, která vytvoří „přemostění“ ke spuštění nouzových generátorů, byla provedena právě v osudný den výbuchu reaktoru. V kombinaci se selháním lidského faktoru došlo prozatím k největší jaderné havárii. Likvidace havárie si vyžádala životy zasahujících hasičů. Jejich šance na přežití byla nulová již v momentě jejich příjezdu k postiženému místu. Nebyli informováni o skutečné podstatě výbuchu, a tudíž nebyli ani dostatečně vybaveni ochrannými pomůckami, respirátory nebo protiradiačními obleky. Z této havárie vzniklo mnoho výstupů a procesních úkonů, které měli pomoci předcházet případným dalším jaderným haváriím.

I přes tyto doporučení a procesní návody dochází k další havárii, kde hlavními činitelem je především selhání lidského faktoru – jako v roce 1999 v závodu Tokaimura v Japonsku, kde dělníci lijící do čistících nádrží 16 kilogramů uranu namísto určených 2,4 kilogramů. Tato záměna způsobí okamžitou chemickou reakci a výbuch uranu a jeho šíření vysokou rychlostí, do dvou minut se rozšíří do vzdálenosti 2 kilometrů, a jeho šíření dále pokračuje. Opětovně se opakuje situace jako u jaderné elektrárny v Černobylu, hasiči přijíždějí bez ochranných protiradiačních obleků, neboť nejsou informováni o podstatě havárie.

Další havárie, která se ve světě objevila, byla zapříčiněna nedostatečnou kontrolou technického stavu chladicího zařízení již odstaveného reaktoru v jaderné elektrárně Sizewell A. Zde unikalo trhlinou v trubce vedoucí do chladicího zařízení přibližně 150 tisíc litrů radioaktivní vody do odpadní kanalizace a Severního moře. I zde se setkáváme se selháním lidského faktoru.

Poslední významnou jadernou katastrofou je výbuch jaderné elektrárny Fukušima v roce 2011. Tento výbuch byl důsledkem několika vlivů souběžně. Jedním z nich bylo zemětřesení, které vyvolalo vlnu tsunami o výše až 39 metrů, která významně poškodila jadernou elektrárnu Fukušima. Výsledkem bylo ztráta záložního napájení a následné obnažení paliva v reaktoru, což vedlo k mohutné explozi. Zároveň opětovně došlo k selhání lidského faktoru – management jaderné elektrárny neměl ucelený postoj při řešení havárie a souběžně s tím byl zjištěn nezáměr kontrolních úřadů. Toto vše se prolulo s neinformovaností veřejnosti jak v době před samotnou havárií, tak i během ní.

Tato poslední havárie zasáhla celosvětové mínění o jaderné energetice nejen u běžných občanů zemí, ale stala se i „žhavým“ tématem na politické úrovni. Souběžně docházelo k odborným debatám ohledně jaderné bezpečnosti a vzniku nového jaderného regulačního úřadu.

V současné době se v České republice nacházejí dvě jaderné elektrárny – jaderná elektrárna Temelín a Dukovany, které po posledních jaderných haváriích ve světě zpřísnily své režimy fungování. Vycházejí především z negativních zkušeností jejich předchůdců a doporučení nového regulačního úřadu pro jadernou energetiku. Další stránky této práce jsou zaměřeny na zajištění požární ochrany v případech potenciálních havárií na elektrárně Temelín, souběžně s tím dochází a bude docházet k vyhodnocování rizikovosti nenadálých vlivů či selhání lidského faktoru. Z povahy pracovního zařazení na jaderné elektrárně Temelín, mě tato tematika velmi zaujala a možnost rozpracovávat a vyhodnocovat rizika mi umožnila zacílit se na zpracování náhledů a přístupů směřujících ke zvýšení ochrany obyvatelstva, podnikového hasičského sboru a v neposlední řadě dopadů na životní prostředí.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Požární ochrana

Požární ochrana nám říká, že každý člověk si musí počínat, tak aby svými skutky nezapříčinil vznik požáru. Nebo neohrozil lidské zdraví a život popřípadě jejich majetek. To samé platí i pro zvířata s výjimkou majetku. Pokud nastane mimořádná událost, jako je požár, živelná pohroma apod., musí poskytnout svojí osobní a věcnou pomoc, pouze v případě pokud tato pomoc nevede k jeho ohrožení nebo k ohrožení jeho blízkých (Z 133/1985).

1.1.1 Přehled závazných dokumentů požární ochrany a ostatní legislativy

Je zpracováno několik právních předpisů souvisejících s výkonem práce zaměstnanců ETE. Jedná se o následující zákony, prováděcí vyhlášky, vnitřní předpisy a v neposlední řadě české a evropské normy jako:

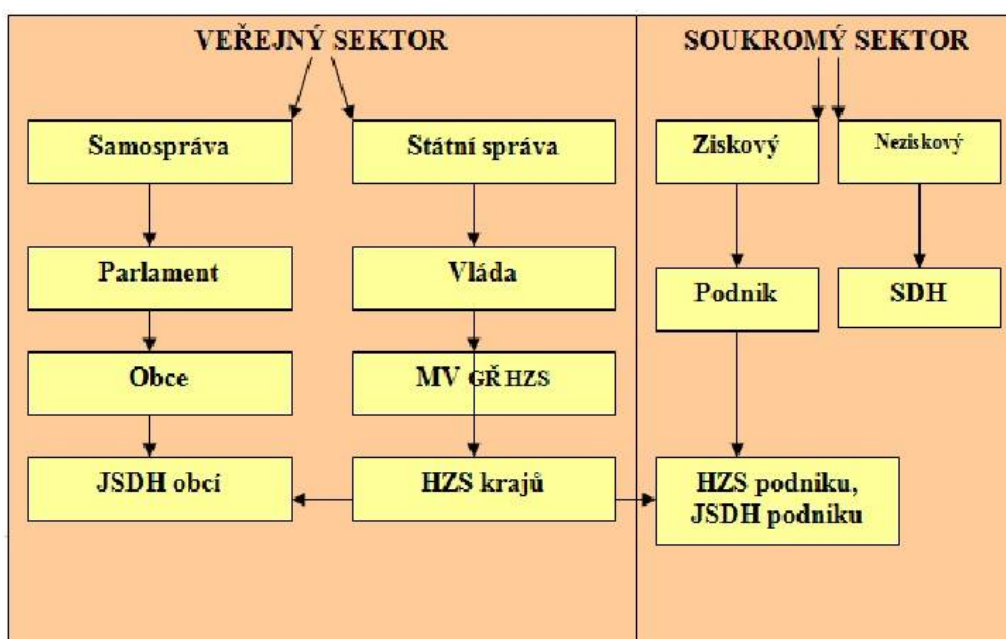
- Zákon o požární ochraně v úplném znění č. 133/1985 Sb.
- Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů č. 240/2000 Sb.
- Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů č. 239/2000 Sb.
- Zákon o hospodářských opatření pro krizové stavy a o změně některých zákonů č. 241/2000 Sb.
- Zákoník práce v úplném znění č. 65/1965 Sb.
- Zákon o mírovém využití jaderné energie a ionizujícího záření č. 18/1997 Sb.
- Obchodní zákoník v platném znění č. 513/1991 Sb.
- Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o požadavcích na jaderná zařízení k zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a havarijní připravenosti č. 195/1999 Sb.

- Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, o zabezpečení jakosti při činnostech souvisejících s využitím jaderné energie a činnostech vedoucích k ozáření a o stanovení kritérií pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd č. 214/1997 Sb.
- Vyhláška MV ČR o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru č. 246/2001 Sb.
- Vyhláška MV ČR o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany č. 247/2001 Sb.
- ČSN EN ISO 9000:2001 Systém managementu jakosti – Základy, zásady a slovník
- ČSN EN ISO 9001:2001 Systém managementu jakosti – Požadavky
- ČSN EN ISO 9004:2001 Systém managementu jakosti – Směrnice pro zlepšování výkonnosti
- ISO 19011 Směrnice pro auditování systému managementu kvality, anebo systému environmentálního managementu.
- Vnitřní dokumentace pravidla ČEZ_PA_23.01r00 Pracovní řád ČEZ a.s.
- Vnitřní dokumentace pravidla ČEZ_PA_0004r03 Bezpečnost a ochrana
- Vnitřní dokumentace směrnice ČEZ_SM_0117r02 Řízení bezpečnosti ČEZ a.s.
- Vnitřní dokumentace směrnice ČEZ_SM_0104r02 Požární ochrana
- Vnitřní dokumentace postup ČEZ_PP_0295r00 Stanovení bezpečnostních požadavků
- Vnitřní dokumentace postup ČEZ_PP_0296r00 Ověření plnění bezpečnostních požadavků

1.1.2 Legislativní předpisy požární ochrany v rámci HZSp ETE

Legislativa požární ochrany je závazná jak pro veřejný sektor, tak i pro soukromý sektor. V rámci tohoto obrázku je zobrazeno propojení legislativy soukromého sektoru s veřejným, až k hasičskému záchrannému sboru podniku (Rybová, 2006) (Vymazal, 2008).

Obr. 1 Propojení legislativy s veřejným sektorem



Zdroj: Rybová, 2006

1.1.3 Legislativa Evropské unie ve vztahu požární ochrany

Legislativa požární ochrany je řešena především vnitřními předpisy členských států. A však to neznamená, že v rámci Evropské unie nejsou postupovány kroky, při společném řešení požární ochrany a ochrany obyvatelstva.

V rámci ochrany obyvatelstva je řešena otázka ochrany obyvatelstva, životního prostředí a majetku. V evropském společenství států bylo zřízeno ředitelství pro životní prostředí a to konkrétně oddělením civilní ochrany a ekologických havárií. Česká republika proto v roce 2000 přijala nové zákony jak v oblasti krizového řízení, tak v rámci spolupráce složek integrovaného záchranného systému. Zásadní je rozhodnutí Rady Euratom č. 2001/792/EC. Ve kterém se Česká republika zapojila do výměny informací a vytvoření databáze expertů, kteří jsou schopni vyhodnocovat různé druhy a stupně mimořádných událostí. Tato databáze slouží pro výuku a výcvik mezinárodních týmů, které budou nasazeny, při vzniku mimořádných událostí. Dalším velkým mezinárodním projektem je vytvoření jednotného evropského

tísňového telefonního čísla 112. Tento projekt byl přijat vládou a to usnesením č. 391/2000 a následně zákonem č. 151/2000 Sb., o telekomunikacích a o změně dalších zákonů.

V rámci požární prevence se jedná o směrnici Rady č. 89/106/EHS a její dokument č. 2, ve které se řeší požární bezpečnost staveb. Úkolem této směrnice je harmonizace kvality materiálu pro stavby, taktéž sjednocení postupů v oblasti požární bezpečnosti staveb. Řada směrnic se blíže zabývá problematikou materiálů a také problematikou zvládnutí bezpečnosti a předcházení vzniku nebezpečných situací. Do této problematiky je samozřejmě zařazena požární bezpečnost a to na již zmiňované oblasti bezpečnosti staveb, tak chemických látek a bezpečnosti a ochrany zdraví. Všechny tyto směrnice byly převzaty do českého právního řádu a vydány v nově vzniklých zákonech a v novelizacích zákona, vyhlášky a předpisů (Rybová, 2006).

1.2 Historie jaderné energetiky ve světovém měřítku

1.2.1 Vznik jaderné energetiky

Důležitým zlomem pro vznik jaderné energetiky byl rok 1938. V tomto roce němečtí chemici Fritz Starssman a Otto Hahn došli k objevu rozpadu jádra uranu, při jeho odstřelování neutrony, dochází k rozpadu na dvě přibližně stejné části. Při tomto rozpadu je uvolňováno velké množství energie. Tato fyzikální reakce se nazývá jaderným štěpením a na tomto principu fungují dnes všechny jaderné elektrárny. První takto řízená reakce byla uskutečněna v reaktoru s označením CP – 1 a to dne 2. prosince roku 1942. Tento reaktor vystavil se svým týmem italský fyzik Enrico Fermi a to v podzemí stadionu Chicagské univerzity. Bohužel tento objev přinesl i špatnou stranu jaderné energie a to ve formě atomové bomby, kterou roku 1945 svrhly Spojené státy na japonská města Hirošimu a Nagasaki (Holečková, 2012).

Roku 1954 byla spuštěna první atomová elektrárna na světě. Byl to Sovětský svaz, který ve městě Obnisk začal zásobovat energií z továrny na 2000 domácností. Výkon této jaderné elektrárny byl pouhých 5 MWe, což je

v porovnání s dnešními jadernými elektrárnami zanedbatelné množství. O tři roky později byla spuštěna jaderná elektrárna s výkonem 60 MWe a to ve Spojených státech amerických v městě Shippigport(Holečková, 2012).

1.2.2 Situace po druhé světové válce

Po druhé světové válce, kdy Spojené státy americké svrhly atomovou bombu na město Hirošimu a Nagasaki, vznikla v celém světě obava z atomové války. Následkem této zkušenosti v 50. letech minulého století začaly postupně vznikat ve všech vyspělých zemích světa organizace civilní obrany. Pod patronací Organizace spojených národů byla zřízena Mezinárodní agentura pro atomovou energii

Tato Mezinárodní organizace měla za úkol poskytnout bezpečnostní záruky v oblasti štěpení atomu. Na základě výše popsaného úkolu došlo k postupnému vývoji třech hlavních fází. První fáze započala na konci 50. let. Jejím hlavním směrem bylo zabránění šíření jaderných zbraní, kontrola jaderných elektráren a jaderného paliva. Druhá fáze v roce 1968 byla zaměřena na podepsání smlouvy o nešíření jaderných zbraní. To mělo za následek vytvoření uzavřené skupiny států vlastnicích jaderné zbraně. Poslední fáze z roku 1991 kulminovala až do roku 1997 a měla za následek vytvoření organizace IAEA – MAAE jejímž úkolem bylo zajistit bezpečnostní záruky. Zaměřuje se na bezpečnostní opatření, zdravotní následky a nevyužívání jaderných zařízení ve vojenské oblasti. MAAE kontroluje dodržování bezpečnostních záruk u jaderných velmocí, kterými jsou: Čína, Francie, Ruská federace, Velká Británie, Spojené státy americké, Indie, Izrael, Pákistán.

V dnešní době máme tři silné mezinárodní organizace zabývající se štěpením jádra a to: Agentura OECD pro jadernou energetiku, společenství EURATOM (součástí Evropské unie) a Mezinárodní agentura pro atomovou energii IAEA.

Tyto organizace vytvořili systém radiační ochrany. Systém zajišťuje ochranu veřejnosti před nepříjemnými dopady záření. Přesto neobsahoval dostatečnou ochranu životního prostředí a všech živých druhů s výjimkou

člověka. Následkem toho se začaly provádět výzkumy zdravotních rizik ionizujícího záření, což vedlo ke vzniku mezinárodně přijatelného systému radiační ochrany. Zprvu byl systém založen na pasivním postoji využívající používání ochranných prostředků, pomůcek, ukrytí a jiné. V následujících letech došlo k rozšiřování tohoto systému z pasivního, na aktivní přístup ochrany, tj. počínat si tak, abychom zabránili vzniku jevu, který může být příčinou vyvolání daného rizika. Pokud tato situace již nastane, chovat se tak, aby jeho dopady byly co nejnižší.

Samostatnou oblastí jsou jaderné havárie. V historii vývoje jaderných zařízení došlo k několika haváriím. První havárie byla v roce 1957 v Windscale (Sellafield), o dvacet-dva let později ve Three Mile Island. Nejvýznamnější havárií byla havárie v Černobylu v roce 1986. Jednalo se o první havárii vedoucí ke změně obecného celosvětového mínění zasahujícího do oblasti jaderné energetiky (Procházková et al., 2004).

Do této doby byla otázka havárie reaktoru jaderných elektráren zkoumána víceméně pouze na akademické půdě a to především teoreticky. Ukázalo se, že v té době neexistoval systém dokazující plnohodnotné řešení potenciálně vzniklých problémů. Vláda Svazu sovětských socialistických republik, nedokázala adekvátně reagovat na vzniklou situaci a v konečném důsledku se pokoušela zastírat informace o průběhu havárie, což vedlo k oddálení řešení vývoje nových postupů.

Byť měl výbuch Černobylu katastrofální následky jak na životní prostředí, tak i na živé bytosti, byl po uvolnění informačního embarga dostatečným poučením pro ostatní země světa, proto aby si při budování nových jaderných elektráren počínali lépe. Jaderné elektrárny se začaly stávat bezpečnějšími, přesto bylo opomenuto řešení a důsledná kontrola ostatních zařízení. Příkladem toho je Brazílské městečko Goiánii. Zde nepoučený pracovník v roce 1987 manipuloval s opuštěným radioterapeutickým zařízením, což vedlo k rozptýlení práškového chloriducelsia v celé městské čtvrti.

Po roce 1987 došlo k výraznému rozvoji kompetencí mezinárodních organizací a zpřísnění bezpečnostních podmínek. Tento stav až na několik menších

případů vydržel téměř 25 let. Nerespektování přírodních vlivů mělo za následek výbuch jaderné elektrárny Fukushima Daitshi (SUJB, 2008).

1.2.3 Historie a typy jaderných reaktorů

V tepelných elektrárnách je varný kotel podobně, jako v jaderných elektrárnách je reaktor. S tím rozdílem, že v konvenčních elektrárnách je vytvářeno teplo chemickou reakcí hořením fosilních paliv na místo štěpné reakce (IAEA, 1982) (Československá komise pro atomovou energii, 1986).

V jaderných elektrárnách jsou využívány různé typy jaderných reaktorů:

- a) **Plynem chlazené reaktory** – byly vyvinuty ve spolupráci Velké Británie a Francie. Tento typ používá přírodní uran v povlaku hořčíkové slitiny, které byly moderovány grafitem. Chlazení těchto reaktorů bylo zajištěno kyslíčkem uhličitým s výstupní teplotou asi 400 stupňů. Kyslíček uhličitý prochází parním generátorem. Reaktory tohoto typu jsou jediné, které nejsou závislé na výrobě těžké vody a obohacování. Nevýhodou je značné množství energie a velké rozměry aktivní zóny (IAEA, 1982).
- b) **Reaktory moderovány těžkou vodou** – těžkovodní reaktor využívá vlastnosti těžké vody a to především díky dvěma fyzikálním vlastnostem těžkovodních mříží. První z nich je nízká absorpce neutronů, která pomáhá k vysokému hoření paliva. Druhá vlastnost je využívána v aktivní zóně reaktoru, kdy je velmi krátká migrační délka neutronů. Celosvětový vývoj byl prováděn ve dvou alternativách:
 - a. Tlaková nádoba.
 - b. Reaktor s tlakovými kanály.

Tyto reaktory nedosáhly takového stupně, aby byly schopné konkurovat lehkovo-dním reaktorům (IAEA, 1982).

- c) **Reaktory moderovány lehkou vodou** – tento typ byl úspěšně zaveden již v 50. letech pro pohon ponorek. Jedná se o velmi jednoduchý a provozně spolehlivý typ reaktoru. Jeho výhodou je vysoká ekonomická úspěšnost. (Bár, Severa, 1986).
- d) **Varný reaktor** – funguje na podobném principu jako lehkovo-odní reaktor, který je doplněn o výrobu páry přímo v aktivní zóně (Bár, Severa, 1986).
- e) **Rychlý množivý reaktor smyčkového typu, chlazený roztaveným kovem** – dosahoval velkého výkonu, přesto technicky nedokázal adekvátně propojit mezi sebou systém tekutých kovů jako chladiva. Největší problém vznikal ve výměníku, kdy tekutý kov předával svoji tepelnou energii vodě. Spojené státy americké a Francie vynaložily nemalé prostředky na vyřešení tohoto stavu, ovšem neúspěšně (Bár, Severa, 1986).
- f) **Reaktor pro jadernou fúzi** – je nejnovějším modelem v získávání elektrické energie za pomoci jaderné fúze dvou jader deuteria a tritiumia, který vede k procesu bohatému na neutrony. To má za následek uvolnění velkého množství energie (Bár, Severa, 1986).
- g) **Hybridní reaktor** – je závislý na vývoji v jaderné fúzi. Výhodou hybridního reaktoru je omezení problémů při štěpné částic, neboť tento proces je trvale v podkritickém stavu (Otčenášek, 1991).

1.3 Jaderná elektrárna Fukušima

1.3.1 Lokalita

Japonsko země vycházejícího slunce. Stát, jenž se rozpíná na souostroví ležící v severovýchodním okraji Tichomořského oceánu. Skládá se z několika deseti tisíců ostrovů roztroušených v takzvaném Tichomořském ohnivém

kruhu. Jeho celková rozloha je 377 435 km² s populací čítající přes 126 milionů obyvatel.

Japonsko je konstituční monarchie, přičemž moc císaře Akihita je omezena ústavou. V současné moderní konstituční monarchii je moc v zemi rozdělena mezi vládu a císaře. Císařské pravomoci jsou generačně děděny. Hlavním představitelem vlády Japonska je premiér, který je volen sněmem na návrh vlády.

Hlavním městem Japonska je Tokio, ležící na břehu řeky Sumida v Tokijském zálivu o rozloze 622 km² a populací čítající přes 13 milionů obyvatel

Kučka (1987) mluví o tom, že „Japonsko se prostírá v místě střetu čtyř litosférických desek, a je pro to geologicky nejaktivnější oblastí na světě. Toto má vliv také na krajinu Japonska, která je tvořena převážně horami a desítkami aktivních sopek. Činností litosférických desek dochází k pravidelnému zemětřesení, erupci sopek a následným vlnám tsunami.

Nejdůležitější území Japonska je tvořeno čtyřmi hlavními ostrovy. Jsou to ostrovy Hokkaidó, Šikoku, Kjúšú a Honšú. Ostrov Honšú se dále dělí na severní Honšú, střední Honšú, západní Honšú. „Tyto oblasti jsou nadále členěny na 43 prefektur a 4 oblasti. Jsou to samostatné administrativní jednotky s vlastními samosprávnými orgány a poměrně širokou pravomocí. Každá prefektura s menšími administrativními jednotkami (města, obce) má vlastní zvolené zástupce, kteří řeší problémy místního významu (Japonsko, 2007).

1.3.2 Charakteristika JEFukušima

Jaderná elektrárna Fukušima Daiči se nachází v Japonsku přesněji na největším Japonském ostrově Honšu v prefektuře Fukušima. Jaderná elektrárna je provozována firmou TEPCO a je situována při pobřeží. Jaderná reakce probíhá v reaktorech typu BWR. V rámci elektrárny je šest bloků. První blok byl v provozu od roku 1971 s elektrickým výkonem 460 MW, o tři roky později byl spuštěn druhý blok o výkonu 784 MW. Roku 1976 následoval třetí blok s výkonem 784 MW. Následovaly další dva bloky s výkonem 784

MW, které zahájily provoz roku 1978. Poslední blok byl spuštěn o rok později s největším výkonem ze všech bloků a to 1100 MW. Tyto reaktory jsou první generací varných reaktorů (Tvrdý,2013) (JURANOVÁ, E., HANSLÍK, E., 2012).

1.3.3 Příčiny havárie JE Fukušima

Dne 11. 3. 2011 zasáhlo severovýchodní část Japonska silné zemětřesení. Toto zemětřesení mělo sílu 9 stupňů RichtEROVY škály. Jednalo se o velmi silné zemětřesení, po kterém následovala vlna Tsunami s odhadovanou výškou až 35 metrů. Tato vlna byla natolik velká, že zaplavila území o rozloze 561 km². Řádění tohoto živlu si vybralo na 15 000 lidských životů a mělo široké dopady na infrastrukturu a komunikační, dopravní a rozvodní sítě (Earthquake, 2011).

Toto zemětřesení zasáhlo i jadernou elektrárnu Fukušima. Během zemětřesení byly v provozu pouze bloky jedna, dva a tři. Bloky pět a šest byly mimo provoz z důvodu pravidelné odstávky. Blok číslo čtyři byl také v odstavce s tím rozdílem, že zde bylo navozeno čerstvě vyhořelé palivo. Ve chvíli, kdy zasáhlo zemětřesení jadernou elektrárnu, došlo k automatickému odstavení bloků. Následkem zemětřesení bylo přerušení dodávek elektrické energie v elektrárně. Elektrárna se dostala do nouzového režimu, v tomto režimu bylo prioritní zahájení napájení systému potřebných pro ochlazení aktivní zóny. Toto napájení zabezpečují diesel generátory. Po odeznění zemětřesení následovaly dvě vlny tsunami o výšce 14 až 15 metrů, což překročilo konstruovanou výšku 5,7 m a mělo za následek zaplavení diesel generátory mořskou vodou(Earthquake, 2011).

1.3.4 Průběh havárie JE Fukušima

Zemětřesení poškodilo elektrickou síť, jenž zajišťovala dodávky elektrické energie pro ochlazení aktivní zóny. Po zemětřesení následovali dvě vlny tsunami. Tyto vlny porušily čerpadla pro zajištění chlazení okruhu pro odvod

zbytkového tepla s aktivní zóny. Budovu s turbínou zaplavila mořská voda. Především bylo zasáháno přízemí budovy, ve kterém byly umístěny diesel generátory, což vedlo k jejich vyřazení z provozu. Následkem toho přichází elektrárna o dlouhodobější zdroj elektrické energie a zbývá jen napájení z baterií, které mají jen několika hodinovou kapacitu baterií (IAEA, 2015).

První blok

Následkem výpadku elektrické energie dochází k zastavení dodávek vody do aktivní zóny. V aktivní zóně dochází k úbytku vody a následnému odhalování palivových tyčí. Začíná narůstat teplota až na 2800 stupňů Celsia. Při této teplotě dochází k tavení palivových tyčí a nárůstu tlaku na 0,8 MPa. Tento tlak je za hranicí konstrukčního tlaku 0,4 – 0,5 Mpa. Z toho důvodu je zapotřebí odtakovat nádobu od směsi plynů cesia, jodu a vodíku. Právě tato směs, ve které se vyskytuje velice výbušný vodík, má za následek výbuch na servisním patře. Dne 12. března 2011 dochází k výbuchu a následnému zničení ocelové konstrukce, železo betonová ochranná obálka nebyla porušena. O pět hodin později bylo zajištěno stříkání mořské vody do aktivní zóny (World Nuclear Association, 2016) (Wagner, 2009).

Druhý blok

Na druhém bloku dne 14. března dochází k selhání chladicího systému. Vzhledem k velkému nárůstu tlaku a strachu z dalšího možného výbuchu, jsou směsi plynů vypuštěny do okolí. Následujícího dne je protržen plášť kondenzačního ochranného kontejmentu. To má za následek nekontrolovaný únik štěpných produktů do okolí (Hanuš, 2012) (Wagner, 2011).

Třetí blok

Stejná situace jako je na první bloku probíhá i na třetím bloku. Dne 14. března dochází k výbuchu. Tento výbuch zničil horní část budovy (Hanuš, 2012) (Wagner, 2012).

Čtvrtý blok

Čtvrtý blok byl v době zemětřesení v odstavném režimu, přesto zde bylo umístěno čerstvě vyhořelé palivo. V rámci krizové situace na ostatních blocích se na čtvrtý blok zapomnělo. Dne 15. března došlo k výbuchu na pátém patře v důsledku nahromaděného vodíku, který se sem dostal zřejmě z odvětrávacích šachet pro třetí blok. Následkem tohoto výbuchu je zpozorován požár v severozápadním křídle hlavního výrobního bloku. Dalšího dne dochází k dalšímu požáru a následnému pozorování bílého kouře, který signalizoval ztrátu vody v bazénech vyhořelého paliva (SÚJB, 2016).

Ke stabilizaci reaktoru na jaderné elektrárně Fukušima Daiči dochází až na konci roku 2011. Na konci tohoto roku se podařilo dostat teplotu reaktoru pod 100 stupňů Celsia (Tvrdý, 2013) (Wagner, 2013).

1.3.5 Radiační stav po havárii ve Fukušima Daiči

Následkem výbuchu a upouštění tlaku v jaderné elektrárně, došlo k uvolnění radioaktivních látek do ovzduší. Tyto radioaktivní látky se za pomoci větru šířily do vnitrozemí a zasáhly nejen vnitrozemí ostrova Honšu, ale také i oblast oceánu. V oblasti do 30 km od jaderné elektrárny byli evakuováni všichni obyvatelé. Únik látek nebyl pouze vzduchem, ale také vodou, která zaplavila elektrárnu, v roce 2011 unikla kontaminovaná voda z druhého a třetího bloku do oceánu. To ve spojení s látkami ze vzduchu mělo za následek kontaminaci Japonského pobřeží. V reakci na tuto situaci vydalo Ministerstvo zdraví, práce a sociálních věcí pokyn ke sledování radioaktivních látek ve vodě a v potravinách v oblasti Fukušima (Worldnuclearnews, 2013).

Byly vydány prozatímní závazné limity pro výskyt celsia a jodu, při překročení těchto limitů byla omezena konzumace potravin a vody ^{131}I (300 Bq/kg, pro kojeneckou stravu 100 Bq/kg), ^{137}Cs (200 Bq/kg), uran (20 Bq/kg) a izotopy plutonia a transuranových prvků (1 Bq/kg) (IAEA, 2015).

V rámci této havárie byli kontaminováni nejen lidé, kteří pracovali na odstranění škod, ale též lidé žijící v okolí elektrárny. Radiační stav

u pracovníků na jaderné elektrárně monitoruje firma TEPCO. Lidé v okolí byly vystaveny dávkám v rozmezí 1 – 10 mSv v některých ojedinělých případech 10 – 50 mSv, pro porovnání z přírodních zdrojů je dávka 2,4 mSv/rok (World Health Organization, 2013) (Barnet, I., Hanslík, E., 2012).

Radioaktivní látky uvolněné do ovzduší nezasáhly pouze Japonsko, ale v důsledku proudění vzduchu byly přeneseny až nad naše území. Naměřené hodnoty radioaktivních látek nad územím České republiky měly nízký koeficient, což bylo vyhodnoceno tak, že není nutné přijímat jakékoliv opatření pro ochranu lidského zdraví (Health Sciences Council, 2011).

1.3.6 Světové reakce v závislosti na havárii

Svět před jadernou havárií byl z větší části přikloněn pro jadernou energii, avšak po události v Japonsku se mínění změnilo. I když nedošlo k přímému ohrožení okolních států, došla Evropa k rozhodnutí provedení zátěžových testů jaderných elektráren (SÚJB, 2012).

Jaderná energie je nejefektivnější zdroj pro získávání elektrické energie, ale také však je to zdroj kontroverze v lidském smýšlení ohledně její bezpečnosti (Hodgson, 1999). Díky několika událostem v minulém století, až po havárii ve Fukušimě je náhled na jadernou energii po roce 2011 opět jiný. První země, která v reakci na tuto událost zareagovala, bylo Německo, které vydalo pokyn k uzavření sedmi jaderných elektráren a začalo se orientovat na energii z obnovitelných zdrojů a to v podobě větrných elektráren a solárních panelů. Tato energie není však dostačující a tak musí energii kupovat od jiných výrobců a to je následkem zvyšování cen pro Německo. Německo se v rámci své soběstačnosti rozhodlo investovat finanční prostředky do obnovitelných zdrojů, tak aby v roce 2023 byla produkce elektrické energie z obnovitelných zdrojů 123 000 MW. Vzhledem k finanční náročnosti těchto ambiciózních projektů si je může dovolit pouze Německo, které má největší ekonomiku v Evropě (Viturka, 2010). Další z evropských států, které reagovalo na tuto situaci, bylo Švýcarsko. Švýcarsko se rozhodlo pro uzavření svých jaderných elektráren a to v roce 2035, kdy jim

končí životnost. Itálie patřila do zemí, které neměli jaderné elektrárny před havárií ve Fukušimě. Italská vláda zvažovala výstavbu nové jaderné elektrárny. Po havárii se toto rozhodnutí změnilo v neprospěch jaderné energie. Další zemí, která odmítá výstavbu jaderných elektráren na svém území bylo Španělsko (Wagner, 2012).

Největším z odpůrců jaderné energie v minulosti, až do dnešních dnů je Rakousko, které na mezinárodním poli žádá, aby i další země odstoupili od jádra. Nejvíce projevují své záměry proti sousedním státům. Ve zbytku Evropy se situace příliš nezměnila, dokonce dochází k dostavbě elektráren, jako jsou například slovenské Mochovice a v roce 2011 došlo ke spuštění nových jaderných elektráren a to v Rusku (SÚJB, 2012).

Rusko nejen, že neodsoudilo jadernou energetiku, ale naopak je zde rozpracovaný projekt na výstavbu dalších 14 bloků a jsou v plánu další projekty. Energie z těchto elektráren má být prioritně určena pro dodávky elektrické energie do Evropské unie. Rusko nejen, že vystavuje elektrárny na svém území, ale také se zapojuje do projektů výstavby elektráren v rámci celého světa. V současnosti se zapojuje do projektů v Číně. Cíl Ruska po havárii JE Fukušima je nejen zůstat u své jaderné politiky, ale také zvýšit podíl jaderné energie z 16 procent na 30 procent. Ruská vláda investuje nemalé finanční prostředky do jaderného průmyslu a tak jaderna energetika v Rusku zažívá obrovský růst (Komarov, 2012).

Další evropské země, které podporují jaderný průmysl, jsou především Francie, Velká Británie a Finsko. Francie je největší výrobce elektrické energie z jádra v celé Evropě. Produkce elektrické energie z jádra je 63 GW. V současnosti je v plánu výstavba třetího bloku v JE Penly a dostavba reaktoru ve Flamanville (Wagner, 2012).

Sejný postoj zaujala, také Velká Británie, která prostřednictvím svého ministra pro energetiku Chrise Huhneho podpořila pokračování výroby elektrické energie z jádra. Důkazem je i to, že nejstarší reaktory budou v roce 2025 vyměněny za nové typy. V plánu je zvýšit výkon ze současných 11 GW na 19 GW elektrické energie z jaderných elektráren (Wagner, 2012).

V Asii na situaci po havárii JE Fukušima negativně reagovalo pouze Japonsko. Zbytek zemí v čele s Čínou a Indií nadále podporují jaderný program. Čína v roce 2011 spustila další pět nových reaktorů. V současnosti je ve výstavbě 25 nových reaktorů, které mají být v co nejkratší době spuštěny. Vzhledem k růstu čínské ekonomiky a ochrany životního prostředí je nadále plánováno využívání jádra a jeho rozvoj. Stejně jako Čína, tak i Indie rozvíjí svůj jaderný program. Indie v roce 2011 spustila čtvrtý reaktor o výkonu 202 MW v JE Kaiga a ve výstavbě je dalších šest reaktorů. V Indii je velký rozkvět jaderného průmyslu. Ve fázi projektů je příprava dalších 40 elektráren. Tohoto trendu výstavby a spouštění nových bloků se účastní i Jižní Korea. Jižní Korea spustila v roce 2012 druhý blok jaderné elektrárny Shin a do budoucna plánuje postavit deset reaktorů o jednotlivém výkonu 1400 MW (Wagner, 2011).

Spojené státy americké jsou největším výrobcem elektrické energie z jádra. Na území spojených států je rozmístěno na 109 reaktorů a to dělá z USA největšího stavitele jaderných elektráren na svém území. Spojené státy nejen, že podporují výstavbu nových elektráren na svém území, ale také v rámci jaderného průmyslu se podílí na výstavbě nových elektráren po celém světě (Kuncl, 2013).

Po roce 2011 se situace nemění a nadále probíhá dostavba druhého bloku JE Watts Bar. Mezi další projekty patří spuštění nové jaderné elektrárny Bellefonte v roce 2020. USA má v plánu výstavbu dalších nových reaktorů třetí generace v elektrárnách Levy County, Vogtle a Summer. Budoucnost jaderné energetiky v USA je zajištěna i tím, že je v plánu obnova starých reaktorů za nové. V blízké budoucnosti je plán výstavby nových 27 reaktorů (Kuncl, 2013).

1.4 Historie jaderné energetiky u nás

Česká republika měla a dosud má velké množství zásob uranu, ze kterého lze vytvářet jaderné palivo pro jaderné elektrárny. O těchto zásobách věděl i Sovětský svaz, a proto po druhé světové válce jeho armáda

obsadila Jáchymovské doly, kde se uran těžil. Československo uzavřelo tajnou dohodu se Sovětským svazem, o vytvoření společného podniku pro těžbu uranu. Dohoda byla pro tehdejší Československo velice nevýhodná. Bylo požadováno, aby bylo vytěženo 2000 tun ročně, z toho zůstalo na území Československa pouhých 10%, pro takové velké množství nebyl dostatek pracovníků a tak se začali využívat především političtí vězni a vězni. Situace v těchto dolech byla otravná, s častými pracovními úrazy a následnými nemocemi z ozáření (Cabánková, Daniš et al., 2006).

1.4.1 JE Jaslovské Bohunice

V Československu byl zahájen odvážný projekt vlastní výstavby jaderné elektrárny bez cizí pomoci v blízkosti obce Jaslovské Bohunice. Výstavba započala roku 1955 a již od začátku byly problémy s výstavbou. Na tehdejší dobu byl zvolen netradiční typ reaktoru, kde se jako palivo používal surový uran s moderátorem těžkou vodou a chladičem oxid uhličitým. Vzhledem k vysoké technické náročnosti se projekt velice prodražil a jeho spuštění proběhlo, až v roce 1972. Během velice krátké doby se ukázaly mnohé nedostatky a v rámci pěti let musel být reaktor 30 krát neplánovaně odstaven. Tyto problémy eskalovaly a v letech 1976 a 1977, kdy došlo k haváriím. Následkem těchto událostí se vláda Československé republiky rozhodla dále neinvestovat do tohoto bloku a nařídila trvalé vyřazení bloku z provozu. V roce 1970 byla podepsána smlouva mezi Československem a Sovětským svazem na dodání dalších tepelných reaktorů a tak v Jaslovské Bohunici byly vystavěny další dva bloky o výkonu 440 MWe. Již roku 1978 byl připojen první reaktor do rozvodné sítě a o dva roky později byl připojen i druhý reaktor. V letech 1984 a 1985 byly spuštěny další dva reaktory. Po sametové revoluci došlo k zhoršení situace v jaderné energetice a to hlavně z důvodu tlaku z rakouské strany a různých organizací jako bylo Greenpeace. A tak Slovenská republika zahájila investice pro modernizaci elektrárny ve výši 10 miliard korun. Tato investice byla však zbytečná, protože roku 1999 vydala slovenská

vláda usnesení pro ukončení chodu dvou nejstarších bloků a to v letech 2006 a 2008. Novější bloky jsou stále v provozu (Holečková, 2012).

1.4.2 Elektrárna Mochovce

V rámci Slovenské republiky byla zahájena výstavba druhé jaderné elektrárny s plánovanými čtyřmi výrobními bloky. Stavba prvního bloku byla zahájena roku 1978 v tehdejší Československu a spuštěn byl, až roku 1998 o pouhý rok později byl spuštěn druhý výrobní blok. Bloky 3 a 4 jsou stále ve výstavbě a z důvodu finančních problémů nebyly zatím dokončeny (Daniš, Cabánková et al., 2006) (Slovensko, 2016).

1.4.3 JE Dukovany

Jaderná elektrárna Dukovany začala vznikat v roce 1970, kdy byla podepsána smlouva se Sovětským svazem na dodávku čtyř reaktorů typu VVER 440 typ V 230. Skutečná výstavba začala až v dubnu 1974. Na stavbě elektrárny se podílely převážně české firmy a to především Škoda Plzeň. I tato stavba se potýkala s problémy a to především z důvodu změny požadavků na jadernou bezpečnost od Sovětského svazu. Další změna nastala v roce 1977, kdy vláda rozhodla o změně typu reaktoru, na místo zastaralého modelu V 230 na nový moderní typ VVER typ V 213. O 8 let později byl spuštěn první blok, rok na to následoval druhý blok. Třetí a čtvrtý blok byl spuštěn v letech 1987 a 1988. V současné době patří jaderná elektrárna Dukovany pod společnost ČEZ a.s. a má trvalý a bezpečný provoz (Spilka, Sucharda, 2010).

1.5 Jaderná elektrárna Temelín

Jaderná elektrárna Temelín zahájila svůj provoz v roce 2002 spuštěním prvního bloku. Před tím než byl zahájen provoz, musela projít elektrárna mnohými testy jak od Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, tak z řad mezinárodních expertů, jenž přijeli pod záštitou mezinárodní organizace

MAAE. V roce 2003 byl zahájen provoz druhého bloku. Původní záměr bylo vystavět čtyři bloky v lokalitě Temelín. Z finančních důvodů bylo od tohoto záměru odpuštěno. Díky jaderné elektrárně Temelín se staly jižní Čechy energeticky nezávislé na severních Čechách, kde jsou tepelné elektrárny. Jaderná elektrárna dodává do sítě přes elektrickou rozvodnu Kočín 2160 MWe (ČEZ, 2016).

Umístění jaderné elektrárny Temelín je v severní části jihočeského kraje v okrese České Budějovice přibližně 5 km od města Týna nad Vltavou a v bezprostřední blízkosti obce Temelín. Tato oblast je řazena ke středočeské pahorkatině – jihočeské vysočině mající charakteristiku mírně zvlněného terénu.

Při výběru umístění jaderné elektrárny Temelín se dbalo na minimalizaci možných negativních vzájemných působení s okolím – velkáprůmyslová zařízení, husté zalidnění oblasti, frekventované transportní cesty (výjimku tvoří potrubí tranzitního plynovodu), těžba nerostného bohatství (ČEZ, 2016).

1.5.1 Historie JETE

Jaderná elektrárna Temelín (ETE), postavená v Jihočeském kraji, jev současné době největším energetickým zdrojem v České republice.

Nejvýznamnější data z historie JE Temelín:

- 1980 – podepsání smlouvy o výstavbě JE Temelín ze SSSR s plánovaným výkonem 4 x 1000 MW,
- 1981 – zahájení projektových prací,
- 1987 – zahájení výstavby,
- 1990 – vláda rozhoduje o výstavbě dvou hlavních výrobních bloků,
- 1993 – schválená výstavba Jaderné elektrárny Temelín o výkonu 2 x 1000 MW,
- 1993 – firma Westinghou podepisuje smlouvu na dodávání paliva a také řídicí techniku pro jadernou elektrárnu Temelín,
- 2001 - začátek spouštění 1. bloku,
- 2002 – začátek zkušebního chodu 1. bloku,

- 2003 – začátek zkušební chodu 2.bloku,
- 2004 – začátek komerčního chodu 1.bloku,
- 2007 – přestavba VT části PT 1000 MW – 1. bloku,
- 2009 – začátek stavby skladu vyhořelého jaderného paliva (březen),
- 2010 – nákup ruského paliva namísto amerického paliva pro 2. blok,
- 2010 – začátek zkušební provozu skladu s vyhořelým jaderným palivem,
- 2013 - změna výkonu obou bloků z 1000 MWe na 1062 MWe.

Instalovaný výkon elektrárny je 2000 MW ve dvou reaktorových blocích VVER 1000. Původní projekt předpokládal výstavbu čtyř bloků této koncepce. Označení VVER 1000 značí, že se jedná o energetický blok o hrubém elektrickém výkonu 1000 MW. Jaderná elektrárna Temelín je projektována jako kombinovaný energetický zdroj pro výrobu elektrické energie a tepelné energie. Elektrárna zajišťuje, kromě výroby elektrické energie, i výrobu tepla nejen pro vlastní spotřebu, ale i pro vytápění města Týn n./Vltavou. V současné době je mimo objekty areálu ETE dodáváno maximálně 40 MW tepelných (ČEZ, 2016).

1.5.2 Ochranné pásmo JETE

Hlavním cílem ochranného pásma je ochránit okolí staveb a zařízení. Jedná se především o opatření, která nemohou zabránit potenciálnímu znečištění ovzduší to v míře, jež znamená vysoké riziko z ozáření obyvatelstva. Z tohoto důvodu bylo vytvořeno tzv. pásmo hygienické ochrany. Toto pásmo se stanovuje na základě místních podmínek, stavu a stupně používaného technologického procesu, způsobu zneškodňování průmyslových exhalací. U tohoto pásma platí, že na jeho hranicích nemohou být překročeny nejvyšší přípustné hodnoty škodlivin. V rámci těchto opatření jsou stanovena dvě ochranná pásma. Jedná se o dvě kružnice se středem v „srdci“ prvního výrobního bloku.

První ochranné pásmo má kružnici o poloměru 5 km a prochází nedalekým městem Týnem nad Vltavou. Druhé ochranné pásmo má širší záběr a to v poměru 13 km (ČEZ, 2012).

1.5.3 Popis stavebních objektů JETE

Jaderná elektrárna se skládá z několika stavebních objektů, které plní nejrůznější funkce. Tyto objekty mají různé stupně důležitosti pro samotný provoz a nacházejí se v areálu elektrárny, tak i v různých vzdálenostech od JETE.

Rozdělení objektů na ETE:

- provozní jaderné objekty,
- provozní nejaderné objekty,
- administrativní objekty,
- inženýrské sítě a objekty,
- ostatní stavební objekty,
- dopravní objekty.

Stavební objekty jsou řazeny vzestupně dle jejich číselných označení. Není zde uveden základní popis všech objektů pouze stavební objekty s větší důležitostí. Celkový seznam všech stavebních objektů je umístěn na konci kapitoly (ČEZ, 2012).

SO 350/01, 02, 10 - Kabelové kanály

Kabelové kanály mají za úkol propojit jednotlivé objekty obou výrobních bloků a pomocných budov v areálu elektrárny. Jsou navrženy tak, aby byly bezobslužné. Jedná se o síť podzemních tunelů, kde převážně probíhá pochůzková činnost. Vstupy do kabelových kanálů jsou zajištěny přes systém do ventilátorových a sacích šachet, které jsou umístěny nad povrchem v maximálních vzdálenostech do jednoho sta metrů (ČEZ, 2012).

SO 365/01 - Čerpací stanice splaškových a průmyslových vod

Čerpací stanice má za úkol přečerpávání splaškových a průmyslových vod z kanalizačního systému jednotlivých objektů v areálu jaderné elektrárny do výše položených oblastí kanalizačního systému (ČEZ, 2012).

SO 442/01,02,03 – Diesel generátorová, kompresorová a čerpací stanice

Jedná se o tři stavební objekty. Diesel generátorová, čerpací stanice a kompresorovna. Diesel generátor je nezávislý zdroj elektrické energie pro zajištění napájení systému spotřebičů, které jsou důležité pro jaderné bezpečnosti příslušného HVB. Tyto generátory slouží k zajištění dodávek elektrické energie při vzniku havarijních situacích. Prioritně pro dochlazení aktivní zóny a bazénu s vyhořelým jaderným palivem (ČEZ, 2012).

SO 442/04, 05 SBO Diesel

Jedná se o nově vzniklé objekty po událostech na Jaderné elektrárně Fukušima, z důvodu možného vzniku nadprojektových havárií (ČEZ, 2012).

SO 445/01,02,03 - Naftové hospodářství pro DGS

Jedná se o tři podzemní nádrže se zásobou nafty, poblíž stavebních objektu DGS s nimiž jsou propojeny potrubními kanály a čerpadly (ČEZ, 2012).

SO 490/01,02 - Strojovna

Strojovna je část hlavního výrobního bloku, ve které se nacházejí zařízení, podílející se na přeměně tepelné energie na energii mechanickou a dále na energii elektrickou. Skládá se z těchto částí: mezi-strojovny, strojovny a haly blokové úpravy vody. V objektu je umístěno technologické zařízení tj. zejména turbogenerátor (TG) 1000 MW. Jsou v ní umístěny (Sousedník, 2005):

- všechny systémy sekundárního okruhu,
- turbosoustrojí,
- pomocné systémy parní turbíny,

- pomocné systémy generátoru,
- vyvedení výkonu,
- jeřáby a zdvihací zařízení.

SO 491/01, 02 - Výměňíková stanice

Předává tepelnou energii ze sekundárního okruhu do horkovodního systému elektrárny. Tento stavební objekt je součástí hlavnímu výrobnímu bloku na jeho pravé straně (ČEZ, 2012).

SO 500/01,02 – Rozvodna 1. a 2. bloku

Ve stavebním objektu přiléhajícím po levé straně ke strojovně jsou umístěny vnitřní rozvodny 6 kV, akumulátorové baterie jako zdroj zajištěného napájení a další systémy a zařízení nezbytně nutné k zajištění elektrického napájení v různých režimech provozu bloku včetně havarijních. Dále se zde nachází dozorny a strojovny klimatizace (ČEZ, 2012).

SO 529/01 Ústřední elektrická dozorna

Ústřední elektrická dozorna je velín sloužící monitorování, řízení vlastní spotřeby, spojení s centrálním dispečinkem a k řízení vyvedení výkonu podle jeho požadavků. V této budově je kancelář směnového inženýra (ČEZ, 2012).

SO 576/01 - Vodojem

Vodojem slouží jako zásoba vody, při výpadku dodávek surové vody ze stanice Hněvkovice. Tato voda je určena pro dochlazení elektrárny. Vodojem vyrovnává nerovnoměrnosti mezi čerpanou vodou z Hněvkovic a vlastní spotřebou elektrárny (ČEZ, 2012).

SO 581/01-04 Chladící věže

Chladící věže předávají nízko potenciální tepelnou energii do atmosféry, která vzniká při dochlazování sekundárního okruhu. V rámci jaderné elektrárny jsou umístěny 4 věže. Při normálním provozu jsou určeny dvě věže pro jeden blok (ČEZ, 2012).

SO 583/01 Kanály chladící vody pro 1. a 2. blok

Jejich úkolem je odvedení ochlazené vody z chladících věží do čerpací stanice chladící vody (ČEZ, 2012).

SO 584/01,02 - Čerpací stanice chladící vody

Zajišťuje dopravu chladící vody do kondenzátorů HVB a také vodu pro chlazení technicky nedůležitých spotřebičů ve reaktorovně, strojovně a v budově pomocných provozů. Také zajišťuje vodu s hydrantové sítě pro požární účely (ČEZ, 2012).

SO 586/01,02,03 - Chladící nádrž s rozstříkem

Chladící nádrže s rozstříkem (celkem 3 ks a každá má 2 stejné nádrže) slouží pro ochlazení technické vody důležitých spotřebičů primárního okruhu: SO 588/01,02 - Stavební úpravy pro potrubí technicky důležité vody. Jedná se o podzemní objekty sloužící k propojení chladících nádrží s rozstříkem s objekty využívající technickou vodu důležitou (ČEZ, 2012).

SO 590/01 - CHÚV - Demineralizace

Chemická úpravna vody (CHÚV) – Demineralizace slouží k předúpravě surové vody čířením, k demineralizaci před upravené vody a k akumulaci čířené vody pro potřeby primárního a sekundárního okruhu JETE a pro super havarijní dochlazování (ČEZ, 2012).

SO 594/01 - Úprava vody pro CHNR

Úprava vody pro chladící nádrže s rozstříkem je objekt průmyslového charakteru, který slouží pro technologické zařízení, jehož funkcí je filtrace technicky důležité vody (ČEZ, 2012).

SO 599/01 - CHÚV - Kalové hospodářství

Účelem objektu je pokrýt požadavek na odvodnění kalů z odpadních vod z provozu JETE (ČEZ, 2012).

SO 630/01 - Provozní budova - laboratoře

Jedná se o budovu laboratoří pro zabezpečení provozu jaderné elektrárny (ČEZ, 2012).

SO 630/02 Provozní budova - šatny

V podzemí provozní budovy - šatny je umístěný kryt civilní obrany. Oba uvedené objekty jsou součástí jednoho stavebně-technologického celku. Kryt slouží pro ukrytí zaměstnanců v případě vzniku mimořádné události ohrožující jadernou bezpečnost (ČEZ, 2012).

SO 631/01 - Administrativní budova

Administrativní budova je objekt s kanceláři pro zaměstnance jaderné elektrárny a dalších pracovníků společnosti ČEZ. V podzemí je kryt civilní obrany pro havarijní štáb (ČEZ, 2012).

SO 634/01 - Hlavní dílny technologické

Tento objekt je opravárenskou a údržbářskou činností v dílnách vč. souvisejících skladů, sociálních a provozně administrativních prostor vč. garáží. Dále také k zabezpečení skladových ploch externích podniků, které se podílí na údržbě a opravách technologických zařízení instalovaných v areálu JETE. Kryt slouží pro ukrytí zaměstnanců v případě vzniku mimořádné události ohrožující jadernou bezpečnost (ČEZ, 2012).

SO 638/01 - Budova řídicího centra

Budova řídicího centra je součástí fyzické ostrahy areálu JETE. V objektu je umístěno řídicí centrum pro zajištění střežení elektrárny (ČEZ, 2012).

SO 653/01 - Zdravotní středisko a interní kontaminace

Objekt poskytuje zdravotnické služby, komplexní radiační sledování a evidenci ozáření pracovníků JETE (ČEZ, 2012).

SO 656/01 - Požární stanice

V objektu je umístěn hasičský záchranný sbor podniku a ústředna EPS a archiv dokumentace ČEZ. Účelem stavebního objektu je zabezpečení systému požární ochrany a prevence uvnitř areálu. Kategorizace objektu z pohledu seizmické odolnosti není, budova však byla v rámci Stress Testů po události v JE Fukušima z odolněna (ČEZ, 2012).

SO 703/04 - Naftové hospodářství a stáčení

Objekt sestává ze čtyř částí. Část 1 – hala je otevřený přístřešek, kde se stáčí nafta a olej z cisteren. V části 2 – hale strojovny jsou čerpadla a další technologie, zařízení pro stáčení nafty a oleje. Část 3 a 4 tvoří havarijní jímky nafty a oleje. Součástí objektu je odstavná komunikace pro auta s cisternami napojená na vnitřní komunikaci areálu (ČEZ, 2012).

SO 797/01 - Budova výcvikového střediska

Budova výcvikového střediska slouží pro školení pracovníků na JETE. Pod budovou se nachází kryt civilní obrany. Kryt slouží pro ukrytí zaměstnanců v případě vzniku mimořádné události ohrožující jadernou bezpečnost. Oba uvedené objekty jsou součástí jediného stavebně technologického celku. Objekt je umístěn mimo střežený areál jaderné elektrárny (ČEZ, 2007).

SO 800/01-06 - Budova reaktoru

Hlavní výrobní blok je nejdůležitější budovou. V areálu jsou dva výrobní bloky. Jejich součástí jsou ventilační komíny pro jednotlivé bloky. V rámci hlavního výrobního bloku probíhá štěpná reakce, při které dochází k vzniku tepelné energie. Tato reakce probíhá v reaktoru, jenž je umístěn v této budově. Budova reaktoru má primárně funkci bezpečnostní a chráníci před vnějšími vlivy (terorismus, seizmické otřesy, klimatické apod.) a zároveň tvoří poslední bariéru proti úniku radioaktivních látek do životního prostředí v případě havárie. Hlavní výrobní blok je možno charakterizovat jako funkční

a dispozičně uzavřený celek, který z hlediska jaderné a požární bezpečnosti, manipulace s čerstvým a vyhořelým jaderným palivem, manipulací s radioaktivními odpady, vstupů a výstupů do kontrolovaných zón bloku tvoří uzavřený celek (Sousedník, 2005) (ČEZ, 2009, 2012).

1.5.4 Havarijní připravenost JETE

Jaderná elektrárna Temelín se v rámci možného vzniku mimořádné události řídí vnějším a vnitřním havarijním plánem, dle závažnosti mimořádné události. Stupeň události vyhláší směnový inženýr nebo havarijní štáb ETE. V rámci jaderné elektrárny jsou tři stupně událostí (ČEZ, 2009):

Mimořádné události 1. stupně

Pokud je směnovým inženýrem vyhodnocena dle klasifikace vznik mimořádné události prvního stupně. Jsou prostřednictvím závodního rozhlasu informováni zaměstnanci a další osoby nacházející se v prostorách daného objektu. V rámci tohoto hlášení jsou přesně definovány tyto místnosti. Tato událost je řešena na vnitřní úrovni ETE za pomoci vlastních sil a prostředků.

Mimořádná událost 2. stupně

Pokud je směnovým inženýrem vyhodnocena dle klasifikace vznik mimořádné události druhého stupně. Jsou prostřednictvím závodního rozhlasu informováni zaměstnanci a další osoby nacházející se v areálu ETE. Tato událost je řešena nejen na vnitřní úrovni ETE, ale je také prostřednictvím KOPIS aktivován krizový štáb kraje. V případě potřeby jsou evakuováni zaměstnanci mimo areál JETE nebo ukryti v krytech v areálu JETE.

Mimořádná událost 3. stupně

Pokud je směnovým inženýrem vyhodnocena dle klasifikace vznik mimořádné události třetího stupně. Jsou prostřednictvím závodního rozhlasu informováni zaměstnanci a další osoby nacházející se v areálu ETE a prostřednictvím KOPIS je varováno obyvatelstvo v blízkosti jaderné

elektrárny. Tato událost je řešena nejen na vnitřní úrovni ETE, ale také krizovým štábem kraje. Zaměstnanci jsou evakuováni mimo areál JETE nebo ukryti v krytech v areálu JETE. V rámci vnějšího havarijního plánu dochází k evakuaci obyvatelstva dle možného šíření nebezpečných látek (ČEZ, 2014)

1.5.5 Stupnice hodnocení jaderných událostí INES

V rámci vzniku mimořádných událostí na jaderných elektrárnách je vytvořena stupnice INES (International Nuclear and Radiological Event Scale). Tato mezinárodně uznávaná stupnice je hodnocením jaderných událostí z pohledu radiologického a technologického. Funguje ve formě stupňů nula, až sedm při čemž stupeň sedm je nejzávažnější, do tohoto stupně byla zařazena havárie v Černobylu a Fukušimě viz tabulka 1 (SÚJB, 2001).

Tabulka 1 INES

7	Velmi těžká havárie
6	Těžká havárie
5	Havárie s rizikem vně zařízení
4	Havárie bez vnějšího rizika vně zařízení
3	Vážná nehoda
2	Nehoda
1	Anomálie
0	Odchylka

Zdroj: SÚJB, 2001

Právě v tomto zařazení je tato stupnice kontroverzní, z důvodu zařazení dvou rozdílných událostí do jedné skupiny. To nemění nic na tom, že se touto směrnici řídíme a v rámci těžkých havárií ji prezentujeme. Těžká havárie je nadprojektová nehoda, při které došlo k vážnému poškození a ztrátě struktury aktivní zóny reaktoru nebo palivových souborů, a která může vést k radiační nehodě (dle SÚJB). (Pro lehkovodní reaktory je těžká havárie ztotožňována s havárií spojenou s významným tavením aktivní zóny)

1.5.6 HZSp ETE

Hasičský záchranný sbor podniku jaderné elektrárny Temelín je součástí složek integrovaného záchranného systému ČR. Z toho vyplývá, že hasiči ETE zasahují nejen v areálu jaderné elektrárny Temelín, ale také až v okruhu 13 km mimo areál. Dle systému rozdělení jednotek požární ochrany patří do kategorie JPO IV. HZSp ETE je složen ze zaměstnanců společnosti ČEZ, a. s., kteří splňují odbornou způsobilost pro výkon hasiče. Prioritním úkolem HZSp je zajištění požární bezpečnosti a požární prevence jaderné elektrárny (CEZ, 2014).

HZSp ETE patří do útvaru požární ochrany a havarijní připravenosti v úseku Bezpečnost Divize výroba. Vedoucí tohoto oddělení je Mgr. Ivo Novotný, který má na starosti, jak jadernou elektrárnu Temelín, tak jadernou elektrárnu Dukovany (ČEZ, 2013).

Jednotka a řízení jednotky se rozděluje do třech základních částí a to organizační, operační řízení a složení směn.

Organizační řízení se uplatňuje, při činnosti hasičů v jednotce k dosažení stálé organizační, technické a odborné způsobilosti sil a prostředků požární ochrany k plnění úkolů (JETE č.1, 2013).

Operační řízení se uplatňuje, při zásahu jednotek a plnění úkolů daných právními předpisy. Jedná se o činnosti, od přijetí zprávy o skutečnosti vyvolávající potřebu nasazení jednotky, do jejího návratu na základnu po zásahu (JETE č.2, 2014).

Velitelem stanice HZSp ETE je Ing. Vymazal, kterého v jeho nepřítomnosti zastupuje požární technik p. Dvořák. Dále slouží na HZSp čtyři směny v pravidelném čtyř denním cyklu dvou 12 hodinových denních směn, následující dvou 12 hodinových nočních směn. V hasičské stanici slouží také zdravotníci ze zdravotnické záchranné služby Jihočeského kraje. Každá směna má 19 členů a skládá se z (JETE č.2, 2014):

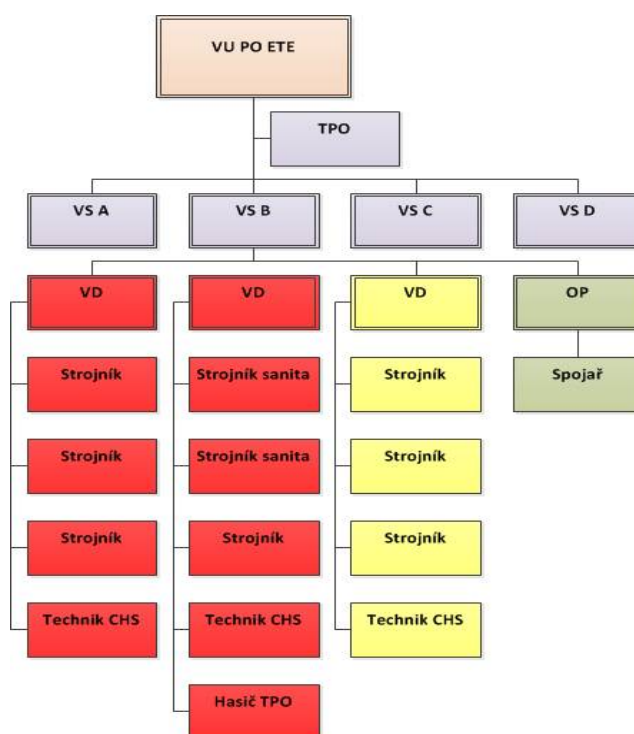
- Velitele směny.
- Operačního důstojníka (šéf operačního střediska) a jeho přímého podřízeného operačního technika.
- Třech velitelů družstev.
- Technika požární ochrany.
- Třech hasičů-chemik, chemické služby.
- Deset hasičů-řidičů, strojní služby.

V rámci svých činností jednotka HZSp ETE zajišťuje:

- Strojní službu dle řádu strojní služby.
- Chemickou službu dle řádu chemické služby.
- Technickou službu dle řádu technické služby.

Pro lepší orientaci ve struktuře rozdělení jednotlivých lidí v HZSp ETE je zde grafické zobrazení viz obrázek 2.

Obr. 2 Struktura rozdělení HZSp ETE



Zdroj: JETE č.2, 2014

Jednotka HZSp nemá na starosti pouze prvotní zásah při vzniku mimořádné události, ale také preventivní činnosti v rámci ETE, jako jsou kontrolní činnosti v rámci stavebních objektů, správa systému EPS, dohlídka při práci s otevřeným ohněm, kontrola dodržování požární bezpečnosti a revize hasicích přístrojů. Tyto činnosti hasiči provádějí v rámci své služby a k tomu je přiřazena běžná činnost v rámci své stanice, jako je starost o techniku a zajištění chodu stanice.

Hasičský záchranný sbor podniku potřebuje pro svojí činnost specifickou techniku. Tato technika je rozdílná od soukromého sektoru a to nejen v rámci vozů, ale také v rámci technických prostředků. Po havárii na jaderné elektrárně Fukušima bylo zajištěno dokoupení nové techniky označeno interně jako „DAM prostředky“, aby byla možnost zachovat soběstačnost jednotky po dobu 72 hodin. V připojené tabulce 2 se nachází seznam této techniky (JETE č.3, 2015).

Tabulka 2 Seznam techniky HZSp ETE

p.č.	Identifikace DAM prostředku			Vlastník
1	3AU 9788	NA - MB Actros S3	WDB9321431L794642	HZSp ETE
2	3AU 6324	PHM - MB Actros	WDB9302031L807115	HZSp ETE
3	T00 5318	RN – Terex	SMFH44TC0DCJM3316	HZSp ETE
4	8A5 0821	CAS 32 - T815/1	PČ 32	HZSp ETE
5	8A5 0727	CAS 32 - T815/2	PČ 32	HZSp ETE
6	8A1 9006	CAS 24 - MB Atego/1	PČ 24	HZSp ETE
7	8A9 3061	CAS 24 - MB Atego/2	PČ 24	HZSp ETE
8	1AP 0318	DA - MB Sprinter/1	PČ 16 FOX/1	HZSp ETE
9	3AY 1764	DA – MB Sprinter/2	PČ 16 FOX2	HZSp ETE
10	3AU 5829	TA 2 – MB Atego	Motorový rozbrus	HZSp
11	ESF1009345	Stěna u skladu PHP	ELC 4 kw G5TFM, T- přípr.	Provoz
12	ESF100933	Stěna u skladu PHP	ELC 4 kw G5TFM, T- přípr.	Provoz
13	EAUJ-1104811	Garáž HZSp	ELC 2 kw – sat. telefon	HZSp ETE
14	2735	U středového schodiště	ELC 2,8 kVA, Woodstar GP30	HP
15	2775	U středového schodiště	ELC 2,8 kVA, Woodstar GP30	HP
16	1981	U středového schodiště	ELC 5,5 kVA, Woodstar GP66	HP
17	5164	U středového schodiště	ELC 2,5 kVA, Scheppach CG31	HP
18	EAAJ-2515262	Stěna u skladu PHP	ELC 1,6 kVA, Honda EU30i	HP

Zdroj: JETE č.4, 2016

1.5.7 Protijaderné aktivity ze strany sousedícího Rakouska

Největší protijaderné aktivity byly od našeho jižního souseda Rakouské republiky. Rakousko je známo svým velmi negativním postojem proti jaderné energetice. Tyto protesty vznikly v roce 2000 při prvních testech reaktoru na jaderné elektrárně Temelín. A proto při zahájení vstupů České republiky do Evropské unie začalo prosazovat podmínku vstupu odstavením jaderných elektráren na území České republiky. Následkem toho vznikla dohoda mezi tehdejším českým premiérem Milošem Zemanem a rakouským premiérem Wolfgang Shussel. Ve které byly dojednány podmínky zlepšení jaderné bezpečnosti na JETE a zřízení telefonní linky mezi Českou republikou a Rakouskem. Tato dohoda měla být zakoncipovaná do smlouvy o vstupu České republiky do EU. Z toho nakonec sešlo z důvodu zásahu Velké Británie, která byla proti omezování jaderné energetiky. Do protestů proti Temelínu zasáhlo také protijaderné hnutí a to převážně Hornorakouská platforma. Tato platforma organizovala protesty a blokády státních hraničních přechodů nejen v Jihočeském kraji, ale také v Jihomoravském kraji. Tyto blokády přestaly, až při podepsání dohody mezi Rakouskem a Českou republikou (Bartoszova, 2010).

2 Hypotézy a metodika výzkumu

2.1 Výzkumná otázka diplomové práce

Výzkumná otázka byla formulována:

Je Hasičský záchranný sbor podniku Jaderné elektrárny Temelín připraven na řešení všech mimořádných událostí, které na Jaderné elektrárně Temelín mohou vzniknout?

2.2 Metodika výzkumu diplomové práce

V rámci diplomové práce spočívá metodika výzkumu v analýze problematiky mimořádných událostí, které vznikly na JE Fukušima. Tímto došlo k následnému pozorování a vytvoření ochranných systémů, opatření a komparaci dosavadních analýz zátěžových testů na Jaderné elektrárně Temelín pro Hasičský záchranný sbor podniku, a to za podpory FMEA analýzy došlo ke konkretizaci problematiky. Což mělo za výsledek vytvoření návrhu nových opatření pro jednotku Hasičského záchranného sboru podniku na Jaderné elektrárně Temelín. Návrhy byly implementovány do ochranných opatření pro JETE.

2.2.1 Metoda SWOT analýzy

Metoda SWOT analýzy je univerzálně používaný nástroj, který pomáhá analyzovat a hodnotit vnější a vnitřní faktory, jakými mohou být úkol, projekt, pracovní tým apod. Analýza je postavena na principu 4 úhlů pohledů, tedy na silných (ang.: Strengths), slabých stránkách (ang.: Weaknesses), příležitostech (ang.: Opportunities) a hrozbě (ang.: Threats). Tyto faktory jsou spojovány s určitým typem podnikání, či se samotnou firmou. Cílem SWOT analýzy je identifikovat a poté snížit slabé stránky, podporovat silné stránky, využívat nové příležitosti a zamezit hrozbám. Díky tomu snadno a celkově lze vyhodnotit fungování firmy. Stává se nedílnou součástí dlouhodobé strategie plánování firmy (Tůmová, 2015).

Podstata metody spočívá v hodnocení a uspořádání klíčových faktorů, které působí na zkoumaný jev ze všech 4 úhlů pohledu uvedených výše. Vzájemné působení podstatných faktorů slabých a silných stránek podniku stojí proti nabízejícím se příležitostem a možným zdrojům rizik

Výsledkem vypracované analýzy, je zde chování hasičského záchranného sboru podniku, jehož základní snahou je maximalizovat silné stránky podniku,

využívat nové příležitosti, odstraňovat možné nedostatky a minimalizovat hrozby (Tůmová, 2015).

Analýza se zaměřuje na současný stav hasičského záchranného sboru podniku, kde vyhodnotí interní prostředí firmy pomocí silných a slabých stránek, které jsou zaměstnancům známy. Dále metoda vyhodnocuje potenciální hrozby a hledá možné příležitosti vyplývající z externího prostředí. Specifické části uvedené například v silných nebo slabých stránkách se zaznamenávají do uvedené tabulky. Celkové vyhodnocení SWOT analýzy bývá spojením efektivního managementu a brainstormingu, který provádějí specialisté podniku na danou problematiku v našem případě členové Hasičského záchranného sboru podniku (Mojžíš, 2012).

Dalším krokem k dokončení SWOT analýzy, je propojení všech čtyř dimenzí a jejich následné začlenění a formulace do aktivit podniku. V dimenzích se hledají vzájemné vazby, které mohou vznikat mezi slabými stránkami a hrozbami nebo také mezi příležitostmi a silnými stránkami. Stanovení vazeb tak dokáže být efektivně využito ve stanovování budoucích strategiích a rozvoji hasičského záchranného sboru podniku (Mojžíš, 2012).

2.2.2 Metoda FMEA analýzy

Metoda FMEA analýzy se převážně využívá v managementu jakosti a je důležitá v odhalování možných rizik, selhání a jejich dopadů na proces výroby či systému postupů. Analýza FMEA je postup, při kterém se určuje výše možného rizika. Výši tohoto rizika určuje pracovník na základě znalostí daného procesu nebo výroby. Jedná se o subjektivní analýzu, ve které je adekvátní vyhodnocení daného problému závislé na zkušenostech a znalostech hodnotitele. Hlavním cílem FMEA je především minimalizace rizika a zvyšování bezpečnosti. Mezi velké výhody této analýzy patří její objektivní výsledek a následný návrh alternativ. Oproti tomu je však nevýhoda v složitosti a časová náročnost této analýzy (Veselý, 2012).

Fáze analýzy metody FMEA

Analýza FMEA návrhu procesu probíhá ve třech fázích:

- Analýza a hodnocení současného situace,
- návrh opatření,
- hodnocení stavu po realizaci opatření.

Postup aplikace FMEA procesu

Postup aplikace metody FMEA procesu probíhá v následujících krocích:

1. Dekompozice procesu na jednotlivé dílčí procesy.
2. Analýza možné chyby - posuzují se možné chyby, které mohou nastat v průběhu prováděných činností.
3. Analýza možných důsledků - posuzují se jaký dopad bude mít vzniklá chyba na následující proces.
4. Analýza možných příčin - zobrazuje možné důsledky chyb v procesu.
5. Analýza stávajících opatření - analýza používaných opatření, která snižují pravděpodobnost výskytu chyb.
6. Výpočet možného rizika - se vypočte součtem tří hodnot, kdy je pro každou hodnotu určena škála 1 až 10. Možné riziko (RPN) je součin hodnot závažnosti, výskytu a odhalení kdy kritickou hodnotou pro výzkum je určeno kritické RPN = 70.
7. Vyhodnocení FMEA a určení procesů při, kterých hodnota možného rizika je RPN = 70 a více.
8. Doporučení a realizace opatření.

Postup výpočtu FMEA analýzy

Výpočet FMEA analýzy se provádí za pomoci vzorce.

$$RPN = S \times O \times D$$

Kde: **RPN** = možné riziko, může dosáhnout maximální hodnoty 1000

S = závažnost chyby ve škále 1 – 10 viz. Tabulka 3 Závažnost chyby

O = výskyt chyby ve škále 1 – 10 viz. Tabulka 4 Výskyt chyby

D = odhalení chyby ve škále 1 – 10 viz. Tabulka 5 Odhalení chyby

Tabulka 3 Závažnosti chyby

Hodnocení	Závažnost
1	není závažná
2	velmi nízká závažnost
3	projevující se závažnost
4	malá závažnost
5	opakovaná závažnost
6	závažnost
7	velmi závažná
8	vysoce závažná
9	nad rámec
10	neakceptována

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 4 Výskyt chyby

Hodnocení	Výskyt
1	nevyskytuje se
2	velmi málo se vyskytuje
3	málo se vyskytuje
4	někdy se vyskytuje
5	občas se vyskytuje
6	opakovaně se vyskytuje
7	vyskytuje se
8	vysoký výskyt
9	stály výskyt
10	nelze odstranit

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 5 Odhalení chyby

Hodnocení	Odhalení
1	ihned odhalena
2	velmi rychle odhalena
3	rychle odhalena
4	odhalena
5	odhalena po krátké době
6	odhalena po dlouhé době
7	odhalena po velmi dlouhé době
8	obtížné odhalit
9	vysoce obtížné odhalit
10	nelze odhalit

Zdroj: Vlastní zpracování

3 Výsledky

3.1 SWOT analýza

Metoda SWOT analýzy byla využita pro vyhodnocení stávajícího stavu hasičského záchranného sboru podniku. Ve zpracování nalezneme posouzení procesů, jak uvnitř záchranného sboru, tak i vnější působení veřejnosti a dalších subjektů.

Tabulka 6 Obecný model SWOT analýza

SWOT analýza		
Vnitřní prostředí	Silné stránky	Slabé stránky
		Organizační složka Finanční stabilita Vymezení působnosti Nepřetržitá služba Trvala připravenost
Vnější prostředí	Příležitost	Hrozby
	Psychologické hodnocení Propagace sboru Hospodaření Práce s riziky Předávání informací	Selhání jedince Pád komunikační sítě Finanční zátěž absence personálu Nové rizika a ohrožení

Zdroj: Vlastní zpracování

3.1.1 Silné stránky

- organizační složka podniku,
- finanční stabilita firmy,
- vymezení působnosti hasičského záchranného sboru podniku,
- nepřetržitá služba jednotky - připravenost jednotky,
- prohlubování znalostí - školení, kurzy, semináře,
- trvalá připravenost – techniky, vybavení,
- výtečné profesní vztahy s členy složek IZS,
- pozitivní vztah k povolání u většiny příslušníků sboru podniku,
- důležité postavení sboru v ochraně obyvatelstva a KŘ vyplývající z legislativy,
- ochrana obyvatelstva jako součást Hasičského záchranného sboru podniku,
- kvalitní soubor předpisů pro operační řízení jednotek a možnou spolupráci v rámci IZS,
- rozsah oprávnění velitele zásahu daný příslušnou legislativou,
- dlouhodobě vyšší kredit sboru podniku u veřejnosti,
- dosavadní personální stabilita sboru podniku,

- sociální zabezpečení příslušníků sboru podniku,
- stálý zájem o práci u sboru podniku, možnost výběru personálu,
- poskytování materiální a i odborné podpory příslušníkům sboru podniku,
- systém zásadních opěrných bodů na likvidaci mimořádných událostí,
- existence koncepčních materiálů k některým určitým činnostem sboru,
- Univerzálnost hasičů podniku – schopnost řešit různé druhy možných zásahů.

3.1.2 Slabé stránky

- Méně efektivní komunikace v rámci krajského řízení,
- technické prostředky PO nejsou vždy zcela vhodné,
- minimální motivace zaměstnanců sboru podniku při přechodu z režimu nerovnoměrného rozvržení doby služby do rovnoměrného a z toho plynoucí menší výběr vlastních odborníků do vyšších řídicích struktur,
- nízká loajalita některých zaměstnanců ve sboru podniku po dobu služby i mimo ní,
- důsledkem možných úsporných opatření projevující se narušení personální stability sboru podniku odchodem odborníků,
- nadměrná administrativní zátěž ve všech možných oblastech působení sboru podniku,
- absence komplexního informačního systému Hasičského záchranného sboru podniku(existují pouze dílčí prvky),
- nesystémový přístup k zavádění některých dílčích aplikací a IT,
- nedostatečné kapacity přenosových sítí v rámci sboru podniku,
- systemizace podpůrných úseků sboru podniku není založena na důkladné analýze potřeb,
- rozdílnost v personálním obsazení v jednotlivých úsecích sboru podniku,

- klesající úroveň sociálních výhod příslušníků sboru podniku v důsledku úsporných opatření,
- klesající úroveň systému motivace příslušníků sboru podniku v důsledku úsporných opatření.

3.1.3 Příležitosti

- Průběžné psychologické hodnocení,
- snazší uplatňování zájmů sboru podniku s ohledem na jeho kredit u veřejnosti,
- více propagovat činnost sboru podniku v médiích,
- zlepšení komunikace uvnitř i vně sboru podniku,
- vytváření podmínek pro sociální zabezpečení zaměstnanců sboru podniku,
- důsledné uplatňování zásad hospodárnějšího využívání finančních prostředků a nakládání s majetkem,
- uplatňování určitých zásad TQM, zavedení systému kvality poskytovaných služeb podniku,
- práce s riziky, možné vyhodnocování, přijímání možného opatření,
- zkvalitnit systému motivace zaměstnanců sboru podniku,
- uplatňování zásad určitého typu projektového řízení a týmové spolupráce,
- nastavení určitého vnitřního systému předávání informací ve vertikální a i horizontální rovině,
- rozšíření okruhu služeb vykonávaných prostřednictvím vlastních zařízení sboru podniku,
- sjednocení informačních systémů s cílem získat větší kvalitu a i výkonnost za snížení provozních nákladů,
- přehodnotit zavedení možné elektronické spisové služby v návaznosti na datové schránky,
- posoudit výstrojní předpis sboru podniku,

- definovat srozumitelně a jasně směr a vývoj Hasičského záchranného sboru podniku v delším časovém horizontu a tím vážně přispět ke zklidnění a stabilizaci personálního obsazení sboru podniku.

3.1.4 Hrozby

- Selhání jedince sboru podniku,
- možný pád komunikační sítě,
- možné zpoždění datové věty,
- problematické plánování rozpočtu s ohledem na jeho závislost na vývoji potřeb sboru podniku plnit základní úkoly,
- nadměrná finanční zátěž z určitých oblastí informačních technologií ve vazbě na jejich využití v praxi,
- snižování systemizovaných míst sboru podniku při zachování stávajícího rozsahu úkolů,
- administrativní, personální a finanční zátěž při realizaci možných opatření,
- nízká úroveň spolupráce sboru podniku s orgány obcí a obcí s rozšířenou působností na úseku plnění úkolů ochrany obyvatelstva a krizového řízení,
- absence tzv. obslužného personálu,
- možná lepší zabezpečení služeb formou outsourcingu,
- odliv zkušených příslušníků sboru podniku,
- možná absence získávání kvalitních příslušníků sboru podniku s praxí na specializované funkce,
- nové typy rizik a ohrožení související s plněním úkolů sboru podniku v rámci vnitřní bezpečnosti.

Tabulka 7 Definice strategie s využitím SWOT analýzy

SWOT analýza		Analýza vnitřního prostředí	
		Silné stránky	Slabé stránky
Analýza vnějšího prostředí	Příležitosti	Strategická jednotka maximalizace silných stránek a příležitostí	Strategická jednotka maximalizace příležitostí a minimalizace slabých stránek
	Hrozby	Strategická jednotka minimalizace hrozeb a maximalizace silných stránek	Strategická jednotka minimalizace hrozeb a slabých stránek

Zdroj: Vlastní zpracování

3.2 Analýza FMEA

3.2.1 Zátěžové testy Jaderná elektrárna Temelín

Jaderná elektrárna Temelín jako ostatní jaderné elektrárny v Evropské unii prošly zátěžovými testy s cílem ohodnotit bezpečnost JE v reakci na situaci vzniklou dne 11. 3. 2011 v Japonsku na jaderné elektrárně Fukušima Daichi. Na základě této havárie vydaly mezinárodní instituce poučení pro všechny typy reaktorů.

Dne 25. 5. 2011 požádalo SÚJB společnost ČEZ a.s. o provedení zátěžových testů na JE Temelín a JE Dukovany. Společnost na tento požadavek zareagovala a vnitřním příkazem vyspecifikovala jejich provedení a rozsah. Následkem tohoto rozhodnutí byl sestaven tým odborníků nejen z oblasti jaderných zařízení, ale také z managementu havárií a těžkých havárií. Tyto odborníci byli plně kvalifikováni pro tuto činnost. V rámci tohoto

hodnocení proběhlo několik setkání s dalšími odborníky z jiných JE jak Evropě, tak i mimo ni. Aby tyto výsledky byly objektivní, bylo provedeno nezávislé hodnocení vnějšími dodavateli, kteří se podílejí na jaderné bezpečnosti u firmy ÚJV Řež a Westinghouse. Hodnocení JETE charakterizuje samotný projekt ETE týkající se několika neočekávaných a nepravděpodobných situací s možnou četností jedenkrát za 1000 000 let provozu JETE. Mezi tyto možné události se převážně počítá s dopady extrémních vlivů, jako jsou zemětřesení, záplavy, silné poryvy větru, které mají za následek ztrátu vnějších a vnitřních zdrojů napájení. Součástí tohoto hodnocení je také samotná kapitola těžké havárie a jejich zvládnání při jejich vzniku.

Výsledky tohoto hodnocení jsou kladné pro JETE a to z důvodu toho, že již při stavbě JETE byla vybrána dobrá lokalita. Lokalita JETE není riziková z pohledu extrémních klimatických jevů. Už při jejím výběru se Česká republika rozhodla pro respektování kritérií od mezinárodní organizace IAEA, která vydala roku 1979 závazný předpis o výstavbě JE v lokalitách s minimálním rizikem k vnějším vlivům. Z tohoto důvodu je JETE vysoce stabilní ke vztahu seismické činnosti, tak vnějším přírodním jevům. Dalším velmi dobrým kritériem je to, že elektrárna má pro svůj provoz zajištěn přísun vody z nedaleké Hněvkovické přehrady, která se nachází pod její úrovní a tak nemůže být zasažena možnou povodňovou vlnou na tomto vodním díle. V případě výpadku dodávky vody z Hněvkovic má JETE svojí vlastní zásobu vody a to pod chladicími věžemi, a v bazénech s rozstříkem.

I přesto, že má JETE vysokou bezpečnost byly na základě provedených testů identifikovány další možné prvky pro zvýšení bezpečnosti. Jsou jimi:

- Zařízení pro likvidaci vodíku při těžkých havárii.
- Provedení zvyšování seismické odolnosti vybraných budov (stanice HZSp, HVB I a II, budova BAPP).
- Rozšíření školení o těžkých haváriích.
- Pořízení mobilních zdrojů elektrického napájení.
- Výstavba nových diesel generátorů.

Výsledkem hodnocení bezpečnosti JETE je to, že i bez provedení těchto opatření je schopná JE zvládnout požadavky Evropské rady. V rámci těchto opatření byly vytvořeny možné scénáře vzniku mimořádných událostí (Zátěžové testy JETE, 2015).

Rekognoskace poškození lokality

Odeznělo zemětřesení vysoce překračující projektové hodnoty seismické odolnosti bezpečnostně významného zařízení v lokalitě. Reaktory byly odstaveny, v úvodních minutách po ukončení zemětřesení nebyl signalizován vznik mimořádné události. Vzhledem k poškození panelů, nelze zajistit spolehlivou kontrolu stavu technologie (JETE č.5, 2014).

Lze očekávat, že k poškození mohlo dojít v:

- Budovách, ve kterých se mohli nacházet lidé,
- kobkách a místnostech objektu HVB s bezpečnostně významnými systémy a komponentami vč. zásob chladiva místnostech v objektech,
- na technologii záložních i havarijních zdrojů napájení (vyvedení výkonu, syst. i nesyst. DG, SBO DG.),
- konstrukcích externích zdrojů chlazení na lokalitě (sprchové bazény, chladicí věže, vodojemy, vč. přísl. čerpacích stanic),
- naftovém hospodářství, ostatních skladových hospodářství s možností vzniku rizik, atp.

Alternativní doplňování vody do PG. a I.O. pomocí požárního čerpadla

Náhlým vznikem mimořádných událostí dochází k poškození dodávky demoralizační vody do parogenerátoru. Doplňování vody do PG/IO se musí zajistit pomocí požárního přenosného čerpadla FOX (JETE č.6, 2014).

Lze očekávat:

- Selhalo normální a havarijní doplňování PG/IO, trasy jsou celistvé.
- Funguje min. nouzové osvětlení v místnostech.
- Dopravní komunikace v ETE jsou bez jakéhokoliv omezení.
- Komunikační prostředky v ETE jsou bez omezení.

- V průběhu plnění PG/IO může dojít zásoba vody v TX nádržích, následkem toho musí být zřízeno alternativní doplňování vody do PG a to z demineralizace CHÚV.
- Nefunkční výtahy – pohyb v objektech pouze po schodištích.

Alternativní plnění BSVP

Tento zátěžový test je rozdělen do tří částí. První část je příprava instalace alternativního přípravku DN50 pro doplnění BSVP v kopce z nádrže 1TB10, pro zajišťování dodávek demineralizační vody do BSVP. V druhé části musí být zajištěno napájení alternativního napájení armatur TG21, to se musí zabezpečit pomocí přenosné elektrocentrály a v případě nemožnosti propojení armatury TG21, musí být zabezpečena třetí možnost a to v kopce na HVB I. nebo II. instalace speciální armatury DN 150 a následné rozříznutí nerezové trubky a zajištění dodávky vody za pomoci tlaku z CAS (JETE č.7, 2014).

Lze očekávat:

- výpadek napájení čerpadla 2TB50D01,
- dopravní komunikace v ETE jsou bez jakéhokoliv omezení,
- komunikační prostředky v ETE jsou bez omezení,
- je možný vstup do KP HVB nestandardním vstupem.

Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mobilních diesel generátoru

Vznikem mimořádné události nelze zajistit zdroj napájení DG nebo SBO DG je zapotřebí zajistit alternativní napájení rozvaděčů pomocí mobilního DG (JETE č. 8, 2014).

Lze očekávat:

- elektrozařízení je provozováno v nominálním stavu,
- dopravní komunikace v ETE jsou bez jakéhokoliv omezení,
- komunikační prostředky v ETE jsou bez omezení,
- je možný vstup do obestavby HVB nestandardním vstupem.

Dobíjení aku baterií pomocí mobilních DG

Vznikem mimořádné události dochází k ztrátě napájení jednotlivých ústředí a tak musí být zajištěno alternativní napájení. Jako zdroj záložní systém napájení je zajištěn pomocí aku baterií, které mají výdrž po dobu 24 hod. během této doby je zapotřebí zajištění dobíjení aku baterií za pomoci mobilního DG (JETE č.9, 2014).

Lze očekávat:

- Elektrozařízení je provozováno v nominálním stavu,
- dopravní komunikace v ETE jsou bez jakéhokoliv omezení,
- komunikační prostředky v ETE jsou bez omezení.

Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG

V případě výpadku vnější dodávky elektrické energie přes rozvodnu Kočín. Je zajištěno alternativní napájení pomocí diesel generátorů, SBO DG a mobilních DG. Tyto diesel generátory potřebují pro svoji práci motorovou naftu. Z tohoto důvodu musí být zajištěno doplňování motorové nafty AC PHM pro všechny uvedené DG. Všechny DG jsou vybaveny svojí vlastní nádrží PHM o různých objemech (JETE č.10, 2014).

Lze očekávat:

- Elektrozařízení DG jsou ve funkčním stavu,
- dopravní komunikace v ETE jsou bez jakéhokoliv omezení,
- komunikační prostředky v ETE jsou bez omezení,
- dostatečné zásoby PHM v rámci areálu JETE.

Čerpání, výdej a rozvoz PHM při poruše AC PHM

Pro možný výpadek vnějšího zdroje elektrické energie přes rozvodnu Kočím musí být zajištěno alternativní napájení za pomoci DG. Tyto DG musí být zásobovány motorovou naftou za pomoci AC PHM. Tato AC PHM musí být trvale připravena na možnou vzniklou mimořádnou událost. V případě výpadku AC PHM na dobu delší než 7 dnů. Musí dojít k alternativnímu nahrazení AC PHM (JETE č.11, 2014).

Dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstříkem

Nedostatek vody v bazénech s rozstříkem musí být nahrazen z jiných zdrojů. Pokud není možné zajistit doplnění vody ze stavebního objektu Demilirilizace. Je zapotřebí přivést vodu od Chladících věží. V případě vzniku mimořádné události hasičský záchranný sbor podniku Jaderné elektrárny Temelín. Zajistí odstranění škod a obnovu provozuschopnosti jaderné elektrárny (JETE č.12, 2014).

Lze očekávat:

- Dopravní komunikace v ETE jsou s omezení,
- komunikační prostředky v ETE jsou bez omezení,
- dostatečné zásoby vody v rámci areálu JETE.

Dálková doprava vody z chladících věží na střechu HVB I. a HVB II.

Vlivem abiotických činitelů, převážně zemětřesením může dojít k poškození na HVB I. nebo HVB II.. Následkem mimořádné události dochází ke kolapsu vnějších a vnitřních rozvodů požární vody a proto musí být zajištěna doprava vody pro likvidaci možných vzniklých požárů nebo jiných možných událostí. V případě vzniku mimořádné události hasičský záchranný sbor podniku Jaderné elektrárny Temelín ve spolupráci s G4S a dalšími pracovníky zajistí odstranění škod a obnovu provozuschopnosti jaderné elektrárny (JETE č.13, 2014).

Lze očekávat:

- Dopravní komunikace v ETE jsou s omezení,
- komunikační prostředky v ETE jsou bez omezení, nemožnost přístupu do HVB I. a II. standartním nebo nestandardním vstupem,
- poškození obestavby HVB I. a II.

Dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. nebo HVB II.

Vlivem abiotických činitelů, převážně zemětřesením nebo nefunkčností technologie, může dojít ke ztrátě chladicí vody na reaktorovém sále a musí být zajištěna doprava vody pro chlazení reaktoru či likvidaci možných vzniklých požárů. V případě vzniku mimořádné události hasičský záchranný sbor podniku Jaderné elektrárny Temelín ve spolupráci s G4S a dalšími pracovníky zajistí odstranění škod a obnovu provozuschopnosti jaderné elektrárny (JETE č.14, 2014).

Lze očekávat:

- Dopravní komunikace v ETE jsou s omezení,
- komunikační prostředky v ETE jsou bez omezení,
- nemožnost standardního zásobování demí vodou reaktor a BSVP,
- poškození obestavby HVB I. a II.

3.2.2 Tabulky FMEA výzkum, vyhodnocení

Tabulka 8 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Rekognoskace poškození lokality	Nemožnost výjezdu HZSp	Poškození budovy	Konstrukční chyba	Zpevnění budovy	8	1	2	4
	Nedůsledné prozkoumání průjezdnosti cest	Nenalezené poškození	Chyba zaměstnance	Školení	8	4	3	96
	Nedůsledné prozkoumání budov	Nenalezení zraněných osob	Chyba zaměstnance	Školení	8	7	6	336
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp	Nekvalitní provedení procesu	Chyba zaměstnance	Školení	8	5	3	120
			Chyba techniky	Kontrola techniky	8	5	2	80
	Nesprávná komunikace OPIS HZSp s Směnovým inženýrem	Nekvalitní provedení úkolu	Chyba zaměstnance	Školení	8	4	2	64
			Chyba techniky	Kontrola techniky	8	1	2	16

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 9 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Rekognoskace poškození lokality	Nesprávná komunikace OPIS HZSp s Havarijním štábem	Nekvalitní provedení úkolu	Chyba zaměstnance	Školení	7	3	2	42
			Chyba techniky	Kontrola techniky	7	1	2	14
	Špatné provedení radiačního monitoringu	Neodhalená oblast ze zvýšeným výskytem záření	Chyba zaměstnance	Školení	7	4	5	140
			Chyba techniky	Kontrola techniky	7	1	2	14
	Nesprávné rozmístění osvětlovací techniky	Vznik pracovního úrazu + poškození zařízení	Chyba zaměstnance	Školení + výcvik	4	2	1	8
	Nesprávné použití protipovodňových zábran	Zaplavení technologie	Chyba zaměstnance	Školení + výcvik	2	1	2	4
			Technická chyba	Kontrola techniky	3	1	1	3

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 10 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Alternativní doplňování vody do PG. a I.O. pomocí požárního čerpadla	Nedostatek techniky	Nezajištění dodávky vody	Poškození techniky	Více druhů techniky	6	1	1	6
	Nemožnost přístavení techniky na dané místo	Nemožnost připojení	Trosky budovy	Zpevňování budov	6	1	2	12
			Poškození infrastruktury	Více přípojných míst	6	3	2	36
	Nemožnost propojení armatur	Nezajištění dodávky vody	Chyba zaměstnance	Školení + výcvik	4	1	1	4
			Technická chyba	Kontrola techniky	8	3	2	48
	Poškození armatur	Nezajištění dodávky vody	Chyba zaměstnance	Školení + výcvik	8	3	1	24
			Technická chyba	Pravidelná údržba	8	2	2	32
	Chybějící součást	Potíže nemožnost využití	Ztráta	Pravidelná kontrola	7	4	3	84
			Poškození	Pravidelná kontrola	7	3	3	63
			Špatný typ	Školení + výcvik	8	2	2	32
	Nenasazení a nezajištění armatury	Pozdní dodávka vody	Chyba zaměstnance	Školení + výcvik	6	1	1	6
			Technická chyba	Pravidelná kontrola	6	1	1	6

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 11 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Alternativní doplňování vody do PG. a I.O. pomocí požárního čerpadla	Nemožnost nasání vody	Pozdní dodávka vody	Poškození potrubního vedení	Alternativní vedení	5	3	2	30
			Poškození čerpadla + součástí sacího vedení	Náhradní technika	3	2	2	12
	Nedostatek vody v Nádržích			Alternativní doplňování vody	4	3	1	12
	Nezajištění alternativního doplňování	Výpadek dodávky vody	Lidská chyba	Školení + postupy	7	5	5	
			Nedostupnost techniky	Vícero techniky	7	3	2	42
	Nedostatek obslužného personálu		Problém v managementu firmy	Vytvoření Delta teamu	7	2	1	14
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Možný úraz	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	6	5	3	90
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB	Poškození vedení výpadek dodávky vody	Lidská chyba	Školení	8	5	3	120
			Technická chyba	Kontrola techniky	6	2	2	24

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 12 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Alternativní doplňování vody do PG. a I.O. pomocí požárního čerpadla	Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp		Chyba zaměstnance	Školení	4	2	3	24
			Chyba techniky	Kontrola techniky	4	4	3	48
	Nedostatek PHM	Výpadek čerpadla	Lidská chyba	Školení	6	5	5	150
			Vyčerpání zásob PHM	Zásobníky PHM v areálu ETE	8	1	2	16
			Nemožnost dodávky PHM	Sklad PHM v budově HZSp	7	1	1	7
Alternativní plnění BSVP	Nemožnost vstupu do HVB	Poškození budovy	Zavalení vstupu troskami	Několik vstupů	3	1	1	3
			Poškození systému otevírání dveří	Nákup speciální techniky na otevření prostor	4	3	3	36
	Nemožnost vstupu z důvodu kontaminace	Ozáření zasahujících osob	Poškození reaktoru + BSVP		7	2	1	14
			Únik radioaktivní vody		7	5	3	105
	Nemožnost přístupu k BSVP	Vysoká radiace + teplota		Alternativní doplňování vody	8	2	1	16

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 13 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Alternativní plnění BSVP	Špatné dopravní vedení	Nemožnost dopravy vody na BSVP	Lidská chyba	Školení + výcvik	5	2	1	10
			Technická chyba	Kontrola vybavení	3	3	1	9
	Poškození čerpadla na CAS	Zanesení nečistotami	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	4	2	2	16
	Poškození čerpadla na CAS	Zanesení nečistotami	Technická závada	Pravidelná údržba	4	3	3	36
	Nesprávné rozříznutí potrubí		Technická porucha na zařízení	Kontrola funkčnosti zařízení	7	3	3	63
			Špatné označení potrubí	Různobarevné označení	8	2	4	64
	Nesprávné rozříznutí potrubí		Lidská chyba	Školení	7	5	3	105
			Ucpaná armatura		8	3	5	120
			Nedostatečné vybavení zasahujících osob	Koupě nového vybavení	8	1	1	8
			Špatná komunikace zasahujících osob	Na místě musí být správce zařízení	6	3	3	54

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 14 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Alternativní plnění BSVP	Špatné nasazení armatury	Nedostatečný průtok vody pro plnění BSVP	Špatně provedený řez	Praktický nácvik řezání	8	6	4	192
			Poškození armatury	Vícero armatur	6	3	4	72
		Zaplavení kopky	Nedotažení armatury	Praktický nácvik	6	3	1	18
			Poškození armatury	Vícero armatur	6	2	1	12
		Zranění obsluhy	Lidská chyba	Školení	5	2	1	10
	Poškození dopravního vedení	Poškození hadic	Nezajištění dveří	Zarážky dveří + nácvik	4	4	2	32
			Příliš vysoký tlak v dopravním vedení	Revize manometru	4	2	2	16
			Technická závada	Zásoba nových hadic	3	5	2	30
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Úraz	Lidská chyba	Školení + výcvik	6	6	2	72
			Špatné provedení procesu	Chyba vedoucí osoby	Školení + výcvik	8	6	3

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabula 15 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Alternativní plnění BSVP	Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB	Nedojde k plnění BSVP	Technická chyba	Školení + výcvik	7	6	4	168
			Lidská chyba	Školení + výcvik	7	6	2	84
		Poškození technologie	Lidská chyba	Školení + výcvik	8	4	3	96
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp	Špatné podání zprávy SI + Havarijnímu štábu	Technická chyba	Zkoušky spojení + alternativní spojení	4	2	2	16
			Chyba zaměstnance	Školení	5	2	4	40
	Ztráta komunikace		Poškození sítě	Alternativní spojení	7	2	3	42
	Poškození Elektrického vedení BSVP	Nemožnost zásobovat el. Energii potřebné systémy	Poškození technologie	Alternativní napájení	7	3	1	21
			Lidská chyba	Školení	7	1	2	14
Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mob. DG	Poškození kabelového vozu	Nelze zásobovat spotřebiče	Technická chyba	Revize + kontrola + záložní kabelový vůz	7	3	2	42
			Chyba zaměstnance	Školení + výcvik + záložní kabelový vůz	6	4	2	48
	Poškození TA	Nelze dopravit mob. DG	Technická závada	Revize + kontrola + záložní technika	7	2	2	28

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 16 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mob. DG	Špatná komunikace SI s OPIS HZSp		Lidská chyba	Školení + nácvik	5	2	3	30
	Nemožnost přesunutí techniky	Funkční porucha	Technická chyba	Revize + kontrola	8	2	1	16
			Chyba obsluhy	Školení + výcvik	8	2	1	16
	Nemožnost ustavení techniky		Poškozená místa ustanovení	Vícero míst k ustavení	5	3	2	30
	Nesprávné ukotvení mob. DG	Poškození mob. DG	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	8	3	2	48
		Vznik úraz	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	7	1	1	7
		Poškození objektu	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	3	2	3	18
	Nepovolání Delta teamu	Z prodlení v připojení mob. DG	Chyba vedoucí osoby	Školení + výcvik	4	2	2	16
	Poškození kabelu		Špatné odvíjení z cívky	Školení + nácvik	6	3	1	18
	Poškození kabelu		Špatná manipulace	Školení + nácvik	6	3	2	36
Mechanické poškození dveřmi			Školení + nácvik + zarážka dveří	8	4	4	128	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 17 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mob. DG	Poškození mob. DG	Nelze zásobovat spotřebiče	Špatná komunikace	Školení + nácvik	6	2	2	24
			Špatné PHM	Školení + výcvik + záložní mob. DG	7	1	3	21
			Chyba obsluhy	Školení + výcvik + záložní mob. DG	7	2	2	28
			Špatné postupy při startování	Návod k použití + školení	4	2	1	8
	Ztráta napájení koncového zdroje		Lidská chyba	Školení + výcvik	6	2	1	12
			Technologická chyba	Revize + kontrola	8	3	2	48
			Softwarová chyba	Revize + kontrola	7	3	2	42
	Nemožnost napojení k vybranému spotřebiči		Poškození koncového spotřebiče	Revize + kontrola + alternativní napojení	7	4	3	84
			Špatné propojovací zařízení	Revize + kontrola + náhradní zařízení	8	5	2	80
	Poškození tech. zabezpečení mob. DG	Poškození mob. DG	Technická chyba	Kontrola funkčnosti zařízení	4	1	1	4

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 18 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Dobíjení aku baterií pomocí mob. DG	Poškození tech. zabezpečení mob. DG	Poškození mob. DG	Lidská chyba	Školení + nástroje na otevření zámků	4	2	2	16
	Poškození tahače	Nelze dopravit mob. DG	Technická závada	Revize + kontrola + záložní technika	7	2	2	28
	Poškození kabelového vozu	Nelze zásobovat spotřebiče	Technická chyba	Revize + kontrola + záložní kabelový vůz	7	3	2	42
			Chyba zaměstnance	Školení + výcvik + záložní kabelový vůz	6	4	2	48
	Poškození technického zabezpečení mob. DG	Poškození mob. DG	Technická chyba	Kontrola funkčnosti zařízení	4	1	1	4
			Lidská chyba	Školení + nástroje na otevření zámků	4	2	2	28
	Nemožnost přesunutí techniky	Funkční porucha	Technická závada	Revize + kontrola	8	2	1	16
			Chyba obsluhy	Školení + výcvik	8	2	1	16
	Nesprávné ukotvení mob. DG	Poškození mob. DG	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	8	3	2	48
		Vznik úraz	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	7	1	1	7
		Poškození objektu	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	3	2	3	18

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 19 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Dobíjení aku baterií pomocí mob. DG	Nepovolání Delta teamu	Z prodlení v připojení mob. DG	Chyba vedoucí osoby	Školení + výcvik	4	2	2	16
	Poškození kabelu		Špatná manipulace	Školení + nácvik	6	3	2	36
	Poškození kabelu		Špatné odvíjení z cívky	Školení + nácvik	6	3	1	18
			Mechanické poškození dveřmi	Školení + nácvik + zarážky dveří	8	4	4	128
	Poškození mob. DG	Nelze zásobovat spotřebiče	Špatné postupy při startování	Návod k použití + Školení	4	2	1	8
			Špatná komunikace	Školení + nácvik	6	2	2	24
			Špatné PHM	Školení + výcvik + záložní mob. DG	7	1	3	21
			Chyba obsluhy	Školení + výcvik + záložní mob. DG	7	2	2	28
	Špatná komunikace SI s OPIS HZSp		Lidská chyba	Školení + výcvik	5	2	3	30
	Poškození vstupů k aku bateriím	Vybití záložního napájení	Mechanické poškození dveří	Speciální vybavení na otevírání dveří	6	4	3	72

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 20 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Dobíjení aku baterií pomocí mob. DG	Poškození vstupů k aku bateriím	Ztráta záložního napájení	Zavalení přístupové chodby	Speciální vybavení na odklizení trosek	8	4	3	96
	Poškození aku baterií	Ztráta záložního napájení	Mechanické poškození	Speciální místnost	4	1	2	8
			Lidská chyba	Školení + výcvik	6	3	3	54
			Elektrickým výbojem	Přepět'ová ochrana	7	2	2	28
Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG	Poškození aku baterií	Ztráta záložního napájení	Špatná údržba	Revize + kontrola	5	5	4	100
	Poškození AC PHM	Nemožnost zásobování PHM	Technická závada	Náhradní opatření + náhradní AC PHM	8	4	4	128
			Lidská chyba	Náhradní opatření + náhradní AC PHM	8	3	4	96
			Poškození AC PHM	Náhradní opatření + náhradní AC PHM	8	2	1	16
	Nemožnost příjezdu na místo plnění	Nemožnost zásobování PHM	Poškození infrastruktury	Speciální vybavení na odklizení trosek	6	2	1	12
	Poškozené místo plnění	Nemožnost plnění PHM	Technická závada na zařízení	Alternativní plnění AC PHM	7	2	2	28
			Lidská chyba	Školení	7	1	2	14

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 21 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG	Poškozené místo plnění	Nemožnost plnění PHM	Technická závada na zařízení	Alternativní plnění AC PHM	7	2	2	28
			Lidská chyba	Školení	7	1	2	14
	Nemožnost uzemnění	Potíže + nemožnost využití	Není zemnicí bod	Vícero zemnicích bodů	5	1	2	10
			Technická závada na AC PHM	Dvě zemnicí lanka	5	1	1	5
	Špatné napojení sacího vedení	Potíže + nemožnost využití	Technická chyba	Návod k použití + školení + revize + kontrola	5	1	2	10
			Poškozené sací potrubí	Náhradní hadice	6	3	3	54
			Poškozené přípojná místa	Alternativní plnění AC PHM	6	1	2	12
	Špatné napojení sacího vedení	Potíže + nemožnost využití	Chyba obsluhy	Školení	5	3	3	45
	Rozbití čerpadla	Potíže + nemožnost využití	Technická chyba	školení + revize + kontrola + alternativní AC PHM	7	4	3	84
			Chyba obsluhy	Školení + výcvik	7	3	4	84

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 22 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG	Špatné napojení sacího vedení	Potíže + nemožnost využití	Chyba obsluhy	Školení	5	3	3	45
	Rozbití čerpadla	Potíže + nemožnost využití	Technická chyba	školení + revize + kontrola + alternativní AC PHM	7	4	3	84
			Chyba obsluhy	Školení + výcvik	7	3	4	84
			Poškození AC PHM	Výcvik + kondiční jízdy	7	3	1	21
			Technická chyba	Záchytné jímky + sorbenty	5	3	1	15
	Špatné plnění AC PHM	Vytečení PHM do prostředí	Chyba obsluhy	Školení + záchytné jímky + sorbenty	5	3	1	15
			Ztráta stability + ztráta jízdních vlastností AC PHM	Porucha průtokoměru	Revize + kontrola	8	3	3
		Poškození AC PHM	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	8	5	4	160
			Technická závada na přetlakovém ventilu	Revize + kontrola	8	1	1	8
		Smíchání různých typů paliva	Technická závada na nádrži AC PHM	Revize + kontrola	7	1	8	56
			Chyba obsluhy	Školení + výcvik	7	4	8	224

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 23 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG	Špatné označení plnění DG	Potíže + nemožnost využití	Technická chyba	Revize + kontrola	3	3	1	6
			Lidská chyba	Revize + kontrola	3	4	1	12
	Rozbité plnicí hrdlo nádrže	Potíže + nemožnost využití	Technická závada	Revize + kontrola	7	4	1	28
			Poškození		7	2	1	14
			Lidská chyba	Školení + nácvik	7	2	1	14
	Nemožnost uzemnění u DG	Potíže + nemožnost využití	Není zemnicí bod	Vícero zemnicích bodů u DG	5	1	2	10
			Technická závada na AC PHM	Dvě zemnicí lanka	5	1	1	5
	Špatné zvolení druhu paliva	Poškození DG	Chyba obsluhy	Školení	7	4	5	140
	Poškození plnicího zařízení	Potíže	Poškození přechodky	Náhradní přechodka	3	3	1	6
			Technická závada	Alternativní vypuštění	6	2	2	12
			Chyba obsluhy	Školení	5	2	1	5
	Špatná komunikace	Načerpaní špatného paliva	Lidská chyba	Školení + nácvik	6	2	5	60
		Nevydání přechodky	Lidská chyba	Školení + nácvik	6	3	3	54
		Špatně zvolený DG	Lidská chyba	Školení + nácvik	6	3	4	78

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 24 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Čerpání, výdej rozvoz PHM při poruše AC	Špatná komunikace	Poškození techniky	Lidská chyba	Školení + nácvik	8	5	2	80
	Porucha elektrické části vozidla	Nemožnost výdeje PHM	Technická chyba	Náhradní opatření	6	3	3	54
		Nemožnost jízdy	Technická chyba	Náhradní AC PHM	8	5	1	40
	Porucha vzduchového vedení	Nemožnost otevření ventilů	Technická chyba	Náhradní AC PHM	8	5	5	200
		Nemožnost jízdy	Technická chyba	Náhradní AC PHM	8	5	3	120
			Chyba řidiče	Náhradní AC PHM	8	2	1	16
	Porucha elektrické části vozidla	Nemožnost výdeje PHM	Technická chyba	Náhradní opatření	6	3	3	54
		Nemožnost jízdy	Technická chyba	Náhradní AC PHM	8	5	1	40
	Porucha podvozkové části	Porucha brzdového válce	Technická chyba	Revize + kontrola	5	1	1	5
		Poškození pneu	Chyba řidiče	Jízdy + školení	5	1	1	5
	Poškození motoru	Nedostatek paliva v nádrži	Chyba řidiče	Školení	7	1	1	7
		Špatné palivo	Chyba řidiče	Školení	8	2	4	64

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 25 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Čerpání, výdej rozvoz PHM při poruše AC	Poškození motoru	Špatné palivo	Technologická chyba	Náhradní AC PHM	8	2	6	96
	Poškození čerpadla	Nelze zajistit výdej PHM	Chyba obsluhy	Skolení	6	2	1	12
			Technologická chyba	Náhradní opatření	6	2	1	12
	Poškození ovládacích prvků čerpadla	Nelze aktivovat čerpadlo	Technologická chyba	Náhradní opatření	6	1	1	6
			Chyba obsluhy	Školení	6	1	1	6
	Poškození nádrže	Nelze zajistit výdej PHM	Poškození ventilu	Náhradní opatření	8	1	8	64
			Chyba řidiče	Školení + jízdy	8	3	1	24
Dálková doprava vody z chladících věží na střechu HVB I. nebo HVB II.	Netěsnost armatur	Potíže	Technologická chyba	Náhradní opatření	5	1	3	15
	Nedostatek techniky	Nezajištění dodávky vody	Poškození techniky	Více druhů techniky	8	1	1	8
	Nemožnost přístavení techniky na dané místo	Potíže	Trosky budovy	Zpevnování budov	6	1	2	12
			Poškození infrastruktury	Více přípojných míst	6	3	2	36
	Nedostatečné sací vedení	Potíže	Chyba osob	Sklad s hadicemi + výcvik	4	1	2	8

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 26 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Dálková doprava vody z chladících věží na střechu HVB I. nebo HVB II.	Špatné sací vedení	Potíže	Chyba osob	Výcvik	4	2	2	16
	Nedostatečné množství osob	Potíže + nesplnění úkolu	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	8	3	3	72
			Chyba managementu	Zvýšení početních stavů	8	2	2	32
	Nenasazení a nezajištění armatury	Pozdní dodávka vody	Chyba zaměstnance	Školení + výcvik	6	1	1	6
			Technická chyba	Pravidelná kontrola	6	1	1	6
	Nemožnost nasání vody	Pozdní dodávka vody	Poškození vedení	Pravidelná kontrola	5	4	3	60
			Poškození čerpadla	Náhradní technika	5	2	1	10
	Nedostatek vody v nádržích	Nezajištění dodávky vody			8	1	1	8
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Možný úraz	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	6	5	3	90
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB		Lidská chyba	Školení	8	5	3	120
Technická chyba			Kontrola techniky	6	2	2	24	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 27FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Dálková doprava vody z chladících věží na střechu HVB I. nebo HVB II.	Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp		Chyba zaměstnance	Školení	4	2	3	24
			Chyba techniky	Kontrola techniky	4	4	3	48
	Nedostatek PHM	Výpadek čerpadla	Lidská chyba	Školení	6	5	5	150
			Vyčerpání zásob PHM	Zásobníky PHM v areálu ETE	8	1	2	16
			Nemožnost dodávky PHM ze zásobníku	Sklad PHM v budově HZSp	7	1	1	7
	Poškození čerpadla	Zanesení nečistotami	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	4	2	2	16
			Technická závada	Pravidelná údržba	4	3	3	36
	Dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstříkmem	Nedostatek techniky	Nezajištění dodávky vody	Poškození techniky	Více druhů techniky	8	1	1
Nemožnost přistavení techniky na dané místo		Potíže	Trosky budovy	Zpevnování budov	6	1	2	12
			Poškození infrastruktury	Více přípojných míst	6	3	2	36
Nedostatečné sací vedení		Potíže	Chyba osob	Sklad s hadicemi + výcvik	4	2	1	8
Špatné sací vedení		Potíže	Chyba osob	Výcvik	4	2	2	16
Nedostatek vody v nádržích		Nezajištění dodávky vody			8	1	1	8

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 28 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstříkem	Nedostatečné množství osob	Potíže + nesplnění úkolu	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	8	3	3	72
			Chyba managementu	Zvýšení početních stavů	8	2	2	32
	Nenasazení a nezajištění armatury	Pozdní dodávka vody	Chyba zaměstnance	Školení + výcvik	6	1	1	6
			Technická chyba	Pravidelná kontrola	6	1	1	6
	Nemožnost nasání vody	Pozdní dodávka vody	Poškození vedení	Pravidelná kontrola	5	4	3	60
			Poškození čerpadla	Náhradní technika	5	2	1	10
	Poškození čerpadla	Zanesení nečistotami	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	4	2	2	16
			Technická závada	Pravidelná údržba	4	3	3	36
	Nedostatek PHM	Výpadek čerpadla	Lidská chyba	Školení	6	5	5	150
			Vyčerpání zásob PHM	Zásobníky PHM v areálu ETE	8	1	2	16
			Nemožnost dodávky PHM ze zásobníku	Sklad PHM v budově HZSp	7	1	1	7
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Možný úraz	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	6	5	3	90

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 29 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. nebo HVB II.	Nedostatek techniky	Nezajištění dodávky vody	Poškození techniky	Více druhů techniky	8	1	1	8
	Nemožnost přistavení techniky na dané místo	Potíže	Trosky budovy	Zpevňování budov	6	1	2	12
			Poškození infrastruktury	Více přípojných míst	6	3	2	36
	Nedostatečné sací vedení	Potíže	Chyba osob	Sklad s hadicemi + výcvik	4	1	2	8
	Špatné sací vedení	Potíže	Chyba osob	Výcvik	4	2	2	16
	Nedostatečné množství osob	Potíže + nesplnění úkolu	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	8	3	3	72
			Chyba managementu	Zvýšení početních stavů	8	2	2	32
	Nenasazení a nezajištění armatury	Pozdní dodávka vody	Chyba zaměstnance	Školení + výcvik	6	1	1	6
			Technická chyba	Pravidelná kontrola	6	1	1	6
	Nemožnost nasání vody	Pozdní dodávka vody	Poškození vedení	Pravidelná kontrola	5	4	3	60
			Poškození čerpadla	Náhradní technika	5	2	1	10
	Nemožnost vstupu do HVB	Nezajištění dodávky vody	Poškození vstupu	Jiný vstup	8	3	2	40

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 30 FMEA výzkum

Proces	Projev možné chyby	Možný důsledek chyby	Možná příčina	Stávající opatření	Závažnost	Výskyt	Odhalení	UPR
Dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. nebo HVB II.	Vysoká míra radiace		Poškození BSVP		8	4	5	160
			Únik radioaktivní vody	Snížení radiace ředěním	8	4	2	64
	Nemožnost vstupu na reaktorový sál	Nezajištění dodávky vody	Poškození dveří kontejmentu	Druhý vstup	8	1	1	8
	Nepovolání Delta teamu	Potíže	Chyba vedoucí osoby	Školení + výcvik	5	3	3	45
	Poškození čerpadla	Zanesení nečistotami	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	4	2	2	16
			Technická závada	Pravidelná údržba	4	3	3	36
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Úraz	Lidská chyba	Školení + výcvik	7	6	3	126
		Špatné provedení procesu	Chyba vedoucí osoby	Školení + výcvik	8	6	3	144
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB	Nezajištění dodávky vody	Technická chyba	Školení + výcvik	8	5	3	120
			Lidská chyba	Školení + výcvik	8	5	3	120
		Poškození technologie	Lidská chyba	Školení + výcvik	8	4	3	96
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp	Špatné podání zprávy SI + Havarijnímu štábu	Technická chyba	Kontrola techniky + revize	8	4	3	96
			Chyba zaměstnance	Školení	8	5	4	160

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 31 Vyhodnocení zátěžových testů: Rekognoskace poškození lokality, Alternativního doplňování vody PG. a I.O pomocí pož. čerpadel

Proces	Možné chyby	Důsledek chyby	Příčina	Opatření	UPR	Doporučená opatření
Rekognoskace poškození lokality	Nedůsledné prozkoumání průjezdnosti cest	Nenalezené poškození	Chyba zaměstnance	Školení	96	Vytvoření směrnice + monitorovací technika
	Nedůsledné prozkoumání budov	Nenalezení zraněných osob	Chyba zaměstnance	Školení	336	Proškolení zaměstnance
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp	Nekvalitní provedení procesu	Chyba zaměstnance	Školení	120	Proškolení s komunikací
			Chyba techniky	Kontrola techniky	80	Rozšíření komunikačních prostředků
	Špatné provedení radiačního monitoringu	Neodhalená oblast ze zvýšeným výskytem záření	Chyba zaměstnance	Školení	140	Proškolení zaměstnance se zařízením + koupě lepšího zařízení
Alternativní doplňování vody do PG. a I.O. pomocí požárního čerpadla	Chybějící součást	Potíže + nemožnost využití	Ztráta	Pravidelná kontrola	84	Proškolení zaměstnance
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Možný úraz	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	90	Proškolení s komunikací
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB	Poškození vedení a výpadek vody	Lidská chyba	Školení	120	Vytvoření směrnice

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 32 Vyhodnocení zátěžových testů: Alternativní plnění BSVP

Proces	Možné chyby	Důsledek chyby	Příčina	Opatření	UPR	Doporučená opatření
Alternativní plnění BSVP	Nemožnost vstupu z důvodu kontaminace	Ozáření zasahujících osob	Únik radioaktivní vody	Rozředění	105	Proškolení zaměstnance
	Nesprávné rozříznutí potrubí		Lidská chyba	Praktický nácvik řezání	105	Proškolení zaměstnance
			Ucpaná armatura	Vícero armatur	120	Vytvoření zásoby
	Špatné nasazení armatury	Nedostatečný průtok vody pro plnění BSVP	Špatné provedení řez	Praktický nácvik	192	Proškolení zaměstnance
			Poškození armatury	Vícero armatur	72	Vytvoření zásoby
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Úraz	Lidská chyba	Školení + výcvik	72	Proškolení s komunikací
		Špatné provedení procesu	Chyba vedoucí osoby	Školení + výcvik	144	Vytvoření směrnice
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB	Nedojde k plnění BSVP	Technická chyba	Školení + výcvik	168	Vytvoření směrnice
			Lidská chyba	Školení + výcvik	84	Proškolení s komunikací
		Poškození technologie	Lidská chyba	Školení + výcvik	96	Proškolení zaměstnance

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 33 Vyhodnocení zátěžových testů: mob. DG alternativní napájení vybraných spotřebičů, dobíjení aku baterií a doplňování nafty do DG

Proces	Možné chyby	Důsledek chyby	Příčina	Opatření	UPR	Doporučená opatření
Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mob. DG	Poškození kabelu		Mechanické poškození dveřmi	Školení + nácvik + zarážky dveří	128	Vytvoření směrnice
	Nemožnost napojení k vybranému spotřebiči		Poškození koncového spotřebiče	Revize + kontrola + alternativní napojení	84	Vytvoření směrnice
			Špatné propojovací zařízení	Revize + kontrola + náhradní zařízení	80	Proškolení zaměstnance
Dobíjení aku baterií pomocí mob. DG	Poškození kabelu		Mechanické poškození dveřmi	Školení + nácvik + zarážky dveří	128	Vytvoření směrnice
	Poškození vstupů k aku bateriím	Vybití záložního napájení	Mechanické poškození dveří	Speciální vybavení na otevírání dveří	72	Vytvoření směrnice
		Ztráta záložního napájení	Zavalení přístupové chodby	Speciální vybavení na odklizení trosk	96	Vytvoření směrnice
Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG	Poškození aku baterií	Ztráta záložního napájení	Špatná údržba	Revize + kontrola	100	Proškolení zaměstnance

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 34 Vyhodnocení zátěžových testů: doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG

Proces	Možné chyby	Důsledek chyby	Příčina	Opatření	UPR	Doporučená opatření
Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG	Poškození AC PHM	Nemožnost zásobování PHM	Technická závada	Náhradní opatření + náhradní AC PHM	128	Zvýšená kontrola
			Lidská chyba	Náhradní opatření + náhradní AC PHM	96	Proškolení zaměstnance
	Rozbití čerpadla	Potíže + nemožnost využití	Technická chyba	Školení + revize + kontrola + alternativní AC PHM	84	Zvýšená kontrola
			Chyba obsluhy	Školení + výcvik	84	Proškolení zaměstnance
	Špatné plnění AC PHM	Ztráta stability + ztráta jízdních vlastností AC PHM	Porucha průtokoměru	Revize + kontrola	72	Zvýšená kontrola
			Chyba obsluhy	Školení + výcvik	160	Vytvoření směrnice
		Smíchání různých typů paliva	Chyba obsluhy	Školení + výcvik	224	Vytvoření směrnice
	Špatné zvolení druhu paliva	Poškození DG	Chyba obsluhy	Školení	140	Vytvoření směrnice

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 35 Vyhodnocení zátěžových testů: doplňování nafty do DG, rozvoz PHM při poruše AC, dálková doprava vody na střechu HVB I. a II.

Proces	Možné chyby	Důsledek chyby	Příčina	Opatření	UPR	Doporučená opatření
Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG	Špatná komunikace	Špatné zvolení DG	Lidská chyba	Školení + nácvik	78	Proškolení s komunikací
		Poškození techniky	Lidská chyba	Školení + nácvik	80	Vytvoření směrnice
Čerpání, výdej rozvoz PHM při poruše AC	Porucha vzduchového vedení	Nemožnost otevření ventilů	Technická chyba	Náhradní AC PHM	200	Zvýšená kontrola
		Nemožnost jízdy	Technická chyba	Náhradní AC PHM	120	Zvýšená kontrola
	Poškození motoru	Špatné palivo	Technická chyba	Náhradní AC PHM	96	Zvýšená kontrola + práce s technikou
Dálková doprava vody z chladících věží na střechu HVB I. nebo HVB II.	Nedostatečné množství osob	Potíže + nesplnění úkolu	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	72	Vytvoření směrnice + kontrola početních stavů
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Možný úraz	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	90	Vytvoření směrnice + proškolení zaměstnance
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB		Lidská chyba	Školení	120	Vytvoření směrnice + proškolení zaměstnance
	Nedostatek PHM	Výpadek čerpadla	Lidská chyba	Školení	150	Proškolení zaměstnance

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 36Vyhodnocení zátěžových testů: dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstřikem a na reaktorový sál HVB I. a II.

Proces	Možné chyby	Důsledek chyby	Příčina	Opatření	UPR	Doporučená opatření
Dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstřikem	Nedostatečné množství osob	Potíže + nesplnění úkolu	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	72	Vytvoření směrnice + kontrola početních stavů
	Nedostatek PHM	Výpadek čerpadla	Lidská chyba	Školení	150	Proškolení zaměstnance
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Možný úraz	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	90	Vytvoření směrnice + proškolení zaměstnance
Dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. nebo HVB II.	Nedostatečné množství osob	Potíže + nesplnění úkolu	Chyba vedoucí osoby	Výcvik + školení	72	Vytvoření směrnice + kontrola početních stavů
	Vysoká míra radiace		Poškození reaktoru		160	Proškolení zaměstnance
			Poškození BSVP		160	Proškolení zaměstnance
	Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou	Úraz	Lidská chyba	Školení + výcvik	126	Vytvoření směrnice
		Špatné provedení procesu	Chyba vedoucí osoby	Školení + výcvik	144	Vytvoření směrnice + kontrola početních stavů
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB	Nezajištění dodávky vody	Technická chyba	Školení + výcvik	120	Rozšíření komunikačních prostředků
			Lidská chyba	Školení + výcvik	120	Vytvoření směrnice

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 37 Vyhodnocení zátěžových testů: dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. a II.

Proces	Možné chyby	Důsledek chyby	Příčina	Opatření	UPR	Doporučená opatření
Dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. nebo HVB II.	Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB	Poškození technologie	Lidská chyba	Školení + výcvik	96	Vytvoření směrnice
	Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp	Špatné podání zprávy SI + Havarijnímu štábu	Technická chyba	Kontrola techniky + revize	96	Rozšíření komunikačních prostředků
			Chyba zaměstnance	Školení	160	Proškolení zaměstnance

Zdroj: Vlastní zpracování

4 Diskuze

Na základě provedené SWOT analýzy hasičského záchranného sboru podniku jsou vidět silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby. V rámci hasičského záchranného sboru podniku je důležité definovat všechny slabé stránky na hrozby, aby nebylo ohroženo postavení sboru. Pro eliminaci těchto chyb je zapotřebí využití silných stránek a příležitostí. V analýze jsou sepsány silné a slabé stránky vnitřního prostředí sboru podniku, které je možno ovlivňovat. Při analýze daných příležitostí a hrozeb je zcela vycházeno z vazeb na okolní prostředí, to znamená, že prosazování opatření není ryze záležitostí sboru podniku, ale je spíše závislá na vnějších vlivech.

Komparace dosavadní analýz zátěžových testů pro Hasičský záchranný sbor podniku Jaderné elektrárny Temelín není možná, z důvodu ohrožení zájmu společnosti ČEZ a.s. a režimu utajení. Vzhledem k této skutečnosti nebyla komparace do diplomové práce zařazena, pokud by tak bylo učiněno nelze práci publikovat a je akademicky nevyužitelná.

Analýza FMEA je již přímo zaměřena na vznik možné problematiky v rámci zátěžových testů, které by mohly ohrozit práci zaměstnanců Hasičského záchranného sboru podniku ETE. V části tabulka FMEA výzkumu jsou výsledky možného rizika a také zahrnuje stávající opatření, která proběhla ještě před vytvořením FMEA analýzy. Mezi nejčastěji používané stávající opatření patří:

- Školení
- Výcvik
- Revize
- Kontrola techniky
- Náhradní opatření
- Více druhů techniky

Na základě analýzy tabulek FMEA výzkum byly vybrány hodnoty, u kterých je možné riziko UPR = 70 a více. Tato mez byla určena jako kritická a je třeba zaujmout opatření pro snížení popřípadě eliminaci možných rizik. Z důvodu obsáhlosti rizik, bylo vždy popsáno jen nejvýznamnější riziko v dané skupině. V případě zátěžového testu Rekognoskace poškození lokality jsou možné chyby:

1. Nedůsledné prozkoumání budov.
2. Špatné provedení radiačního monitoringu.
3. Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp.
4. Nedůsledné prozkoumání průjezdnosti cest.

Nedůsledné prozkoumání budov vyšlo ve vysoké hodnotě UPR 336 tato hodnota je z důvodu velkého množství budov v areálu Jaderné elektrárny Temelín a vzhledem k početnímu stavu sloužících zaměstnanců HZSp je velmi obtížné důkladně prozkoumat všechny prostory. V případě zátěžového testu Alternativní doplňování vody PG a I.O. pomocí požárního čerpadla jsou možné chyby:

1. Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB.
2. Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou.
3. Chybějící součást.

Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB dosahuje hodnoty UPR 120, tato hodnota je významná z důvodu poškození technologie a následné ztrátě odvodu tepla z reaktoru a BSVP, které může mít za příčinu únik radioaktivity mimo kontejment. V případě zátěžového testu Alternativní plnění BSVP jsou možné chyby:

1. Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB.
2. Špatné nasazení armatury.
3. Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou.
4. Nesprávně rozříznutí potrubí.
5. Nemožnost vstupu z důvodu kontaminace.

Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB dosahuje hodnoty UPR 168 tato hodnota je významná z důvodu poškození bazénu skladování vyhořelého paliva. Poškození BSVP je řazeno na stejnou úroveň s poškozením reaktoru to může mít za následek vznik jaderné havárie. V případě zátěžového testu Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mob. DG jsou možné chyby:

1. Poškození kabelu.
2. Nemožnost napojení k vybranému spotřebiči.

Poškození kabelu dosahuje hodnoty UPR 128 tato hodnota je významná z důvodu možné ztráty napájení koncových spotřebičů, které má za následek omezené možnosti v dochlazování aktivní zóny a BSVB. V případě zátěžového testu Dobíjení aku baterii pomocí mob. DG jsou možné chyby:

1. Poškození kabelu.
2. Poškození vstupu k aku bateriím.

Poškození kabelu dosahuje hodnoty UPR 128 tato hodnota je významná z důvodu možné ztráty napájení koncových spotřebičů, které má za následek omezené možnosti v dochlazování aktivní zóny a BSVB. V případě zátěžového testu Doplnění nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG jsou možné chyby:

1. Špatné plnění AC PHM.
2. Špatné zvolení druhu paliva.
3. Poškození AC PHM.
4. Poškození aku baterií.
5. Rozbití čerpadla.
6. Špatná komunikace.

Špatné plnění AC PHM dosahuje hodnoty UPR 224, tato vysoká hodnota je z důvodu chyby smíchání různých typů paliva, které lze špatně odhalit a má za následek poškození diesel generátoru. Poškození diesel generátoru má za následek ztráty nouzového napájení HVB I a HVB II. V případě zátěžového testu Čerpání, výdej, rozvoz PHM při poruše AC jsou možné chyby:

1. Porucha vzduchového vedení.
2. Poškození motoru.

Porucha vzduchového vedení dosahuje hodnoty UPR 200 tato vysoká hodnota má za důsledek výpadek AC PHM. Tento výpadek je velmi závažný z důvodu ztráty doplňování DG. V případě zátěžového testu Dálková doprava vody z chladících věží na střechu HVB I. nebo HVB II. jsou možné chyby:

1. Nedostatek PHM.
2. Nesprávná komunikace zasahujících osob s VRB.
3. Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou.
4. Nedostatečné množství osob.

Nedostatek PHM dosahuje hodnoty UPR 150 tato hodnota má za důsledek výpadek CAS nebo PS FOX. Pro tento případ má hasičský záchranný sbor podniku v rámci své budovy zřízeno rezervní stanoviště PHM. V případě zátěžového testu Dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstříkem jsou možné chyby:

1. Nedostatek PHM.
2. Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou.
3. Nedostatečné množství osob.

Nedostatek PHM dosahuje hodnoty UPR 150 tato hodnota má za důsledek výpadek CAS nebo PS FOX. Pro tento případ má hasičský záchranný sbor podniku v rámci své budovy zřízeno rezervní stanoviště PHM. V případě zátěžového testu Dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. nebo HVB II. jsou možné chyby:

1. Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp.
2. Vysoká míra radiace.
3. Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi sebou.
4. Nesprávná komunikace zasahujících osob mezi s VRB.
5. Nedostatečné množství osob.

Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp a vysoká míra radiace dosahují stejné hodnoty UPR 160. Nesprávná komunikace zasahujících osob s OPIS HZSp má za možný důsledek chyby v předávání informací mezi OPIS HZSp a směnovým inženýrem, popřípadě s havarijním štábem. Vzhledem k tomu, že zasahující hasiči jsou v centru dění je důležité, aby jejich zprávy byly co nejpřesněji předány směnovému inženýrovi a havarijnímu štábu. V případě vysoké radiace není možnost adekvátní ochrany při tomto druhu zásahu.

V rámci výzkumu FMEA byli doporučeny tyto opatření:

- Vytvoření směrnice.
- Proškolení zaměstnance.
- Rozšíření komunikačních prostředků.
- Zvýšená kontrola techniky.
- Koupě nového zařízení.

V reakci na FMEA výzkum byly vytvořeny směrnice v podobě zásahových karet. Tyto zásahové karty byly, zařazeny do interních dokumentů skupiny ČEZ a.s. a již probíhají cvičení, při kterých jsou prověřovány s velkou úspěšností a však vzhledem k stále inovaci procesů je zapotřebí nové aktualizace dat v zásahových kartách viz. přílohy:

- Příloha A Rekognoskace po těžkém poškození lokality.
- Příloha B Alternativní doplňování vody do PG pomocí požárních čerpadel.
- Příloha C Alternativní doplňování vody do I.O. pomocí požárních čerpadel.
- Příloha D Alternativní doplňování vody re, BSVP pomocí požárních čerpadel.
- Příloha E Alternativní doplňování vody re, BSVP pomocí požárních čerpadel.
- Příloha F Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mob. DG.
- Příloha G Dobíjení aku baterií pomocí mob. DG.
- Příloha H Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG.

- Příloha CH Doplnění nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG.
- Příloha I Čerpání, výdej a rozvoz PHM při poruše AC PHM.
- Příloha J Dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstříkem.
- Příloha K Dálková doprava vody z chladících věží na střechu HVB I. nebo HVB II..
- Příloha L Dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. nebo HVB II..

Zásahové karty se skládají:

- Ze seznamu zkratk.
- Možné situace vzniku mimořádné události.
- Základních pravidel pro vyhlášení MU.
- Check listu.
- Různých druhů plánů.
- Mapy areálu Jaderné elektrárny Temelín.

Proškolení zaměstnanců a zvýšená kontrola techniky probíhá celoročně a každé nové opatření je zařazeno do systému školení od skupiny ČEZ a.s.. V rámci doporučených opatření bylo navrženo rozšíření komunikačních prostředků a to převážně vytvářením záložního spojení a vybavení novými ručními radiostanicemi s vyšším dosahem a kontabilitou se složkami IZS.

V rámci koupě nové techniky je zapotřebí rozšířit stávající techniku o nové CAS nebo kombinovaného hasícího automobilu z důvodu dálkové dopravy vody a zvýšeného tlaku při plnění PG. Při těchto zátěžových testech je velká spotřeba hadic a tak je vhodné dokoupit hadicový vůz nebo jinou alternativu. Výzkum zátěžového testu rekognoskace poškození lokality ukázal složitost a náročnost na osoby, při jeho plnění a z tohoto důvodu je vhodné koupě hasičského dronu, který může být využit i při jiných mimořádných událostech.

Výzkumná otázka byla formulována: Je Hasičský záchranný sbor podniku Jaderné elektrárny Temelín připraven na řešení všech mimořádných událostí, které na Jaderné elektrárně Temelín mohou vzniknout?

Dle provedených analýz SWOT a FMEA bylo prokázáno, že je Hasičský záchranný sbor podniku Jaderné elektrárny Temelín připraven na řešení všech mimořádných událostí.

5 Závěr

Budoucnost jaderné energetiky je na vzestupu. V současné době se na politické úrovni diskutuje o dostavbě dalšího bloku jaderné elektrárny Temelín. Tímto krokem by došlo ke zvýšení produkce elektrické energie, která je vyvážena do sousedních zemí, což by pozitivně působilo na zvýšení příjmů země.

Po různých jaderných katastrofách ve světě dochází ke zpříšňování fungování elektráren, kontrolních procesů, rozvoji mezinárodních organizací a v neposlední řadě ke zvyšování vzdělanosti a vybavenosti pracovními prostředky a materiálem, který má snižovat riziko selhání lidského faktoru.

Diplomovaná práce popisuje možná rizika a neočekávané situace, které mohou nastat, při využívání jaderné energie. Zároveň se zabývá i důsledky působícími na životní prostředí a ochranu obyvatelstva. Dále zpracovává postupy a metodické pokyny pro hasičský záchranný sbor podniku, především v podobě zásahových karet. Ty jsou již průběžně zaváděny do běžného chodu hasičského záchranného sboru podniku. Díky detailnímu zpracování FMEA analýzy bylo zjištěno, že v nově zavedených kartách, které byly součástí výzkumu diplomové práce, musí být průběžně prováděny zásahy plynoucí z charakteru chodu pracoviště a změně objektů využívaných hasičským záchranným sborem podniku.

Práce samotná je rozdělena do tří částí (teoretická, praktická, diskuze) a několika podkapitol. Tyto kapitoly shrnují samotný vývoj jaderné energetiky, přes jaderné havárie, směřující k provedení výzkumné části a zacilující se na eliminaci rizik a hrozeb. V poslední části dochází k diskusi vyhodnocující současný stav a navrhuje řešení zjištěných rizik.

Veškerá data, která byla zpracována v diplomové práci, vycházejí z reálných skutečností jaderné elektrárny Temelín. Z důvodu zachování bezpečnosti provozu a možného ohrožení státu nemohly být v této práci prezentovány veškeré informace týkající se chodu jaderné elektrárny Temelín.

6 Seznam literatury

1. BÁR, Jaromír a Jan SEVERA. *Energetika pro 21. století*. Praha: Ústav jaderných informacích, 1991.
2. BARNET, Ivan a Eduard HANSLÍK. *Radioaktivní látky v životním prostředí*. Vyd. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2012. ISBN 978-80-86832-64-7.
3. BARTOSZOVÁ, Pavla. *Vliv problému Jaderné elektrárny Temelín na jednání ČR o vstupu do EU*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Mgr. Petra Kuchyňová.
4. CABÁNEKOVÁ, Helena, DANIŠ, Daniel (ed.). *Atómy na Slovensku: [Slovenská nukleárna spoločnosť*. [Bratislava: Slovenská nukleárna spoločnosť, 2006]. ISBN 80-890-9017-6.
5. ČESKOSLOVENSKÁ KOMISE PRO ATOMOVOU ENERGIÍ. *Jaderná energetika, životní prostředí a člověk*. Praha: Československá komise pro atomovou energii v ústřední informační středisko pro jaderný program, 1986.
6. ČEZ a.s..*Havarijní připravenost jaderných elektráren*. Učební texty pro přípravu personálu JE. Dukovany, Temelín 2009.
7. ČEZ a.s..*Provoz JE: určeno pro skupiny školení*. Učební texty pro přípravu personálu JE. Brno, 2012.
8. ČEZ a.s..*Radiační ochrana v ETE*. Učební texty pro přípravu personálu JE. Brno 2013.
9. ČEZ a.s..*Radiační ochrana v ETE: Radiační kontrola*. Učební texty pro přípravu personálu JE. Brno 2012.
10. ČEZ a.s..*Údržba JE*. Učební texty pro přípravu personálu JE. Brno, 2012.
11. ČEZ a.s..*Vnitřní havarijní plán JE*. Licenční dokument. Dukovany, Temelín 2014.
12. ČEZ a.s..*Kultura bezpečnosti v praxi: I.díl*. Učební texty pro přípravu personálu JE. Brno 2007.

13. ČSN EN ISO 9000:2001 Systém managementu jakosti – *Základy, zásady a slovník.*
14. ČSN EN ISO 9001:2001 Systém managementu jakosti – *Požadavky.*
15. ČSN EN ISO 9004:2001 Systém managementu jakosti – *Směrnice pro zlepšování výkonnosti.*
16. *Examination of Accident at Tokyo Electric Power Co., Inc.'s Fukushima Daiichi Nuclear Power Station and Proposal of Countermeasures.* Japan: Japan Nuclear Technology Institute, 2011.
17. *Fukushima Accident* [online]. United Kingdom: World Nuclear Association, 2016 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/fukushima-accident.aspx>.
18. *Great East Japan Earthquake Headquarters for Disaster Countermeasures Established* [online]. Japan, 2011. Dostupné také z: http://www.u-tokyo.ac.jp/public/anti_disaster_20110311_e.html.
19. HANUŠ, Jan. *Jaderná energetika před a po katastrofě ve Fukušimě Daiči.* Brno, 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Jiří Martinec Ph.D.
20. Health Sciences Council, 10th Subcommittee for Environmental Health and Water Supply. Measures taken in stradio aktive materials in tap water exposed to the nuclear power plant accidents. Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan, 19. 4. 2011. Dostupné on-line: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/dl/Document1.pdf>.
21. *Historie a současnost elektrárny Temelín* [online]. ČEZ a.s.: ČEZ a.s., 2016 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrany-cez/ete/historie-a-soucasnost.html>.
22. HODGSON, P.E. *Nuclear power, energy and the environment.* London: Imperial College Press, 1999.
23. HODGSON, P.E. *Nuclear power, energy and the environment.* London: Imperial College Press, 1999,

24. HOLEČKOVÁ, Veronika. *Jaderná energie v České republice: historie, současnost, perspektivy*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce RNDr. Josef Kunc, Ph.D.
25. ISO 19011 Směrnice pro auditování systému managementu kvality, anebo systému environmentálního managementu.
26. Ivo Novotný: *Na Dukovanech jsou zkušení odborníci, kteří táhnou za jeden provaz* [online]. ČEZ a.s.: ČEZ a.s., 2013 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.aktivnizona.cz/cs/clanky/ivo-novotny-na-dukovanech-jsou-zkuseni-odbornici-keri-tahnou-za-jeden-provaz-513.html>.
27. *Japonsko*. Vyd. 1. V Praze: Ikar, 2007. Společník cestovatele. ISBN 978-80-249-0739-0.
28. JETE č. 1. *Hlavní úkoly HZSp ETE pro rok 2013*. Vnitřní předpis. JETE, 2013.
29. JETE č. 10. *Nácvik: Doplnování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG.* Vnitřní předpis. JETE, 2014.
30. JETE č. 11. *Nácvik: Čerpání, výdej a rozvoz PHM při poruše AC PHM*. Vnitřní předpis. JETE, 2014.
31. JETE č. 12. *Dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstříkem*. Útvarová instrukce. JETE, 2014.
32. JETE č. 13. *Dálková doprava vody z chladících věží na střechu HVB I. a HVB II.* Útvarová instrukce. JETE, 2014.
33. JETE č. 14. *Dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. nebo HVB II.*s. Útvarová instrukce. JETE, 2014.
34. JETE č. 2. *Hlavní úkoly HZSp ETE pro rok 2014*. Vnitřní předpis. JETE, 2014.
35. JETE č. 3. *Hlavní úkoly HZSp ETE pro rok 2015*. Vnitřní předpis. JETE, 2015.
36. JETE č. 4. *Hlavní úkoly HZSp ETE pro rok 2016*. Vnitřní předpis. JETE, 2016.
37. JETE č. 5. *Nácvik: Rekognoskace poškození lokality*. Vnitřní předpis. JETE, 2014.

38. JETE č. 6. *Nácvik: Alternativní doplňování vody do PG. a I.O. pomocí požárního čerpadla*. Vnitřní předpis. JETE, 2014.
39. JETE č. 7. *Nácvik: Alternativní plnění BSV*. Vnitřní předpis. JETE, 2014.
40. JETE č. 8. *Nácvik: Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mob. DG.* Vnitřní předpis. JETE, 2014.
41. JETE č. 9. *Nácvik: Dobíjení aku bateri pomocí mob. DG.* Vnitřní předpis. JETE, 2014.
42. JURANOVÁ, E., HANSLÍK, E., *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace: Havárie jaderné elektrárny Fukušima Daiiči a její vliv na životní prostředí*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2012, 54(6). ISSN 0322-8916.
43. KOMAROV, Kirill: *Češi jsou výjimkou, chtějí stavět Temelín za vlastní peníze*. E15 [online]. 5.3. 2012 [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/nazory/rozhovory/kirill-komarov-cesi-jsou-vyjimkou-chteji-stavet-temelin-za-vlastni-penize-748764>.
44. KUNCL, Josef. *Postoj zemí k jaderné energii: změny po Fukušimě* [online]. Valtice, 2013 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/econ/soubory/katedry/kres/4884317/41725568/37_2013.pdf.
45. KUT'KA, Karol. *Japonsko*. Bratislava: ČSTK-Pressfoto, 1989. ISBN 80-226-0003-2.
46. MOJŽÍŠ, Jaroslav. *SWOT analýza* [online]. 2012 [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://www.finance-management.cz/080vypisPojmu.php?IdPojPass=59>.
47. *Nuclear power, the Environment and man*. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1982.
48. OTČENÁŠEK, Petr. *Základy konstrukce a funkce jaderných elektráren*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 1991. ISBN 80-01-02707-4.
49. *Požární ochrana, ekonomika a řízení v ČR a EU*. Brno, 2006. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. Jaroslav Rektořík, CSc.

50. PROCHÁZKOVÁ, Dana a Josef ŘÍHA. *Krizové řízení*. První. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2004. ISBN 80-86640-30-2.
51. RADEK, Vymazal. *Doplnění IS hasičského záchranného sboru podniku ETE o mapy stavebních objektů*. Praha, 2008. Diplomová práce. Bankovní institut vysoká škola Praha. Vedoucí práce Ing. Král Otakar, Ph.D., CSc.
52. *Radiační ochrana: Zásady tvorby traumatologických plánů jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření*. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Praha, 2008.
53. RYBOVÁ, Markéta. *Požární ochrana, ekonomika a řízení v ČR a EU*. Brno, 2006. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Doc. Ing. Jaroslav Rektořík, CSc.
54. Slovensko: *Hodnotenie výroby: Investície a spoľahlivosť*. Italy: Enelspa, Viale Regina Margherita, Rome, Italy, 2013, 2016(16).
55. SOUSEDNÍK, Antonín. *Likvidace abnormálních stavů JE VVER 1000*. Učební texty pro přípravu personálu JE. ČEZ a.s.. Brno 2005.
56. SPILKA, Petr a Jan SUCHARDA. *Jaderná elektrárna Dukovany včera, dnes a zítra : stručná kronika 25let provozu JE Dukovany*. Praha: Skupina ČEZ,a.s., 2010.
57. SÚJB. *INES mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí: Uživatelská příručka*. Praha, 2001.
58. SÚJB. *Jaderná bezpečnost: Zprávy bezpečnostní rady MAAE č. 1/1997*. Praha, 2002.
59. SÚJB. Souhrn průběhu nehody v JE FukušimaDai-ichi. [online] [cit. 2015-11-11].
[http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/aktualne/souhrn_final_draft-2 .pdf](http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/aktualne/souhrn_final_draft-2.pdf).
60. SÚJB. *Výběr a hodnocení projektových a nadprojektových událostí a rizik pro jaderné elektrárny: bezpečnostní návod JB-1.7*. Praha, 2010 .
61. *The Fukushima Daiichi Accident: REPORT BY THE DIRECTOR GENERAL*. Vienna: IAEA in Austria, 2015. ISBN 978-92-0-107015-9.

62. *The National Diet of Japan: The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission*. Japan, 2012.
63. TŮMOVÁ, Tereza. *Marketingová situační analýza zvolené maloobchodní jednotky*. České Budějovice, 2015. Bakalářská práce. Vysoká škola technická a ekonomická. Vedoucí práce Ing. Lukáš Kučera.
64. TVRDÝ, Jiří. *Analýza jaderné havárie ve Fukušimě*. Plzeň, 2013. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Ing. Romana Řáhová.
65. VESELÝ, Milan. *Použití metody FMEA pro prevenci chyb v průmyslovém podniku*. Brno, 2012. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Luboš Kotek Ph.D.
66. VITURKA, M. Nový přístup k hodnocení disparit v regionálním rozvoji. In: Klímová, V. (ed.) XIII. *Mezinárodní kolokvium o regionálních vědách. Sborník příspěvků*. Brno: Masarykova univerzita, 2010.
67. Vnitřní dokumentace postup ČEZ_PP_0295r00 *Stanovení bezpečnostních požadavků*.
68. Vnitřní dokumentace postup ČEZ_PP_0296r00 *Ověření plnění bezpečnostních požadavků*.
69. Vnitřní dokumentace pravidla ČEZ_PA_0004r03 *Bezpečnost a ochrana*.
70. Vnitřní dokumentace pravidla ČEZ_PA_23.01r00 *Pracovní řád ČEZ a.s.*
71. Vnitřní dokumentace směrnice ČEZ_SM_0104r02 *Požární ochrana*.
72. Vnitřní dokumentace směrnice ČEZ_SM_0117r02 *Řízení bezpečnosti ČEZ a.s.*
73. Vyhláška MV ČR č. 246/2001 Sb., *o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru*.
74. Vyhláška MV ČR č. 247/2001 Sb., *o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany*.
75. Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, *o Zabezpečení jakosti při činnostech souvisejících s využitím jaderné energie a činnostech vedoucích k ozáření a o stanovení kritérií pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd č. 241/1997 Sb.*

76. WAGNER, Vladimír (Vědecký pracovník Ústavu jaderné fyziky AVČR): *Japonsko: přírodní katastrofa zasáhla čtyři jaderné elektrárny*. [online]. Řež u Prahy, 2009 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/fukusima/japonsko_Osel.htm.
77. WAGNER, Vladimír (Vědecký pracovník Ústavu jaderné fyziky AVČR): *Konec roku ve Fukušimě*. [online]. Řež u Prahy, 2011 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/fukusima/Fukusima_2011_last.htm.
78. WAGNER, Vladimír (Vědecký pracovník Ústavu jaderné fyziky AVČR): *Situace ve Fukušimě na začátku podzimu, rok a půl po havárii*. [online]. Řež u Prahy, 2012 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/fukusima/Fukusima_srpen_2012.htm.
79. WAGNER, Vladimír (Vědecký pracovník Ústavu jaderné fyziky AVČR): *Jaderná energetika v roce 2011* [online]. Řež u Prahy, 2012 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/transmutace/Jaderna_energetika_2011.htm.
80. WAGNER, Vladimír (Vědecký pracovník Ústavu jaderné fyziky AVČR): *Situace ve Fukušimě po dvou letech*. [online]. Řež u Prahy, 2013 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/fukusima/Fukusima_unor_2013.htm.
81. World Health Organization: *Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami*. [online]. 2013 [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78373/1/WHO_HSE_PHE_2013_1_eng.pdf.
82. World nuclear news: *Radiation declines at Fukushima* [online]. 2013 [cit. 2016-01-12]. Dostupné z: http://www.world-nuclear-news.org/rs_radiation_declines_at_fukushima_0603131.html.
83. Zákon č. 133/1985 Sb. *o požární ochraně*, ve znění pozdějších předpisů, Sbíрка zákonů Československé socialistické republiky, roč. 1985.

84. Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využití jaderné energie a ionizujícího záření, Sbírka zákonů České republiky, roč. 1997.
85. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a změně některých zákonů, Sbírka zákonů České republiky, roč. 2000.
86. Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení, ve znění pozdějších předpisů, Sbírka zákonů České republiky, roč. 2000.
87. Zákon č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů, Sbírka zákonů České republiky, roč. 2000.
88. *Zpráva o společenské odpovědnosti skupiny ČEZ 2012/2013: Požární ochrana* [online]. ČEZ a.s.: ČEZ a.s., 2014 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/micrositesutf/odpovednost2013/cs/bezpecnost/pozarni-ochrana.html>.
89. ŽÍTEK, V., KLÍMOVÁ, V. Rozdíly v ekonomické vyspělosti regionů NUTS 2 v Evropské unii. In: Klímová, V. (ed.): *XIII. mezinárodní kolokvium o regionálních vědách. Sborník příspěvků*. Brno: Masarykova univerzita, 2010.

7 Seznam tabulek

1. Tabulka 1 INES
2. Tabulka 2 Seznam techniky HZSp ETE
3. Tabulka 3 Závažnost chyby
4. Tabulka 4 Výskyt chyby
5. Tabulka 5 Odhalení chyby
6. Tabulka 6 Obecný model SWOT analýza
7. Tabulka 7 Definice a strategie s využití SWOT analýzy
8. Tabulka 8 FMEA výzkum
9. Tabulka 9 FMEA výzkum
10. Tabulka 10 FMEA výzkum
11. Tabulka 11 FMEA výzkum
12. Tabulka 12 FMEA výzkum
13. Tabulka 13 FMEA výzkum
14. Tabulka 14 FMEA výzkum
15. Tabulka 15 FMEA výzkum
16. Tabulka 16 FMEA výzkum
17. Tabulka 17 FMEA výzkum
18. Tabulka 18 FMEA výzkum
19. Tabulka 19 FMEA výzkum
20. Tabulka 20 FMEA výzkum
21. Tabulka 21 FMEA výzkum
22. Tabulka 22 FMEA výzkum
23. Tabulka 23 FMEA výzkum
24. Tabulka 24 FMEA výzkum
25. Tabulka 25 FMEA výzkum
26. Tabulka 26 FMEA výzkum
27. Tabulka 27 FMEA výzkum
28. Tabulka 28 FMEA výzkum
29. Tabulka 29 FMEA výzkum

30. Tabulka 30 FMEA výzkum
31. Tabulka 31 Vyhodnocení zátěžových testů: Rekognoskace poškození lokality, Alternativního doplňování vody PG. a I.O pomocí pož. Čerpadel
32. Tabulka 32 Vyhodnocení zátěžových testů: Alternativní plnění BSVP
33. Tabulka 33 Vyhodnocení zátěžových testů: mob. DG alternativní napájení vybraných spotřebičů, dobíjení aku baterií a doplňování nafty do DG
34. Tabulka 34 Vyhodnocení zátěžových testů: doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG
35. Tabulka 35 Vyhodnocení zátěžových testů: doplňování nafty do DG, rozvoz PHM při poruše AC, dálková doprava vody na střechu HVB I. a II.
36. Tabulka 36 Vyhodnocení zátěžových testů: dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstříkem a na reaktorový sál HVB I. a II.
37. Tabulka 37 Vyhodnocení zátěžových testů: dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. a II.

8 Přílohy

1. Příloha A Rekognoskace po těžkém poškození lokality
2. Příloha B Alternativní doplňování vody do PG pomocí požárních čerpadel
3. Příloha C Alternativní doplňování vody do I.O. pomocí požárních čerpadel
4. Příloha D Alternativní doplňování vody re, BSVP pomocí požárních čerpadel
5. Příloha E Alternativní doplňování vody re, BSVP pomocí požárních čerpadel
6. Příloha F Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mob. DG
7. Příloha G Dobíjení aku baterií pomocí mob. DG
8. Příloha H Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG
9. Příloha CH Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobý provoz DG
10. Příloha I Čerpání, výdej a rozvoz PHM při poruše AC PHM
11. Příloha J Dálková doprava vody z chladících věží do bazénu s rozstříkem
12. Příloha K Dálková doprava vody z chladících věží na střechu HVB I. nebo HVB II:
13. Příloha L Dálková doprava vody na reaktorový sál HVB I. nebo HVB II.

Uvedené přílohy se nacházejí v elektronické podobě na přiloženém CD disku.