



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Sciences

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

**Post-fukušimská opatření z pohledu HZS podniku JE**

**Temelín**

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Studijní program:

**OCHRANA OBYVATELSTVA**

**Autor:** Jiří Mlsek

**Vedoucí práce:** Mgr. Martin Novotný

České Budějovice 2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem *Post-fukušimská opatření z pohledu HZS podniku JE Temelín* jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích 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 bakalářské práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 3. května 2022

.....

*podpis*

### **Poděkování**

Děkuji svému vedoucímu práce p. Mgr. Martinu Novotnému veliteli útvaru požární ochrany JE Temelín za odborné vedení bakalářské práce, za pomoc a cenné rady. Díky také patří vedení a kolegům Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín, kteří mi umožnili provést výzkum.

# Post-fukušimská opatření z pohledu HZS podniku JE Temelín

## **Abstrakt**

Cílem práce bylo na základě studia odborné literatury, elektronických zdrojů, interních dokumentů, výukových materiálů Jaderné elektrárny Temelín, zákonů a vyhlášek zjistit, jaké dopady mají nová opatření na zvládnutí těžké havárie z pohledu Hasičského záchranného sboru podniku Jaderné elektrárny Temelín a jejich znalostí.

Teoretická část bakalářské práce pojednává o havárii a charakteru Jaderné elektrárny ve Fukušimě. Následně popisuje samotnou elektrárnu Temelín a její historii od jejího počátku až do současné doby. Dále se věnuje principu výroby elektřiny nebo připravenosti na zvládnutí těžké havárie, proto je v práci zmíněna havarijní připravenost elektrárny a postupy, které mají zmírnit následky na obyvatelstvo. Dalším potřebným článkem v práci je hasičský záchranný sbor, který je zde popsán více do hloubky, ať už od personálního rozdělení až po techniku, kterou sbor disponuje.

V praktické části byly pro potřeby výzkumu zaslány dotazníky členům Hasičského záchranného sboru podniku Jaderné elektrárny Temelín. Na základě analýzy anonymních odpovědí ze zasláního dotazníku vyplývá, že zaměstnanci Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín mají dostatečné množství vybavení a znalostí, díky kterým je možné zvládnout, popřípadě zmírnit následky těžké havárie, kterou byla událost ve Fukušimě.

## **Klíčová slova**

Jaderná elektrárna Temelín; hasičský záchranný sbor podniku; těžká havárie

# **Post-fukushima precautions from the perspective of the fire department of Temelin Nuclear power plant**

## **Abstract**

The aim of the thesis is to find out what impact the new measures have on the management of a severe accident from the point of view of the Temelín Nuclear Power Plant Fire and Rescue Service and their knowledge. All findings are based on the study of literature, electronic sources, internal documents, training materials of Temelín Nuclear Power Plant, laws and decrees.

The theoretical part of this bachelor thesis describes the accident and the nature of the nuclear power plant. In the thesis you can find a description of the Temelín nuclear power plant itself, its history from its beginning to the present. Furthermore, I have described the principle of electricity production or preparedness for handling a severe accident. For this reason, the thesis mentions the emergency preparedness of the power plant and the procedures to reduce the consequences on the population

The Fire brigade is an important aspect of this thesis. It is described in more detail here, from the distribution of personnel to the technology available to the Fire Department.

For the purposes of the research, in the practical part of the bachelor thesis, a questionnaire was sent to the members of the fire brigade of the Temelín Nuclear Power Plant.

Based on the analysis of the anonymous responses from the questionnaire, it appears that the employees of the Temelín NPP fire department have a sufficient amount of knowledge to be able to handle or reduce the consequences of a severe accident such as the Fukushima event.

## **Keywords**

Temelín Nuclear Power Plant; firefighters; serious accident

## Obsah

Úvod.....	8
1 Jaderná elektrárna Fukušima .....	10
1.1 Lokalita .....	10
1.2 Charakteristika .....	10
1.3 Průběh havárie.....	10
2 Jaderná elektrárna Temelín.....	16
2.1 Lokalita .....	16
2.2 Historie.....	16
2.3 Princip výroby .....	17
2.4 Popis stavebních objektů.....	18
3 Havarijní připravenost .....	21
4 Hasičský záchranný sbor podniku Temelín .....	23
5 Těžké havárie .....	25
6 Zátěžové testy .....	26
7 Postfukušimská opatření u Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín	31
7.1 Rekognoskace po těžkém poškození lokality .....	33
7.2 Návík 1 – Rekognoskace po těžkém poškození lokality .....	33
7.3 Návík 2– Alternativní doplňování vody do PG pomocí požárních čerpadel .	34
7.4 Návík 4 - Alternativní doplňování vody do reaktoru, BSVP a sprch pomocí požárních čerpadel (pomocí T kusů, armatur) .....	35
7.5 Návík 6 – Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mobilního DG .....	37
7.6 Návík 8 – Doplňování nafty cisternou pro dlouhodobá chod DG.....	38
8 Hlavní cíl práce.....	39
8.1 Hypotéza .....	40
9 Operacionalizace.....	41

10 Metodika práce .....	42
10.1 Popis dotazníku .....	42
10.2 Popis výzkumného vzorku .....	43
10.3 Sběr dat.....	44
11 Výsledky .....	45
12 Diskuze .....	56
13 Závěr .....	58
14 Seznam literatury .....	59
15 Zkratky .....	63
16 Seznam tabulek a grafů.....	65
16.1 Tabulky .....	65
16.2 Grafy .....	65

## Úvod

Téma bakalářské práce „Postfukušimská opatření z pohledu HZSp JE Temelín“ jsem si vybral na základě mého pracovního působení u tohoto sboru. Cílem bakalářské práce je zmapovat přínosy postfukušimských opatření v dopadu na Jadernou elektrárnu (dále jen JE) Temelín v připravenosti zvládnutí těžké havárie z pohledu Hasičského záchranného sboru podniku (dále jen HZSp) JE Temelín.

Jadernou energii máme v povědomí více než 40 let. Poprvé nám své negativní schopnosti ukázala v roce 1986, kdy došlo k havárii v Jaderné elektrárně Černobyl.

Tato havárie vznikla z důvodů na sebe navazujících chyb, které vedly k výbuchu a následnému požáru. Nešťastná událost se stala na čtvrtém výrobním bloku. Na čtvrtém výrobním bloku byl prováděn test, který se nevykonal před spuštěním elektrárny. Tento test měl za úkol pomocí setrvačnosti na turbíně vyrábět energii, která nastartuje nouzové generátory. Test nebyl proveden správně kvůli selhání lidského faktoru a možnosti vypnutí ochranných opatření, které by samovolně odstavily reaktor. Z těchto důvodů došlo k prozatím největší jaderné havárii. Při havárii došlo k ozáření několika milionů lidí. Po havárii došlo k mnoha zkoumáním, které přinesly výstupy, jak zabránit podobné havárii. Došlo také na úpravu systémů, aby se zvýšila bezpečnost jaderných elektráren. Poslední významnou havárií, která ovlivnila významně povědomí lidstva a politické sféry je havárie v Jaderné elektrárně Fukušima I. K události došlo 11. března v roce 2011 (*Nuclear disasters*), (*Tvrďý 2013*).

V Japonsku došlo k silnému zemětřesení, které způsobilo ztrátu napájení z elektrické sítě. Z tohoto důvodu přešla elektrárna na záložní zdroje elektřiny. Po zemětřesení následovala vlna tsunami, která dosahovala místy až 39 metrů. Díky této vlně došlo ke ztrátě záložního zdroje napájení a elektrárna se ocitla bez proudu. V reaktoru došlo k tavení paliva a následnému výbuchu. U této havárie došlo k selhání lidského faktoru na úrovni managementu a nezájmu kontrolních orgánů. Jednalo se například o nerespektování doporučení organizace World Association of Nuclear Operators (WANO) na hladinu vody, která se zde v minulosti objevila. Dále se přišlo na to, že vedení nemělo ucelený postup řešení havárie. Došlo k nedostatečnému informování obyvatelstva.

Po havárii docházelo k odborným debatám v oblasti jaderné bezpečnosti. Z těchto debat vyšly doporučení pro ostatní jaderné elektrárny (*Nuclear disasters*).



V České republice se provozují dvě jaderné elektrárny. Jedná se o Jadernou elektrárnu Temelín a Jadernou elektrárnu Dukovany, které po této havárii přijaly mnoho opatření, které zvyšují bezpečnost, budou v této práci vysvětleny.

# 1 Jaderná elektrárna Fukušima

## 1.1 Lokalita

Japonsko je souostrovní stát s rozlohou 377 873 km<sup>2</sup> v Tichém oceánu. Japonsko se nachází na hranici čtyř tektonických desek, proto dochází k častým otřesům kvůli vyvolání zemětřesení. Během století se mnohokrát objevují silná zemětřesení s vlnou tsunami, jako tomu bylo v roce 2011. Jaderná elektrárna je situovaná na pobřeží největšího japonského ostrova Honšú, který má rozlohu 227 960 km<sup>2</sup> (*Kučka 1987*).

## 1.2 Charakteristika

Jaderná elektrárna je vybavena 6 výrobními bloky typu BWR (Boiling Water Reactor). Palivem je mírně obohacený uran. Chladičem a moderátorem je demineralizovaná voda (dále jako DV), která se ohřívá na teplotu vari při 7 MPa v tlakové nádobě v horní části je nahromaděná pára. Výstupní teplota je 286 °C. Z páry se odstraní vlhkost a putuje rovnou na turbínu. Jedná se o jednookruhový reaktor (*Wagner 2011*).

## 1.3 Průběh havárie

Dne 11. března roku 2011 došlo v severovýchodním Japonsku k největšímu zemětřesení Tóhoku v historii. Proběhl hlavní otřes, který měl hodnotu 9 na Richterově stupnici a poté přišlo několik menších otřesů, ze kterých největší otřes měl hodnotu 7,9 na Richterově stupnici. Zemětřesení trvalo přibližně 6 minut. Zemětřesení porušilo infrastrukturu, ale nevyžádalo si velké ztráty na životech (*Fukushima Accident – UK*), (*SOER 2013*), (*Wagner 2015*).

Důsledkem zemětřesení vznikla v Tichém oceánu masivní vlna tsunami, která místy dosahovala bezmála 39 metrů. Tato vlna měla ničivé účinky na severovýchodním pobřeží Japonska (*Wagner 2015*), (*Wagner 2011*).

Kvůli častým zemětřesením v Japonsku a následkům, které zemětřesení doprovází, jako jsou vlny tsunami, se u pobřežních měst Japonska vybudoval systém vlnolamů, které mají města chránit. Systém je navržený tak, aby zastavil vlnu tsunami. Z tohoto důvodu má Japonsko také vytvořené úkryty na vyvýšených místech, které byly určeny

jako bezpečná teritoria pro obyvatele. Bohužel mnoho z těchto míst se poté projevila jako nedostačující a řada obyvatel zahynula v oblastech, která byla určena za bezpečná (Wagner 2015).

V té době byly ve Fukušimě I v provozu 3 reaktory (1.,2. a 3. blok), které pracovaly na plný výkon. Zbylé 3 reaktory (4.,5. a 6. blok) byly v plánované odstávce. Prvním úkolem při zemětřesení je zajistit zastavení štěpné reakce pomocí regulačních a havarijních tyčí, které se zasunou do reaktoru. Toto opatření proběhlo automaticky řídicími systémy, jako reakce na přírodní živly. Dle očekávání proběhlo odstavení reaktoru do jedné minuty. Dalším důležitým krokem je zajistit dostatečné chlazení reaktoru. Kvůli zemětřesení byla odpojena elektrárna od vnějších zdrojů elektřiny. Díky ochranným nařízením došlo k nastartování 12 diesel generátorů (dále jen DG), které dodávaly potřebné množství energie (Wagner 2015).

Toto opatření fungovalo pouze do doby, než přišla vlna tsunami o výšce 14 metrů. Před touto vlnou neměla elektrárna žádnou šanci se ubránit, protože vlnolamy byly projektovány na výšku vlny 6 metrů. Následkem toho došlo k zatopení dieselagregátů a elektrárna se ocitá bez všech zdrojů elektrické energie. Jedinou výjimkou byl vzduchem chlazený venkovní diesel generátor u šestého bloku. Byl využit pro potřeby 5. a 6. výrobního bloku. Blok 1.,2. a 4. byly odpojeny od všech zdrojů energie. U 3. bloku zůstaly v provozu záložní baterie, které vydržely do rána 13. března. Po dobu jejich funkčnosti bylo zajištěno nouzové napájení v řídicí místnosti pro 3. a 4. blok. Dále 5. blok přišel o všechny zdroje proudu. Poté vlna tsunami poničila těžkou techniku, automobily, nádrže s naftou, cesty a také silně zdevastovala budovy včetně hermeticky uzavřených prostorů 3. a 4. bloku. Později, když voda ustoupila, došlo ke zjištění, že se v areálu nachází velké množství trosk a trhlin (SÚJB SOUHRN), (Wagner 2015).

Díky výpadku elektřiny nefungovaly monitorovací systémy a spojení v elektrárně i s okolím byla těžká. Zaměstnanci museli situaci řešit bez manuálů. Dopravit zařízení, které byly potřeba k nouzovému chlazení elektrárny, bylo velmi obtížné. Jednalo se o hasičské cisterny a náhradní zdroje elektřiny zvenčí. Tím pádem nebylo možné je účinně a pohotově použít k záchranným pracím. Mimo elektrárnu se nacházely diesel generátory, které by bylo možné použít a však pro přepravu helikoptéry měly velkou

hmotnost a silnice v tu dobu nebylo možné využít. V elektrárně se začalo s pokládáním kabelů, které byly potřeba k obnově elektrické energie. Práce byly obtížné a zdlouhavé kvůli jejich hmotnosti a také nemožnosti použití těžké techniky (Wagner 2015).

Jak už bylo zmíněno výše u 3. bloku fungovaly některé záložní baterie. Díky tomu bylo možné kontrolovat hodnoty tlaku a hladinu vody v reaktoru. Operátorům se podařilo v 16. hod obnovit systém chlazení a doplňování vody, aby nedošlo k obnažení paliva. Operátoři na 1. bloku potřebovali zajistit zdroj energie. Byla zde jediná možnost, jak k tomu dosáhnout. Existovala varianta využít baterie z autobusů, které nebyly zaplaveny vodou. Tato akce se podařila, ale jen na chvíli. Podařilo se odečíst hodnoty hladiny vody v reaktoru. Ovšem na 1. bloku byla situace vážná, jelikož zde nefungovalo chlazení jako u 3. bloku. Před vlnou tsunami fungovalo jednodušší chlazení, ale to operátoři vypnuli z důvodu rychlého ochlazení reaktoru. Tento způsob měl jen malé množství vody. Po odečtení hodnot došli k závěru, že voda klesla, jak se domnívali. Byla zde možnost použít k doplnění vody hasičské cisterny, ale ty nedokázaly vytvořit takový tlak, jako byl v reaktoru. Cisterny se plánovaly na hašení požáru, ale ne pro doplňování vody do reaktorové nádoby. Z této příčiny bylo nutné upustit tlak v reaktoru. Bylo rozhodnuto o vypuštění radioaktivní páry do ovzduší. Avšak tento proces byl komplikovaný z příčiny neexistence návodu pro otevření ventilů bez elektrické energie. Otevření ventilů by muselo proběhnout ručně. Před jejich otevřením bylo nutné zajistit evakuování obyvatelstva a také potřebná povolení od nejvýše postavených orgánů (Wagner 2015).

Kolem 18:00 hod. pracovníci, kteří nebyli vybaveni potřebnými ochrannými prvky, se vydali na 1. blok, aby zjistili situaci havarijního chlazení. Po vstupu do budovy reaktoru hodnoty naměřené dozimetrem, kterým byli zaměstnanci vybaveni, vzrostly na neměřitelnou hodnotu. V tu chvíli se zaměstnanci ihned vrátili do velínů. Chvíli po 21:00 hod. vzrostla radiace na 1. bloku tak, že byl vydán zákaz vstupu do celé budovy. Ve 23:00 hod. byly dopraveny mobilní generátory. Díky tomu se podařilo zajistit odečítání tlaku z kontejnmentu (dále jako KTMT). Hodnoty přesahovaly povolenou hranici. V 00:49 hod. dalšího dne se rozhodlo o vypuštění tlaku z reaktoru.

Ve 02:00 hod. došlo ke zjištění, že tlak samovolně poklesl přes úniky suché části KTMT. Tato skutečnost přinesla dvě zprávy. Tlak byl příznivý k tomu, aby se mohlo začít s doplňováním vody do kontejnmentu, ale došlo také k úniku radioaktivity do budovy reaktoru. Radiace zasáhla místnost řídicího centra, která je součástí budovy reaktoru. Operátoři byli nuceni použít ochranné masky a obleky. Ve 4 hod. ráno se hasičům podařilo propojit hadice do strojovny, kde bylo možné tlačit vodu do aktivní zóny reaktoru. V 5:46 hod. se podařilo doplňovat vodu do reaktoru. Stalo se tak přibližně po 15 hodinách od zemětřesení. Voda se nedostávala v potřebném množství na potřebná místa (*Wagner 2015*).

Kolem 9 hod. ráno následujícího dne vedení elektrárny rozhodlo o otevření ventilů, protože byla dokončena evakuace obyvatelstva v nejbližším dosahu elektrárny. První z týmů dobrovolníků, kteří byli informováni o možnostech ozáření, se vydal pokusit otevřít ventil. Tomuto týmu se to podařilo, avšak byl vystaven silnému ozáření o hodnotě dávkového příkonu 25mSv. Druhému týmu se nepodařilo otevřít potřebný ventil z důvodu vysoké radiace. Bylo potřeba zajistit otevření jiného ventilu na dálku pomocí ovládání z velínu a mobilního kompresoru. Tato akce se asi podařila ve 14:30 hod. Díky tomu, bylo možné zajistit vyšší množství pumpované vody do aktivní zóny (*Wagner 2015*), (*Fukushima Accident – UK*).

V tu dobu začala DV postupně docházet, z tohoto důvodu došlo k vytvoření hadicového vedení, k zajištění čerpání mořské vody do aktivní zóny. V 15:30 hod. bylo vedení skoro hotové, ale došlo k výbuchu vodíku na 1. bloku. Došlo ke zničení horní části budovy a rozmetání trosk do okolí, kde došlo k přerušení prací i u 2. bloku. Došlo tím k poškození požárních hadic. Kvůli tomu se mořská voda dostala do 1. bloku až 12. března v 19:04 hod. V tuto dobu už se v reaktoru nenacházela technická voda, ale nedošlo ke zvýšení tlaku v kontejnmentu, tudíž nedošlo výbuchem k narušení kontejnmentu. Na 3. bloku vydrželo chlazení, které se obejde bez elektrického napájení až do 13. března. Ve 2:42 hod. operátoři vypnuli tento systém, aby bylo možné dodávat vodu z venku pomocí požárních stříkaček. Tento krok nevyšel a ani se nepodařilo zapnout chlazení, které do té doby fungovalo. Došlo tím ke ztrátě havarijního chlazení reaktoru číslo 3. Z toho důvodu došlo k nárůstu teploty a tlaku v kontejnmentu. Bylo zapotřebí zajistit otevření havarijních ventilů (*Wagner 2015*), (*Fukushima Accident-UK*).

13. března v 9:10 hod. začalo docházet k obnažení paliva. Podle odhadů v 10:40 hod. došlo k narušení aktivní zóny. Až po této době došlo ke snížení tlaku pomocí havarijního vypouštění. Po této akci se zajistilo chlazení aktivní zóny užitkovou vodou. Ve 13:12 hod. se začalo s pumpováním mořské vody pro nedostatek užitkové vody. Při vypouštění páry do ovzduší došlo k přenosu vodíku do 4. bloku propojenou technologií. Dne 14. března v 11:01 hod. došlo k vodíkovému výbuchu v budově reaktoru č. 3 při upouštění páry. Tím došlo ke zničení několika generátorů a hadicového vedení. Výbuch ovlivnil práce na druhém bloku. Po tomto výbuchu došlo k nárstu radiace. Vláda upravila možné obdržené dávky u zasahujících ze 100 na 250mSv. Bylo to jediné možné řešení, jak udržet odborníky v místě zásahu. Většina zaměstnanců, kteří nebyli potřeba k záchranným pracím byli evakuováni a na místo zásahu se dostavili další odborníci (Wagner 2015).

Na druhém bloku vydrželo chlazení využívající turbínu do 14. března 13:25 hod. I zde byla potřeba zajistit havarijní vypouštění páry a zajištění doplňování vody do aktivní zóny. Tyto činnosti byly přerušeny výbuchem na 3. bloku. Došlo zde k přerušení hadicového vedení a neumožnění upuštění páry. V 17:00 hod. začalo obnažení aktivní zóny reaktoru číslo 2 a v 19:20 hod. tavení paliva. V 19:00 hod. došlo k upuštění páry, tím pádem ke snížení tlaku. Mořská voda se podařila dopravit na místo určení v 19:54 hod. Pumpování vody zde bylo pozastaveno z příčiny přeměny na páru a zvyšování tlaku (Wagner 2015), (Fukushima Accident- UK).

Následující ráno 15.3.2011 se podařilo najít řešení upuštění páry. V 6:00 hod. došlo k výbuchu komory potlačení, tím pádem došlo ke snížení tlaku. Přineslo to však masivní únik radioaktivity do okolí. Na druhém bloku nedošlo k vodíkovému výbuchu z důvodu poškození budovy po výbuchu 1. bloku. V podobnou dobu došlo k vodíkovému výbuchu na odstaveném bloku č. 4. Vodík se dostal společným ventilačním systémem se 3. blokem. Na tomto bloku bylo riziko poškození bazénu s vyhořelým palivem, kterého se zaměstnanci báli. Nakonec se ukázalo, že se jednalo jen o vodíkový výbuch (Wagner 2015).

17. března proběhly první pokusy dostávat vodu pomocí helikoptér do otevřených budov po výbuchu, to se ale moc neosvědčilo. Ale každým dnem se dařilo zajišťovat silnější hasičské stříkačky, které doplňovaly vodu do bazénů 3. a 4. bloku, kde se nacházelo nejvíce čerstvého paliva. 22. března se na místo dostavila speciální pumpa, která dokázala dopravovat vodu na vzdálenost 50 metru pomocí ramene. Tímto způsobem bylo možné doplňovat 120 m<sup>3</sup> mořské vody na určité místo za hodinu (Wagner 2015).

Po opravení elektrického vedení k elektrárně 20. března se podařilo rozmístit kabely a obnovit elektrické vedení k transformátorům u bloků. Jako první byly na řadě blok číslo 5 a 6. Tady se zabezpečilo chlazení reaktoru a bazénu s vyhořelým palivem. 22. března došlo k opravení elektrického vedení u všech bloků. 23. března došlo k zprovoznění blokové dozorny 3. bloku. Došlo ke zjištění, že mnoho systému je zničených a bude potřeba jejich oprava, aby bylo zajištěno chlazení. 26. března se začalo znovu chladit technickou vodou. Začátkem května docházelo ke zvyšování dodávání vody do kontejnmentu na 10 tun za hodinu. Zajistilo se i dodávání dusíku do bloků, aby nemohlo dojít k výbuchu. 5. května vstoupili první 2 zaměstnanci do bloku s dýchacím přístrojem. Během dubna až června se začalo přecházet ke chlazení pomocí systémů a ne stříkaček. V prosinci 2013 došlo k rozhodnutí o trvalém ukončení provozu nezničených bloků 5 a 6 (Wagner 2015), (Wagner 2011).

## 2 Jaderná elektrárna Temelín

### 2.1 Lokalita

Jaderná elektrárna je postavena 25 kilometrů severně od krajského města České Budějovice 510 m n. m. 5 km od elektrárny se nachází město Týn nad Vltavou, které má 7879 obyvatel. Hlavní zásobárnou vody je 5 km od elektrárny vodní nádrž (dále jako VN) Hněvkovice, která je vytvořená na řece Vltavě. Je součástí Vltavské kaskády. Temelín se nachází na Jihočeské pánvi. Spodní vody jsou do 10-12 m pod terénem (ČEZ 2020), (Brno 2018), (ČEZ 2011).

### 2.2 Historie

Jaderná elektrárna zahájila svůj provoz na prvním bloku v roce 2002. V roce 2003 došlo k přiřazování druhého výrobního bloku. Před samostatným spuštěním bylo nutné provést bezpečnostní testy nařízené Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a také organizací MAAE, která byla přítomna při testech (ETE 2020).

#### Historie Jaderné elektrárny Temelín

- 1980 - podepsání smlouvy o výstavbě s plánovaným výkonem 4 x 1000 MW,
- 1981 - zahájení projektových prací,
- 1987 únor – zahájení výstavby,
- 1990 březen – rozhodnutí o výstavbě 2 výrobních bloků, pozastaveny práce na 3. a 4. bloku rozhodnutím vlády,
- 1993 10. březen – schválená výstavba elektrárny o výkonu 2 x 1000 MW,
- 1997 květen – první dodávka jaderného paliva,
- 1999 květen – vláda potvrdila dokončení a spuštění dvou bloků,
- 2000 říjen – spuštění štěpné reakce na 1. bloku  
prosinec – hlavní výrobní blok I připojen k síti,
- 2002 květen – spuštění štěpné reakce na 2. bloku,  
červen – zahájení zkušebního provozu 1. bloku,  
prosinec – 2. blok byl připojen k síti,



- 2003 duben – zkušební provoz 2. bloku,  
květen – oba bloky na výkonu 100 %,
- 2004 říjen – přechod do plného režimu,
- 2006 listopad – zkolaudováno,
- 2007 – přestavba VT části turbíny 1000 MW 1. bloku,
- 2009 – stavba skladu vyhořelého jaderného paliva,  
srpen - zahájení veřejné zakázky na dostavbu,
- 2010 srpen – zavezení reaktoru ruským palivem TVEL,  
září – zkušební provoz skladu vyhořelého jaderného paliva,
- 2013 srpen – 2. blok dosáhl výkonu 1056 MWe využitím projektových rezerv,  
září – 1. blok dosáhl výkonu 1056 MWe využitím projektových rezerv,
- 2014 duben – zrušení zadávacího řízení na dostavbu,  
září – 1. blok má výkon 1078 MWe díky modernizaci turbíny,
- 2015 září – 2. blok má výkon 1078 MWe díky modernizaci turbíny – navýšeno o 10 % z původních 1056 MWe.
- 2018 březen – zvýšení výkonu prvního bloku na 1082 MWe,  
září – zvýšení výkonu prvního bloku na 1082 MWe.
- 2020 září – státní úřad pro jadernou bezpečnost vydává povolení k dalšímu provozování prvního bloku,
- 2021 květen – zvýšení výkonu 1. bloku kvůli výměně separátorů na 1086 MWe  
(*ETE 2020*), (*Cubic*).

### 2.3 Princip výroby

K tomu, aby se mohly jaderné elektrárny používat k výrobě elektřiny je zapotřebí energie páry, která vzniká na základě štěpné reakce, při níž dochází k uvolnění tepla. Následně se přemění na páru, která je přivedena parním potrubím k turbíně. Turbína pohání elektrický generátor, který vyrábí elektřinu.

Hlavní složkou paliva v reaktoru je izotop uranu <sup>235</sup>U. Tento izotop je používán kvůli poměrně snadnému štěpení (*Brno 2018*), (*ČEZ 2020*).

## 2.4 Popis stavebních objektů

Jaderná elektrárna se skládá z mnoha objektů, které lze rozdělit do několika skupin. Jedná se o objekty určené pro hlavní výrobní blok a infrastrukturu.

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

Jedná se o havarijní zdroj elektrické energie pro napájení důležitých systémů výrobního bloku z pohledu jaderné bezpečnosti. Jejich kapacita je 200% rezerva. Jejich úkolem je zabezpečit odstavení a následné dochlazení v době výpadku elektrické energie z běžného zdroje (*ČEZ 2020*).

- **SO 442/04,05 SBO – Diesel generátory**

Zařízení v objektu slouží k náhradnímu zdroji elektrické energie pro napájení bezpečnostních systémů bloků v případě ztráty napájení (*CEZ 2020*).

- **SO 444/02 – Společná diesel generátorová stanice**

Zařízení slouží jako autonomní, rezervní zdroj napájení důležitých spotřebičů. Každý systém pracuje pro danou skupinu spotřebičů. Systém funguje do 10 vteřin od povelu (*ČEZ 2020*).

- **SO 445/01,02,03 – Naftová hospodářství pro diesel generátorové stanice**

V objektech se nachází nádrže s naftou a olejem potřebné pro provoz diesel generátorů (*ČEZ 2020*).

- **SO 490/01,02 – Strojovna**

Je část hlavního výrobního bloku, ve které se nachází zařízení, podílející se na přeměně tepelné energie na elektrickou (*DZP 490*), (*ČEZ 2020*).

- **SO 500/01,02 – Rozvodna**

Ve stavebním objektu jsou umístěny vnitřní rozvody 6 kV, akumulátorové baterie, jako zdroj zajištěného napětí a další systémy a zařízení nezbytně nutné k zajištění elektrického napájení v různých režimech provozu bloku. Dále se zde nachází dozorný a strojovny klimatizace (*DZP 500*), (*Křížek 2016*).

- **SO 590/01 – Demineralizace**

Slouží k výrobě demineralizované vody určené k plnění a doplňování ztrát ve vnitřních okruzích a k výrobě změkčené vody pro okruh topné vody a pro okruh chlazené vody (*DZP 590/01*).

- **SO 638/01 – Budova řídicího centra**

Nachází se zde sklady, místnosti policie, šatny, kanceláře, operační středisko fyzické ochrany, služební místnost bezpečnostní služby (*DZP 638/01*).

- **SO 656/01 – Požární stanice**

Nachází se zde prostory potřebné pro Hasičský záchranný sbor podniku. Dále se zde nachází technický archiv a pracoviště firem zajišťující elektrickou požární signalizaci a systémy operačního střediska (*DZP 656/01*).

- **SO 703/04 – Naftové a olejové hospodářství**

Slouží k stáčení, skladování, čištění, prohřívání a výdeji turbínového a motorového oleje pro HVB a DGS a k stáčení, skladování, prohřívání nafty (*DZP 703/01*).

- **SO 797/01 – Budova výcvikového střediska**

Nachází se zde kryt CO, simulátor blokové dozorny, učebny, kanceláře. Probíhá zde výuka personálu.

- **SO 800/01-06 – Budova reaktoru**

Lze rozdělit na kontejnment a obestavbu. V objektu se nachází zařízení primárního okruhu zajišťující přeměnu jaderné energie v tepelnou pomocí řízené štěpné reakce a jejich pomocné zařízení a polární jeřáb. V obestavbě se nachází bloková dozorna. Z té se řídí výrobní blok. Budova je rozdělena do kontrolovaného pásma, kde může být personál ohrožen ionizačním zářením. Ostatní prostory jsou mimo kontrolované pásmo. Na rozhraní jsou vždy hermetické dveře (*DZP 800*).

Dělení:

- SO 800/01 – HVB I do 13,20m,
- SO 800/02 – kontejnment,
- SO 800/03 – nad 13,20 kromě KTMT.

To samé rozdělení je pro HVB 800/04 – 06 (*ČEZ 2020*).

- **SO 801/01,02,03 – Budova aktivních pomocných provozů**

V budově jsou prostory pro čerstvé palivo, čištění radioaktivních médií, opravy zařízení z kontrolovaného pásma, hygienická smyčka pro vstup do kontrolovaného pásma, dekontaminace vyjímatelných částí z reaktoru, laboratoře dozorna radiační kontroly (*ČEZ 2020*), (*DZP 801*).

- **SO 945 – Sklad vyhořelého jaderného paliva**

Jedná se o budovu, která slouží k suchému uskladnění vyhořelého paliva. Budova má 2 hlavní haly na skladování. Palivo v nich je ukládáno ve speciálních hermetických kontejnerech Castor. Do kontejneru se ukládá 19 palivových souborů (*DZP 945*).

### 3 Havarijní připravenost

Jaderná elektrárna se řídí podle vnitřního a vnějšího havarijního plánu, který je pro ni zpracován.

#### Vnější havarijní plán se dělí na:

- a) *informační část*, obsahuje popis jaderného zařízení, popis obcí v okolí elektrárny s počtem obyvatelstva, popis organizace havarijní připravenosti v zóně havarijního plánování a jiné.
- b) *operační část* obsahuje například způsob koordinace řešení radiační havárie, způsoby zabezpečení informování při likvidaci a jiné.
- c) *plány konkrétních činností* - např. plán vyrozumění, varování obyvatelstva, evakuace, dekontaminace atd. (*Smetana, Kratochvílová 2010*).

#### Vnitřní havarijní plán

Jedná se o soubor plánovaných opatření pro likvidaci radiační nehody nebo havárie vedoucích k omezení jejich následků.

#### *Obsahuje:*

- úvodní část,
- výčet uvažovaných mimořádných událostí (dále jako MU),
- způsoby a systémy vyhlášení MU,
- způsoby omezení ozáření zaměstnanců a dalších osob,
- ověřování havarijní připravenosti,
- postupy zásahů,
- zdravotnické zajištění zaměstnanců,
- seznam orgánů státní správy a dalších dotčených orgánů (*Smetana, Kratochvílová 2010*).

**Zóna havarijního plánování** je rozdělena na vnitřní a vnější část.

1. *Vnitřní zóna* je poloměr kruhu o velikosti 5 km od středu kontejnmentu HVB I. V této zóně jsou uplatňovaná opatření bezodkladně a nezáleží na směru větru a monitorování situace.
2. *Vnější část* je poloměr od 5 do 13 km, kde je kružnice rozdělena do 16 sektorů (*Brehovská 2016*).

Celá oblast zasahuje 32 obcí s 27400 obyvateli. Největší obcí v území je Týn nad Vltavou, která se nachází ve vnitřní zóně vzdálené 5 km od JE. Protivín a Zliv se nachází ve vnější zóně. Je také potřeba myslet na obce, které leží mimo oblast. Jedná se o obce Hluboká nad Vltavou, Vodňany, Bechyně, Písek a České Budějovice. V zóně jsou za účelem radiační události zavedena ochranná opatření. Jsou rozděleny na 2 skupiny: neodkladná a následná (*Brehovská 2016*).

#### **Ochranná opatření:**

- **Neodkladné:** ukrytí, jodová profylaxe a evakuace.
- **Následné:** Dočasné nebo trvalé přesídlení, zákaz konzumace potenciálně kontaminovaných potravin, vody a krmiv. To jsou opatření následná. Zde se sleduje vnější ozáření z kontaminovaného terénu a vnitřní kontaminace z potravin, kde mohou být radionuklidy.

Ochranná opatření se provádějí, zda jsou odůvodněny a jejich přínos přesahuje možné náklady a škody vzniklé při opatřeních (*Brehovská 2016*), (*SÚJB 2008*).

Na JE Temelín se nachází 4 úkryty CO, které slouží pro ukrytí zaměstnanců v areálu. Jedná se o kryty pod administrativní budovou (dále jen AB) pro havarijní skupinu, pod školícím centrem, pod dílnami a provozní budovou. Dále se na Temelíně nacházejí shromaždiště. V zasedací místnosti vedle jídelny na AB, parkoviště u informačního centra a mezi šatnami (*ČEZ 2020*).

#### **4 Hasičský záchranný sbor podniku Temelín**

Je součástí integrovaného záchranného systému ČR. Z tohoto důvodu hasiči zasahují i mimo areál jaderné elektrárny. Jedná se o území velikosti 13 km. Mezi hlavní úkoly patří zajištění požární bezpečnosti v areálu (Novotný 2022).

Je rozdělen do čtyř směn, které slouží ve dvanáctihodinových směnách zajišťující nepřetržitou požární ochranu. Turnusové směny jsou 2x denní a 2x noční směna.

K denním zaměstnancům patří velitel stanice a požární technik, který je pro případ nepřítomnosti velitele stanice, jeho zástupcem. Jedna směna má ve stavu 20 hasičů.

Funkce ve stavech směny jsou rozděleny:

- 1x velitel směny,
- 3x velitel družstva,
- 2x operační důstojník,
- 1x technik spojové služby,
- 1x technik požární ochrany,
- 3x technik chemické služby
- 9x strojník, z toho jsou 1x hasič strojník - sanita.

Na směně musí být přítomni:

- 1x velitel směny
- 2x velitel družstva
- 2x operační důstojník
- 1x technik spojové služby
- 1x technik požární ochrany
- 1x technik chemické služby
- 1x strojník – sanita
- 4x strojník
- Zbylé 2 členové mohou být z jakékoliv pozice.

Hasičský záchranný sbor podniku má své operační středisko, na kterém jsou přítomni 2 operační důstojníci a technik spojové služby. Operační středisko zajišťuje příjem tísňového volání a následné vyhlášení poplachu jednotce. Dále spolupracuje s velitelem zásahu a je mu nápomocné. Dalším úkolem je na základě žádosti o vypnutí čidel EPS zajistit na základě hovoru vypnutí EPS. Při vyhlášení poplachu má jednotka 2 minuty na výjezd. Dále musí být jednotka do 4 minut na jakémkoliv místě v elektrárně (Novotný 2022).

Směna zajišťuje výjezd:

CAS 24 MB Atego 2x

CAS 32 Tatra 815 – 2x

DA MB Sprinter 2x

PP 44 MB Bronto Skylift

TA MB Atego

Vozidlo na přepravu PHM MB Actros (ADR)

PPLA MB Vario

NA MB Actros sklápěcí s hydraulickou rukou

NA Sprinter

Sanita VW Vagen

Traktobagr TEREX

Velitelský vůz Škoda Octavia

Motorový člun 2x

Jednotka nemá na starost pouze prvotní zásah, ale i preventivní činnost. Jedná se o pochůzkové kontrolní činnosti, dohledy a asistence při pracích s otevřeným plamenem, kontroly dodržování požární ochrany, revize hasičských přístrojů a hydrantů. Dále hasiči vykonávají odbornou a fyzickou přípravu a obstarávají hasičskou techniku a garáže v provozuschopném stavu (Křížek 2016), (Novotný 2022).



## 5 Těžké havárie

Nadprojektová nehoda, při které došlo k vážnému poškození a ztrátě struktury aktivní zóny reaktoru nebo palivových souborů, a která může vést k radiační nehodě. Pro lehkovodní reaktory je těžká havárie ztotožňována s havárií spojenou s významným tavením aktivní zóny (*SÚJB 2010*).

Jedná se například o selhání bezpečnostních systémů, nebo událost, která je za možností systémů. Zvýšené riziko porušení posledních fyzických zábran v kontejnmentu. Zvýšené riziko nadlimitního úniku radioaktivních látek do ovzduší. Porušení geometrie aktivní zóny, které by vedlo k zhoršení nebo nemožnosti jejího chlazení. Došlo k narušení infrastruktury v celém areálu. Hrozí-li riziko vodíkové a parní exploze (*ČEZ 2015*).

Dále patří mezi charakteristické vlastnosti nutnost improvizovat při řešení situace (použití speciálních prostředků, oprav, zajištění potřebných lidí k řešení), psychologické dopady na obyvatelstvo a zaměstnance. Následky mají celosvětové dopady (politické, ekonomické, radiační) (*SÚJB 2010*), (*ČEZ 2015*).

K této problematice je zpracovaná mezinárodní stupnice INES (Nuclear and Radiological Event Scale). Sloužící k usnadnění komunikace mezi odborníky, sdělovacími prostředky a veřejností v případě událostí na jaderných zařízeních. Stupnice má 7 stupňů podle rozsahu události (*SÚJB 1995*).

- 0 - událost pod stupnicí odchylka,
- 1 - anomálie,
- 2 – nehoda,
- 3 - vážná nehoda,
- 4 - havárie bez významného rizika na okolí,
- 5 – havárie s rizikem účinku mimo hranice zařízení,
- 6 – těžká havárie
- 7 – velmi těžká havárie.

V historii došlo k událostem hodnot stupnice:

7 v Černobyli a Fukušimě, 6 v Kyštym, 5 v Three Mile Island, Windscale, 4 v Jaslovské Bohunice, Windscale, Saint Laurent, Tokaumura, 3 v Paks, Davis Besse, Vandellos, 2 v Mihama, Pickering (*SÚJB 1995*), (*Příklady událostí SÚJB*).

## 6 Zátěžové testy

Po havárii ve Fukušimě došlo ve světě k testům, které měly odhalit nedostatky, vedoucí k porušení jaderné bezpečnosti. Bezpečnost elektrárny je zajišťována plněním bezpečnostních funkcí. Jedná se o bezpečné odstavení reaktoru a udržení ho ve stavu bezpečného odstavení. Odvádět zbytkové teplo z aktivní zóny a z použitého vyhořelého paliva. Omezení úniku radioaktivních látek, aby nedošlo k překročení limitů (ČEZ 2011).

Tyto bezpečnostní kritéria se splňují pomocí principu ochrany do hloubky a plnění bezpečnostních funkcí. Ochrana do hloubky má za úkol prevenci a zmírnění následků nehod. Mezi cíle hloubkové ochrany patří zabránit odchylkám od normálního provozu a poruchám systému. Zjistit a odstranit odchylky, aby nedocházelo k přerůstání do havarijních podmínek. Zabránit pomocí bezpečnostních systémů rozvoji poruch a nehod do nadprojektové úrovně a udržet radioaktivní látky v ochranné obálce a zajištění celistvosti kontejnmentu. Zmírnit následky úniku radioaktivity do okolí (Harbison 1992), (ČEZ 2011), (SÚJB 2010).

Plnění bezpečnostních funkcí se skládá z provozních, ochranných a bezpečnostních systémů, konstrukcí a komponentů. Rozdělují se na důležité z hlediska jaderné bezpečnosti, nedůležité z hlediska jaderné bezpečnosti. Důležité se rozdělují na bezpečnostní systémy a systémy související s bezpečností (ČEZ 2011).

Na základě testů došlo ke zjištění, že v případě zemětřesení nehrozí elektrárně vážně nebezpečí. Už v projektu musí důležité systémy splňovat seismickou odolnost. I kdyby došlo v důsledku zemětřesení k protrhnutí hráze Lipno, tak je Temelín v dostatečné nadmořské výšce. Hladiny vody by však znemožnila čerpání vody z Hněvkovic. Jednalo by se o 10 000letou vodu, která by se zastavila na kótě 376,7 m n.m. Z tohoto důvodu jsou na elektrárně zásoby. Tyto zásoby jsou počítány na dochlazování reaktorů a bazénů vyhořelého paliva. Avšak, i když na Temelíně nehrozí silné zemětřesení, tak se našly body k nápravě. U technický prostředků se jedná o možnost alternativního doplňování nafty z cisterny PHM pro dlouhodobý provoz DG. V předpisech je nutné vytvořit návody pro použití alternativních prostředků. V havarijní připravenosti je potřeba, aby skupina organizace havarijní odezvy (dále jen OHO) mohla fungovat i na jiném místě než v havarijním řídicím středisku (dále jako HŘS). Na základě analýzy se došlo k závěru, že

se musí zvýšit seismická odolnost budovy HZSp. Do této doby v případě zemětřesení by hasiči vyvezli techniku na volné prostranství. Další bod se týká komunikace. Je zapotřebí zajistit alternativní prostředky pro komunikaci. Personál musí provést analýzu ohrožení krytů z důvodu zemětřesení. Je zapotřebí zajistit personál po seizmické události. A je také zapotřebí zajistit přístup k objektům a dostupnost těžké techniky (*ČEZ 2011*), (*SOUHRN SÚJB*).

Dále v této analýze byla prozkoumávána část zabývající se povodní. Jelikož už v projektové části muselo být vybráno umístění elektrárny na takových místech, kde nehrozí povodeň z vnějších toků, tak nehrozí zatopení elektrárny z vnějšku. V případě 10 000leté povodně by přišla elektrárna o zásobování surové vody pomocí Hněvkovic, z tohoto důvodu jsou na elektrárně dostatečné zásoby vody k dochlazení po odstavení. Elektrárna je připravená i na lokální povodeň způsobenou extrémně vydatnými srážkami. Všechny důležité systémy jsou nad kótou 507,10 m n.m., kam by dosáhla tato hladina. Dále jsou vybaveny systémy pro zastavení vody. Kanalizační systém by byl schopen odvést i kratší srážky s vyšší intenzitou. Na základě provedené analýzy došlo ke zjištění nedostatků, které by bylo možné napravit. Jedná se o riziko zaplavení naftových nádrží pro DGS a k nemožnosti dlouhodobého provozu. V době, kdy analýza vznikala už se na tomto opatření pracovalo. V oblasti havarijní připravenosti je potřeba zajistit možnost fungování OHO skupiny mimo HŘS. Je zapotřebí zpracovat návody pro použití alternativních prostředků. Dále se provede analýza ohrožení krytů při možné záplavě (*ČEZ 2011*).

V další části testů se posuzovala elektrárna na odolnost proti extrémnímu větru s hodnotou 68 m/s (zahrnuje hodnotu tornáda stupně F2), sněhu, maximální teplotě 45,6 °C a minimální hodnotě -45,9 °C. Při extrémních mrazech se došlo k závěru, že se nemůže stát, aby zamrzla technická voda důležitá, protože není možné odstavit všechny divize. Je zde možnost, že by zamrzla voda v chladících věžích v době odstavení bloku. V takovém případě nehrozí žádné nebezpečí, protože věže jsou potřeba u funkčního bloku. Média pro důležité systémy jsou v odolných vytápěných budovách, kde nehrozí nebezpečí zamrznutí nebo poškození v důsledku extrémních přírodních vlivů. (*ČEZ 2011*).

Při extrémním větru by pravděpodobně došlo k úplné ztrátě vnějšího napájení. V tom případě by došlo ke snížení výkonu reaktorů na úroveň pokrytí vlastní spotřeby. V případě ztráty vnějšího napájení by napájení zajišťovali DG s dostatečnou zásobou

nafty. V případě nemožnosti využití, z jakýchkoliv důvodu, by SI rozhodl o náhradním opatření (*ČEZ 2011*).

I zde se došlo k závěrům, které pomůžou zvýšit bezpečnost elektrárny. Jedná se o možnost doplňování nafty z cisteren pro dlouhodobý provoz DG, zajištění personálu při extrémních situacích. A zpracování metodiky pro hodnocení extrémních vlivů a technický opatřeních (*SOER 2013*), (*SOUHRN SÚJB*).

Další problematikou se testy zaměřily na ztrátu napájení a tím pádem k problémům při chlazení reaktoru a BSVP. Už v projektu musí elektrárna mít dostatečně výkonné záložní systémy, které jsou na sobě nezávislé. Jedná se o pracovní a rezervní zdroje elektrické energie. Mezi pracovní zdroje vlastní spotřeby patří 2 transformátory pro každý blok, který napájí turbogenerátor a při odstavení je možné napájet přes rozvodnu Kočín 400 kV. Nouzové zdroje napájení slouží pro případy selhání pracovních i rezervních zdrojů. Jedná se o DG, aku baterie, které jsou pro jeden blok s využitím 3 x 100 % a společně. Další možností je použití Vodní elektrárny (dále jako VE) Hněvkovice a Lipno do 30 minut (*ČEZ 2011*), (*Stress tests*).

Ztráta všech zdrojů střídavého proudu pro napájení bloků je vysoce nadprojektovou a nepravděpodobnou havárií. K této situaci by došlo, když by současně došlo k nemožnosti použití zdrojů elektrické energie.

Jedná se o ztrátu:

- vnějšího pracovního zdroje – normální napájení z rozvodny Kočín 400kV
- vnitřní pracovní zdroj – nepřenasavení turbogenerátoru na vlastní spotřebu
- vnější rezervní zdroj – rezervní napájení z rozvodny 110kV
- vnitřní rezervní zdroj – napájení z rozvodny 110kV sousedního bloku (*SOUHRN SÚJB*).

Pokud by k této situaci došlo, nebylo by možné dobíjet baterie, které by vydržely několik hodin. Když by se nepodařilo obnovit napájení docházelo by k postupné ztrátě důležitých informací, ovládacích obvodů, nouzového napájení. V elektrárně nejsou k dispozici vnitřní diverzifikované nebo mobilní zdroje střídavého napájení, které jsou projektem určeny pro řešení těžké havárie, ale existují vnější zdroje (*ČEZ 2011*), (*Stress tests*).

V závěru je uvedeno, že jaderná elektrárna má robustní a dostatečné zdroje pro zajištění bezpečnosti podle projektu. Ale bylo doporučeno pro zvýšení bezpečnosti navrhnout a zařadit prostředky střídavého napájení pro zajištění chlazení a odvod tepla z aktivní zóny a bazénu skladování vyhořelého paliva (dále jako BSVP) včetně možnosti připojení k existujícím rozvodům. Navrhnout a implementovat alternativní prostředky pro zajištění monitorování vybraných komponent. Navrhnout a pořídit prostředky pro činnost a funkční prostředky personálu (*ČEZ 2011*), (*Stress tests*).

Zkoumáním prošel také koncový jímač tepla, kterým je okolní atmosféra. Teplo se dá odvádět přes turbogenerátor do chladících věží pomocí cirkulační chladicí vody. Další možností je odvod zbytkového tepla z aktivní zóny pomocí technické vody důležité do chladicí nádrže s rozstříkem (dále jako CHNR) a dále do atmosféry. Existují i alternativní zdroje odvodu z důvodu nemožnosti použití 2 předchozích.

Jedná se o odvod tepla odpuštěním páry z parogenerátoru do okolí s následným doplněním vody. Tímto způsobem není možné zajistit studený stav reaktoru. Další možností je alternativní metoda odvodu tepla odpuštěním chladiva do kontejnmentu s následným doplněním.

Pro odvod tepla z BSVP lze alternativně využít systém sprchování kontejnmentu pro doplňování BSVP a odvodu odparu do kontejnmentu.

V případě nemožnosti použití doplňování chladiv normálním způsobem je možnost využití mobilní techniky HZSp.

K dispozici jsou 4 cisternové automobilové stříkačky, a 4 přenosné požární stříkačky s celkovým potenciálním výkonem 280 l/s (*ČEZ 2011*), (*OTC033*).

Ztráta odvodu tepla a střídavého napájení spolu úzce souvisí, tudíž doporučení vycházelo z obou případů. Jedná se o alternativní doplňování vody do parogenerátorů, BSVP a primárního okruhu. Zajištění zdroje pro dobíjení baterií a napájení vybraných spotřebičů.

Alternativní doplňování nafty z cisterny pro chod DG. Potřeba vytvoření analýzy odvodu tepla při ztrátách technické vody důležité. Připojení armatur izolace kontejnmentu vzduchotechnických systémů na baterie. Možnost využití DG sousedních bloků. Vytvoření analýzy vybíjení baterií. Postup, jak izolovat kontejnment při odstávce. Zpracování analýzy odvodu tepla z BSVP bez doplňování vody. Vytvoření předpisů postupu obnovení napájení bloků. Nutnost zajištění personálu při dlouhodobé situaci. Zpracování návodů pro použití náhradních prostředků. Zajištění náhradní komunikace při živelné pohromě. Vytvořit postupy pro provoz bloku při dlouhodobém napájení z náhradních zdrojů (*ČEZ 2011*), (*SOER 2013*), (*OTC032*)

## **7 Postfukušimská opatření u Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín**

Po fukušimské katastrofě došlo k důležitým změnám na temelínské elektrárně. Nejdříve došlo ke zvýšení počtu hasičů. Jednalo se o navýšení směn na 19 hasičů. Dále se ukázalo, že při havárii ve Fukušimě hasiči byli nedílnou součástí řešení havárie. Tudíž došlo ke změnám jejich vzdělávání. Zjistilo se, že hasiči nemají žádné interní kurzy zakončené zkouškou. Z tohoto důvodu byla hasičům nařízená zkouška Omega, kterou museli splnit. Jedná se o kurz, ve kterém se probírají témata ohledně jaderných haváriích, provozních zkušenostech elektrárny, principy výroby, kultury bezpečnosti, předcházení chybám a lidské zdroje (Brno 2016).

Po provedených zátěžových testech musela projít hasičská stanice stavebními úpravami. Jednalo se o zpevnění budovy z důvodu seismické odolnosti. Toto opatření bylo potřeba udělat, aby hasiči byli schopni vůbec k mimořádné události vyjet (SÚJB souhrn).

Bylo potřeba zajistit novou techniku pro hasiče, aby byla jejich samostatnost při havárii zabezpečena po dobu 72 hodin. Zjistily se nedostatky v tom, že kdyby došlo k zasypaní silnic, tak by nebylo možné poskytnout pomoc, protože by se hasiči neměli, jak dostat na místo události. Tudíž musela být pořízena těžká technika, která by zajistila průjezdnost cest. Došlo k zakoupení traktor bagru TEREX, který má ve výbavě bourací kladivo a lžíce. Hasiči museli projít dalším vzděláváním, aby mohli používat tuto techniku. Také byl zakoupen sklápěcí vůz s hydraulickou rukou a radlicí pro odstranění trosek. Pro ovládání hydraulické ruky Palfinger bylo potřeba zajistit proškolení s praxí a zakončení testem na jeřábníka třídy N. Vozidlo pro přepravu pohonných hmot. Z důvodu plnění zákonných povinností museli strojníci projít kurzem ADR zakončený zkouškou. Dále byly zakoupeny cisternová vozidla s požárním čerpadlem. Jedná se o vozy 2x CAS 32, 2x CAS 24, 2x DA, ve kterých jsou čerpadla FOX. Pro další potřeby se zakoupily hydraulická bourací kladiva, osvětlovací balóny, motorový rozbrus. To jsou prostředky, které jsou evidované pro potřeby řešení těžké havárie (*SOUHRN SÚJB*), (*ČEZ 2011*), (*OTC034*), (*OTC032*).

S touto technikou hasiči pravidelně cvičí a školí se na ní v praktické a teoretické přípravě. Bylo za potřebí zajistit vytvoření zásahových karet pro zásahy po těžkém poškození lokality. Tyto zásahy se pravidelně školí. Každý rok probíhají DAM cvičení společně s provozním personálem.

CAS 24 I – jedná se o vozidlo prvního výjezdu zajišťující výjezd 1+3. primárně je vozidlo určeno pro elektrárnu. Vozidlo je vybaveno nádrží na vodu o objemu 2400l a pěnidla 600l. Ve vozidle najdeme vybavení pro hasební zásah. Jedná se o prostředky pro přívodní, dopravní a útočné vedení. Dalším vybavením jsou izolační dýchací přístroje a protichemické obleky, obleky proti sálavému teplu. Obsahuje také prostředky pro zásahy na dopravní nehody a jiné ostatní zásahy.

CAS 24 II – jedná se o totožně vybavené vozidlo, jako je CAS 24 I. Posádku tvoří 1+3. Vozidlo je určeno převážně pro zásahy v IZS. Jedná se o zásahy, na které operační a informační středisko (dále jako OPIS) HZS kraje vyšle tuto jednotku.

CAS 32 I, II – Je vozidlo, které disponuje 8200l vody a 800l pěnidla. Toto vozidlo se používá pro zásahy, kde je potřeba velké množství vody.

PP 44 – Jedná se o automobilovou plošinu s dosahem 44 m. Ve vybavení vozidla jsou prostředky pro hasební práce. Lze využít vodní monitor a hadicový systém v koši. Plošina je určena také pro evakuaci. K těmto účelům lze namontovat evakuační rukáv a nosítka, které jsou výbavě HZSp. Hasiči museli projít proškolením na plošiny, který se skládá z testu a praxe. Toto vozidlo není vedeno jako DAM prostředek.

DA s PS FOX I,II – vozidla sloužící pro přepravu osob s požární stříkačkou FOX ve výbavě. Toto čerpadlo je určeno pro potřeby nácviků DAM.

TA – Technický automobil je vybaven pro technické zásahy. Ve výbavě se nachází prostředky pro záchranu z hloubky, norné stěny, odlučovače, sorbenty, suché obleky a podobně. Toto vozidlo není DAM prostředek, ale obsahuje motorový rozbrus, který je tak veden.

Traktobagr TEREKX – jedná se o bagr, který je vybaven bouracím kladivem, přední radlicí a zadní lžící.

Sklopný NA – auto vybaveno hydraulickou rukou Palfinger a radlicí. Je určen pro přepravu materiálu a uvolnění možných trosek na silnici.

NA – je určen k přepravě materiálu.

AC na přepravu PHM – vozidlo je určeno pro maximální přepravu 16000l nafty a 3000 benzínu (*Sýkora 2016*), (*Novotný 2022*).



### **7.1 Rekognoskace po těžkém poškození lokality**

Jedná se o zásahové karty, které byly zpracovány pro postup řešení událostí. Dokument je složen z popisu jednotlivých postupů, checklistů a obrázkového znázornění. V checklistu je doporučený postup zásahu. V této kapitole bude použit pojem Kontrolované pásmo – jedná se o prostor, který je ohraničený a slouží jako zátaras pro rozšíření kontaminace mimo tento prostor. Vstup a výstup osob je monitorován (ČEZ 2009).

### **7.2 Návik 1 – Rekognoskace po těžkém poškození lokality**

Nastala situace, kdy skončilo zemětřesení, které přesáhlo projektové hodnoty budov. Kvůli zemětřesení došlo k odstavení reaktoru. Členové HZSp společně se zaměstnanci bezpečnostní služby M2C musí provést průzkum budov soustředěný na záchranu osob, které by mohly být zavaleny anebo zasypány sutí a troskami. Dalším úkolem je prohledávání místa události, kde by mohly být způsobené škody, ohrožující dochlazování aktivní zóny reaktoru. Na základě žádostí od SI, VRB I, VRB II, HŠ by jednotka prováděla kontrolu průjezdnosti komunikací, s případným odklizením trosk pomocí těžké techniky. HZSp disponuje traktor bagrem TEREX s lžící a bouracím kladivem, sklopným NA s radlicí, plachtovým NA, hydraulickými bouracími kladivy. Osvětlení lokality pomocí osvětlovacích prostředků. Instalace protipovodňových zábran. Radiační monitorování areálu ve spolupráci s pracovníky radiační kontroly.

Postup HZSp podle vytvořeného checklistu.

- Kontrola neporušenosti budovy, techniky a zařízení HZSp,
- navázání spojení s SI a HŘS,
- provedení zkoušky spojení pomocí radiostanic,
- vyhlášení poplachu jednotce s následným výjezdem do 2 min s vozidly CAS 24, DA,
- zjištění počtu osob načtených na vstupní kartu v areálu ETE od řídicího centra,
- VZ ve spolupráci s M2C provede evakuaci osob z poškozených SO,
- hasičská jednotka s Delta team provede systematický průzkum poškozených SO,
- připravit zdravotní materiál na vyšší počet raněných osob, a také se spojit s dispečinkem ZZS JčK z informací o větším množství raněných.

- souběžně s evakuací osob provede volná jednotka DA průjezdnost cest a stav vybraných objektů. Jedná se o průjezdnost cest od hlavního a záložního vjezdu k HVB a BAPP, páteřní silnice k HVB a kolem HVB. Dále se zkoumám, zda nejsou spojovací mosty a potrubní mosty v areálu elektrárny Temelín (dále jako ETE) viditelně poškozené. U chladicích věží se zkontroluje jejich celistvost a stav česel a sít. Provede se kontrola průjezdnosti ostatních komunikací. Provede se kontrola nádrží s naftou a chemikáliemi, jestli nedochází k úniku. Zkontroluje se stav kontejnerů se zásobami, SVJP, bazény s TDV, zda nejsou poškozené. Trasu kontroly si volí strojník sám, protože není možné určit, kde by zemětřesení nebo jiná MU napáchala škody, které by znemožňovali průjezd. Kontrolor označí zjištěné nedostatky do formuláře, který odevzdá SI,
- VZ je ve spojení OPIS HZSp a předává mu informace všech důležitých událostech (počty evakuovaných a raněných osob, rozsahu poškození infrastruktury v areálu),
- DA informuje VZ o rozsahu zjištěných informací při kontrole průjezdnosti a celistvosti vybrané infrastruktury,
- OPIS HZSp komunikuje s SI a HŠ,
- je potřeba zajistit napájení OPIS HZSp a všech ručních radiostanic HZSp. – doba provozu radiostanic je přibližně 5 hodin,
- Po dvanácti hodinách v pravidelných intervalech zajistit střídání a odpočinek zasahujících hasičů (*Křížek 2017*), (*OTC032*), (*OTC033*).

### **7.3 Návik 2– Alternativní doplňování vody do PG pomocí požárních čerpadel**

Z důvodu ztráty DV v sekundární části parogenerátoru hrozí situace, při které by mohlo docházet k přehřátí parogenerátoru a následnému poškození primárního okruhu, což by mělo za následek unik radiace do sekundárního okruhu. Na žádost SI, VRBI, II, HŠ připojí HZSp PS FOX k trubkám umístěných na západní straně obestavby HVB I,II. HZSp postupuje podle zpracovaného checklistu. Na komunikaci s provozním personálem využije provozní radiostanici (*Křížek 2017*).

Postup podle checklistu:

- vyhlášení poplachu s přesunem techniky 2x DA s PS FOX + vybrané CAS k přípojným místům na západní straně obestavby HVB. Pro každý blok je jedno DA s PS FOX,
- podle požadavků na připojení rozhodne operační důstojník o počtu techniky,
- na místě propojit PS se savicí pro sání a hadicí B 75 mm pro výtlač,
- spojit se pomocí provozní RDST s potřebným VRB a informovat ho o připravenosti k čerpání demineralizované vody z nádrží do PG,
- na pokyn VRB se zahájí čerpání DV. Nastaví se na čerpadle maximální provozní tlak. Množství potřebné k doplňování je 700l/min. VRB bude požadovat najetí požárního čerpadla při snížení tlaku v PG na hodnotu 1 MPa. U čerpadla vždy musí být přítomný hasič vybavený radiostanicí a PHM pro doplňování,
- stále udržovat spojení s VRB, který reguluje pomocí požárních čerpadel dodávané množství vody,
- Zásoba DV vydrží max 24 hod. Poté je nutné zajistit doplňování v tomto pořadí. Vytvoření DDV ze zásobní nádrže na SO Demineralizace. Vytvoření DDV z bazénů TDV. Vytvoření DDV z bazénů pod chladicími věžemi a kyvadlová doprava vody pomocí CAS.
- Během zásahu zajistit doplňování PHM, napájení radiostanic a OPIS (*Křížek 2017*), (*OTC032*), (*OTC033*).

#### ***7.4 Nácvik 4 - Alternativní doplňování vody do reaktoru, BSVP a sprch pomocí požárních čerpadel (pomocí T kusů, armatur)***

Z důvodu nemožnosti použití systémů zásobujících elektrickou energii je zapotřebí zajistit náhradní zdroj elektrické energie. Z důvodu velké náročnosti je zapotřebí zajistit dovezení mobilního diesel generátoru. Z důvodu nemožnosti chlazení BSVP se musí zajistit náhradní zásobování vody, a to pomocí požárního čerpadla FOX nebo CAS (*Křížek 2017*).

Na žádost SI, VRB I, VRB II, HŠ zajistí HZSp natažení požárních hadic na určené místo v HVB pro zásobování vodou.

Operační důstojník OPIS HZSp zajistí pomocí řídicího centra povolání Delta teamu M2C.

Komunikace s provozním personálem je zajištěna provozní vysílačkou. HZSp postupuje podle zpracovaného check listu (*Křížek 2017*).

Na tento typ zásahu je zapotřebí technika: 1x CAS 24, 1x NA, 1x DA s PS FOX, 1x elektrocentrála, 1x mobilní diesel generátor, 1x kabelový vůz, T – kusy, 1x úhlová bruska, 1x vrtačka, 2x přechodová skříň, 2x propojovací kabely.

Doporučený postup zásahu:

- Vyhlášení poplachu a odjezd určené techniky na místo určení SI,
- spojit se s řídicím centrem z důvodu aktivace Delta teamu pro potřeby hasičů.
- výjezd vozidla DA PS FOX, elektrocentrálou, přechodovou skříň a propojovacími kabely ke kontejneru B, kde přestoupí jeden strojník do vozidla NA. DA pokračuje do skladu havarijních prostředků,
- ve skladu havarijních prostředků vyzvedne černý kufr s nářadím a určený T kus podle potřebné velikosti (A, B, C, D, E) a přesunout se na místo určení u vybraného HVB,
- vozidla CAS 24 a NA se přesunou ke stanovišti mobilního DG a kabelového vozu. Vozidlo CAS 24 připojí kabelový vůz a NA připojí mobilní DG. Vozidla se přesunou na místo určení u vybraného HVB,
- VZ na místě události zjistí radiační situaci od pracovníků dozimetrické kontroly. Dále společně s jedním hasičem provede průzkum,
- než vstoupí osoby do KP dojde k jejich přepočítání,
- Připojit čerpadlo k venkovnímu potrubí nádrže TX 10, rozvinout dopravní vedení do místnosti A328,
- Pomocí úhlové brusky rozříznout potrubí, na které se nasadí T kus. Dojde k zapojení dopravního vedení s kulovým uzávěrem. Na pokyn VRB zahájit doplňování vody do BSVP,
- Umístit elektrocentrály a mobilního DG před určený HVB. Donést do místnosti A328 přechodovou skříň a propojovací kabely. V součinnosti s Delta týmem dotáhnout kabel od mob. DG do A328 k zajištění el. energie,
- Provést kontrolu zajištění dveří, úvazků kabelu a hadic. Při výstupu pracovníků z KP provede pracovník radiační kontroly jejich přeměření. Přeměřit se musí i materiál (*Křížek 2017*), (*0TC032*), (*0TC033*).

### 7.5 Návzik 6 – Alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mobilního DG

Z důvodu nemožnosti použití systémů zásobujících elektrickou energii je potřeba zajistit náhradní zdroj elektrické energie. Z důvodu velké náročnosti je zapotřebí zajistit dovezení mobilního diesel generátoru. Z důvodu nemožnosti chlazení BSVP se musí zajistit náhradní zásobování vody, a to pomocí požárního čerpadla FOX nebo CAS.

Na žádost SI, VRB I, VRB II, HŠ zajistí HZSp přistavení mobilního DG a kabelového vozu na místo určení. Natažení kabelů k určenému spotřebiči. Doplnění nafty do DG. Připojení a uzemnění provádí elektrikář. Operační důstojník zajistí povolání Delta teamu (Křížek 2017).

K zásahu se využije NA, CAS 24, DA, CA PHM, mobilní DG, kabelový vůz

Doporučený postup při zásahu:

- Vyhlášení poplachu s následným výjezdem dané techniky na místo určení u daného HVB,
- zajistit si Delta tým přes řídicí centrum,
- DA s volným strojníkem dojede ke kontejneru B pro NA. DA se vrátí na stanici,
- CAS 24 a NA zajistí dovezení mob. DG a kabelového vozu na místo určení u daného bloku,
- AC PHM zajistí plnění nafty z Naftového hospodářství do cisterny vozidla,
- VZ na místě zjistí radiační situace a provede s jedním hasičem průzkum.
- před vstoupení do nestandardního stupu A102/2 se provede překontrolování osob,
- hasiči s Delta teamem zajistí roztažení kabelu před HVB z kabelového vozu a jeho natažení na místo určení na 13,2 m do AE 408/1,
- v místnosti AE 408/1 zajistí elektrikáři zapojení kabelu na daný spotřebič. Dále musí zajistit nastartování DG,
- pomocí AC PHM zajistí zásobování PHM z Naftového hospodářství. Chod DG je 7 hodin bez doplňování PHM.
- zajistit napájení radiostanic a provést střídání zasahujících v pravidelných intervalech. (Křížek 2017), (OTC032), (OTC033).

## 7.6 Návčik 8 – Doplnřování nafty cisternou pro dlouhodobá chod DG

Následkem událostí, které vznikly na jaderné elektrárně dochází k poškození tras dodávání PHM k DGS. Z tohoto důvodu je zapotřebí zajistit náhradní zásobování PHM pro SO 445/01,02,03 a SO 442/04,05.

Na žádost SI, VRB I, II a HŠ zajistí HZSp doplnřování PHM do DG z Naftového hospodářství. HZSp zajišťuje činnosti, aby nedocházelo k únikům PHM do životního prostředí. Komunikace s provozním personálem je zabezpečena pomocí radiostanice (*Křížek 2017*), (*OTC032*), (*OTC033*).

Na zásah se použije AC PHM a DA.

Doporučený postu zásahu:

- Vyhlášení poplachu s přesunutím dané techniky k přípojnému místu Naftového hospodářství,
- DA doveze strojníka ke kontejneru A, kde je zaparkované vozidlo AC PHM kromě zimního období, to je vozidlo na stanici HZSp. DA se vrátí na základnu a AC MB PHM přejeđe k přípojnému místu na Naftovém hospodářství,
- provede se vizuální kontrola vozidla a jeho připojení k zemnicímu bodu,
- připojení plnicí hadice na MB PHM a přípojně místo pro plnění cisteren. Za pomoci čerpadla zahájit plnění cisterny naftou. Cisternu plnit minimálně na 80 % objemu nádrže, což je 12800 l. Maximální možný objem plnění je 16000l nafty,
- zkontrolovat místo plnění po čerpání, zda nedošlo k úniku. Případný únik odstranit zasypáním sorbentem,
- odpojit hadice a zemnění a přejet k vybranému DGS. Zde uzemnit cisternu a připevnit hadice na určené místo plnění. Pomoci čerpadla přečerpat nádrž cisterny. Po přečerpání odpojit hadice a zemnění. Zkontrolovat místo po čerpání z důvodů možných úniků. V případě úniku zlikvidovat,
- celý postup se opakuje do ukončení akce SI.

S vozidlem AC PHM smí jezdit pouze strojník, který má platné školení ADR (*Křížek 2017*), (*OTC032*), (*OTC033*).

## 8 Hlavní cíl práce

V této kapitole se budeme zabývat výzkumnou částí bakalářské práce. Vytyčíme si hlavní výzkumný cíl, dílčí cíle a zaměříme se na hypotézu, s kterou jsme pracovali. Také zde bude představena použitá výzkumná technika, charakteristika výzkumného vzorku, způsob sběru dat a jejich analýzu.

V teoretické části byly představeny základní informace o Jaderné elektrárně Fukušima a o havárii, která se v elektrárně přihodila. Dále pojednává o havárii a charakteru Jaderné elektrárny ve Fukušimě. Následně popisuje samotnou elektrárnu Temelín a její historii od jejího počátku až do současné doby. Dále se věnuje principu výroby elektřiny nebo připravenosti na zvládnutí těžké havárie, proto je v práci zmíněná havarijní připravenost elektrárny a postupů, které mají zmírnit následky na obyvatelstvo. Dalším potřebným článkem v práci je hasičský záchranný sbor, který je zde popsán více do hloubky, ať už od personálního rozdělení až po techniku, kterou sbor disponuje.

Tyto informace tvoří teoretickou sféru praktické části práce. Praktickou část práce tvoří kvantitativní výzkum, který zjišťuje, zda-li nehoda v JE Fukušima vnesla přínosy pro zvládnutí těžké havárie z pohledu personálu Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín.

Hlavním cílem práce je prozkoumat přínosy postfukušimských opatření v dopadu na Jadernou elektrárnu Temelín v připravenosti zvládnutí těžké havárie z pohledu hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín.

K tomuto hlavnímu cíli jsou stanoveny dva dílčí cíle:

1. Zjistit, jaké přínosy přinesly tyto opatření.
2. Zjistit, zda zaměstnanci hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín mají o těchto opatření značné znalosti.

## **8.1 Hypotéza**

Ve sféře výzkumného problému je následující hypotéza:

**H1:** Zjistit, zda zaměstnanci s větší dobou praxe mají více teoretických znalostí než zaměstnanci z menší dobrou praxe.



## 9 Operacionalizace

Na základě této kapitoly definuji pojmy důležité pro bakalářskou práci. V tomto záměru je nutné formulovat pojmy: hasičský záchranný sbor podniku, těžká havárie, postfukušimská opatření, stress testy.

- hasičský záchranný sbor podniku – „Je bezpečnostní sbor, jehož základním úkolem je chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi a krizovými situacemi“ pro potřeby zřizovatele (*320/2015 Sb.*),
- těžká havárie – Jedná se o druh nadprojektové havárie, která je spojena s významným poškozením AZ z důvodu neřízeného rychlého narušení reaktivity AZ nebo pomalého tavení AZ z důvodu jejího nedostatečného chlazení (*Brno 2015*),
- postfukušimská opatření – jedná se o taková opatření, která se aplikovala po havárii ve Fukušimě na jaderných elektrárnách ve světě. Tyto opatření mají zabránit havárii, která se stala v JE Fukušima. Jedná se například o postupy, techniku a jiné,
- stress testy – cílené hodnocení bezpečnostních rezerv a odolnosti JE vůči extrémním přírodním podmínkám a krizovým stavům, provedené na jaderné elektrárně vedoucí k možnému zvýšení jaderné bezpečnosti (*Sýkora 2016*).

## **10 Metodika práce**

V oblasti bakalářské práce se metodika výzkumu vyznačuje v analýze vědomostí personálu Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín o vytvořených postupech, opatřeních a prostředcích pro zvládnutí těžké havárie.

Pro potřeby praktické části byly původně zvoleny rozhovory, ale z důvodů covidové situace jsem byl nucen zvolit formu anonymních dotazníků kvantitativního výzkumu, tedy formou a využití sběru dat anonymních dotazníků. Toto rozhodnutí jsem byl nucen zvolit, protože byly vydány covidová opatření, které neumožňovali setkávání mezi jednotlivými směny kvůli vzájemné izolaci. V praktické části práce je provedena analýza dotazníků s jeho statistickým rozbohem. Již zmiňovaný dotazník se zabývá postfukušimskými opatřeními. Budeme se tedy pohybovat v kvantitativním výzkumu.

### ***10.1 Popis dotazníku***

Kvůli výzkumnému problému a stavu, ve kterém byla práce tvořena, jsem pro uskutečnění výzkumu zvolil kvantitativní přístup. Jedná se o dotazníkový průzkum.

Použil jsem dotazník vlastní konstrukce. V této studii jsou sestaveny otázky ve dvou formách. První typ jsem zvolil otevřenou otázkou, která respondentům umožňuje odpovědět dle vlastních úvah a znalostí. Naopak druhý způsob je zvolený z výběru A, B, či C odpovědí, kdy pouze jedna odpověď je správná. Jednotlivé otázky byly voleny k nezbytnosti zjistit vědomosti zaměstnanců HZSp ETE k problematice o postfukušimských opatření, které vznikly v souladu s tragédií na JE ve Fukušimě. Veškeré dotazované otázky byly pečlivě zkontrolovány, vybrány a schváleny hlavním vedoucím práce.

Dotazník je k dispozici v příloze č. 1.

## 10.2 Popis výzkumného vzorku

Respondenti pro získání informací byli zvoleni zaměstnanci hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín. Zaměstnanci tohoto útvaru byli vybráni na základě své pracovní pozice, tudíž i vztahu k tomuto sboru. Dotazníkového šetření se zúčastnili pouze muži, protože pracovníci této jednotky jsou pouze mužského pohlaví. Dotazníku se nezúčastnili hasiči, co jsou dlouhodobě nemocní, anebo nově nastoupili. Tito zaměstnanci nemají za sebou ani základní školení, tudíž nemohou mít požadované znalosti. Z tohoto důvodu nemohlo být naplněna kapacita 70 respondentů.

Výzkumu se celkem zúčastnilo 69 hasičů, z toho 16 hasičů (23,2 % z celkového počtu respondentů) s praxí do dvou let, 26 hasičů (37,7 % z celkového počtu respondentů) s praxí v rozmezí dvou až deseti let a 27 hasičů (39,1 % z celkového počtu respondentů) s praxí více jak deset let. Respondenti jsou různého věku. Jejich věk se pohybuje v rozmezí 22–60 let. Tento výzkumný soubor byl vybrán pomocí záměrného výběru.

	<b>Délka praxe</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost</b>
<i>Rozdělení celkového počtu hasičů</i>	do 2 let	16	23,2 %
	2–10 let	26	37,7 %
	více jak 10 let	27	39,1 %
<b>Celkem hasičů</b>		69	100 %

*Tabulka č. 1 Počet respondentů*

### ***10.3 Sběr dat***

Jako prvního jsem osobně kontaktoval velitele útvaru HZSp JE Temelín, kterému jsem představil svůj záměr s provedením výzkumu na dané téma v útvaru, který pod něj spadá. Velitel útvaru ochotně souhlasil a byl mi nápomocen. Následně jsem kontaktoval velitele všech směn, celkem byli čtyři. Pomocí telefonátů byly informováni o veškerých podrobnostech ohledně konkrétního dotazníku, že výzkum probíhá zcela anonymně a za účelem bakalářské práce. Všichni velitelé souhlasili a následně o výzkumu informovali své podřízené.

Účastníci výzkumu si mohli sami zvolit, kdy dotazník vyplní. Samostatná doba pro vyplnění dotazníku trvala cca 10 minut. Dotazník byl vytvořen v textovém procesoru Microsoft Word, který je součástí kancelářského programu Microsoftu Office.

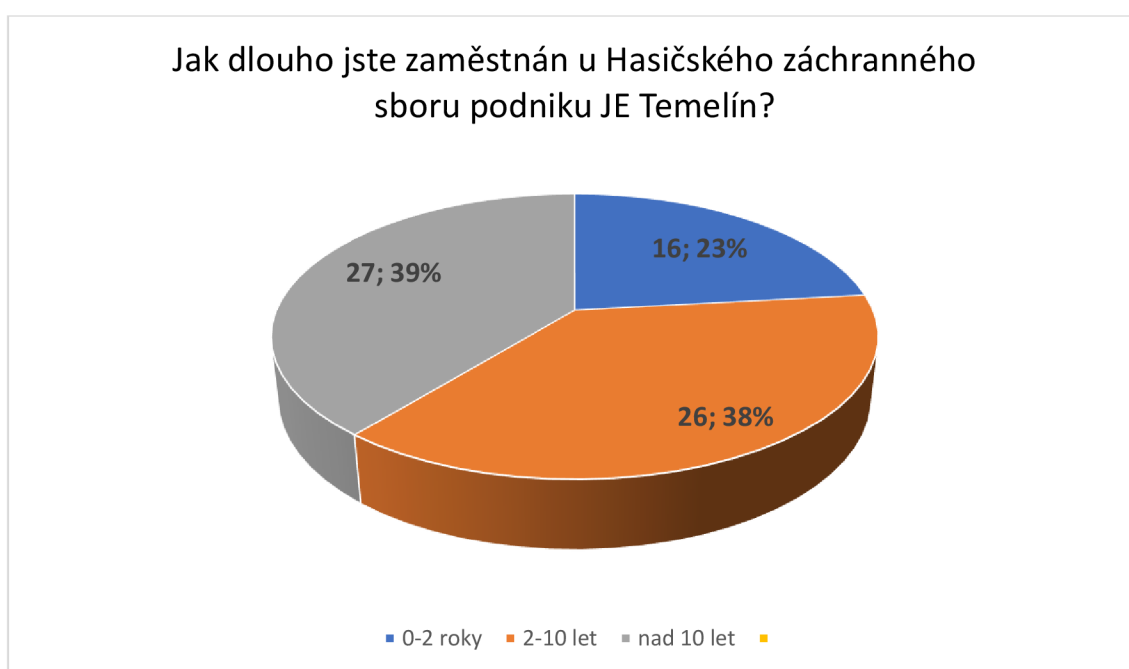
Vypracovaný formulář byl náležitě zaslán všem zainteresovaným stranám prostřednictvím pracovního e-mailu.

Vše se odehrálo v řádu jednoho měsíce. Všichni vybraní zaměstnanci pro vyplnění dotazníku měli tedy dostatek času.

## 11 Výsledky

V rámci této kapitoly jsou uvedeny výsledky a analýza statistického šetření. U každé otázky uvedené v dotazníku proběhlo její vyhodnocení. Pro přehlednost otázek, které nemají jednotnou odpověď jsou vyhotoveny grafy.

První otázka je informativního charakteru. Díky této otázce došlo k rozdělení do 3 skupin podle doby zaměstnání u Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín. Díky této otázce bude možné porovnat vědomosti hasičů podle délky působnosti na JE Temelín v různých věkových kategoriích.



*Graf č.1 – Jak dlouho jste zaměstnán u Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín?*

Graf č.1 se zabývá otázkou číslo 1. Na základě odpovědí tohoto dotazu, se respondenti rozdělili do následujících 3 skupin. Nejpočetnější skupinou s 27 (39 % z celkového počtu) hlasy byla skupina *s praxí delší jak 10 let*. Volili tedy odpověď C. Druhou skupinu tvořili osoby *s praxí od 2 do 10 let*, tuto variantu zvolilo 26 dotazovaných (38 % z celkového počtu). U této otázky volili variantu B. Nejméně zastoupenou skupinou byla následující *s praxí od 0 do 2 let* těch se zúčastnilo 16 (23 % z celkového počtu). Zde byla zvolena odpověď A.

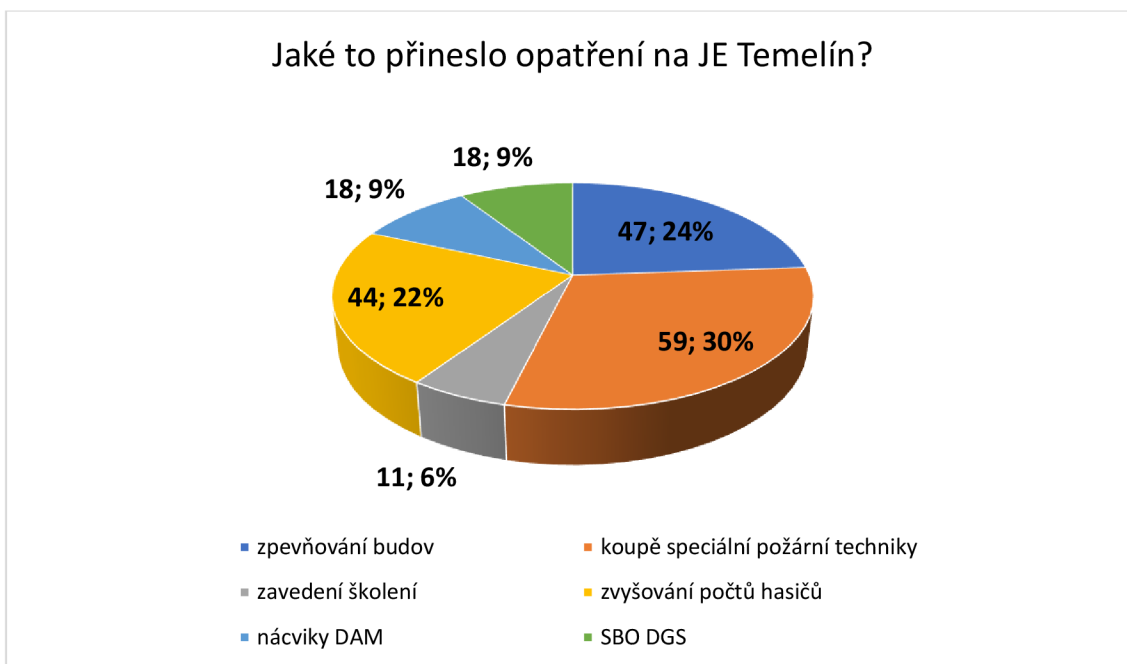
Otázka číslo 2, zněla „*Co se stalo v Japonsku dne 11.3.2011?*“. U této otázky bylo na výběr z následujících tří odpovědí:

*A. havárie*

*B. zprovoznění elektrárny*

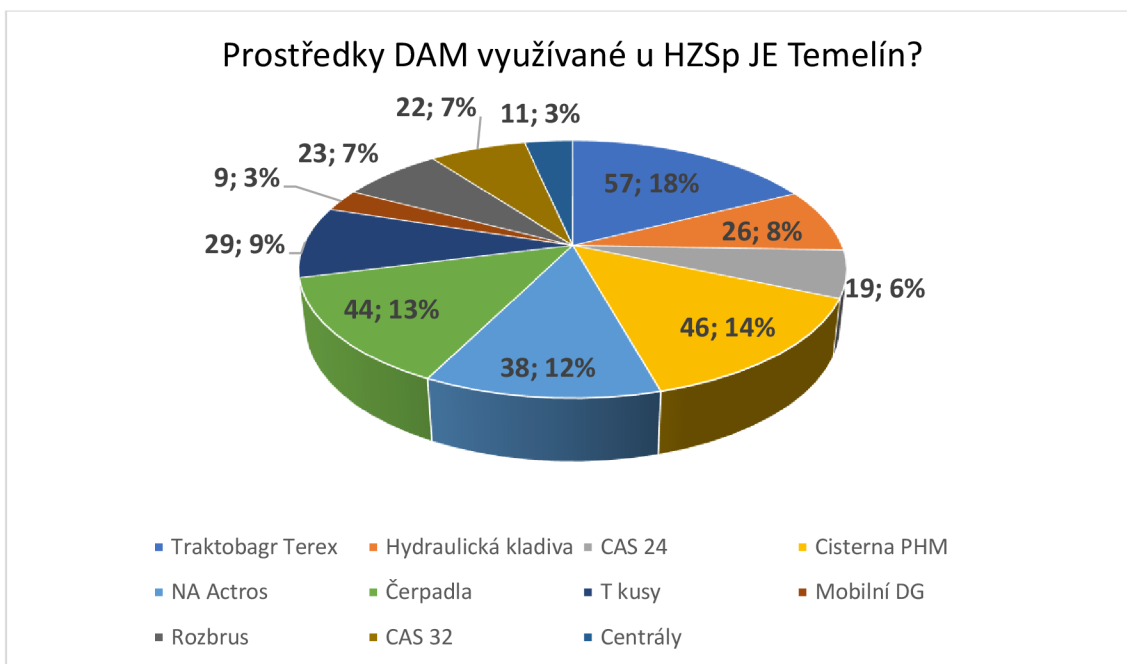
*C. zrušení elektrárny*

Správná odpověď byla varianta A, kterou všichni respondenti zvolili. U této otázky byla 100 % úspěšnost.



*Graf č. 2 – Jaké to přineslo opatření na JE Temelín?*

Graf č. 2 byl zaměřen na opatření, které přinesla havárie na JE Temelín, tedy na otázku číslo 3. U této odpovědi byla dosažena hodnota 100 % správných odpovědí. Nejčastější odpovědí bylo koupě speciální požární techniky s 59 odpověďmi (29 % z celkového počtu), zpevnování budov s 47 odpověďmi (23 % z celkového počtu), zvyšování počtu hasičů s 44 (21 % z celkového počtu) a s 18 odpověďmi byly návčivky DAM a SBO DGS (9 % z celkového počtu). Niže uvedené hodnoty byly tak nízké, že se z tohoto důvodu v grafu neuvádějí. Dále tedy odpovídali zavedení školení, toto uvedlo 11 respondentů (5 % z celkového počtu), mobilní DG s 5 odpověďmi (2 % z celkového počtu). Nejméně uváděné opatření byly prostředky DAM a zátěžové testy. Tyto opatření uvedlo 5 respondentů což tvořilo dohromady 2% .



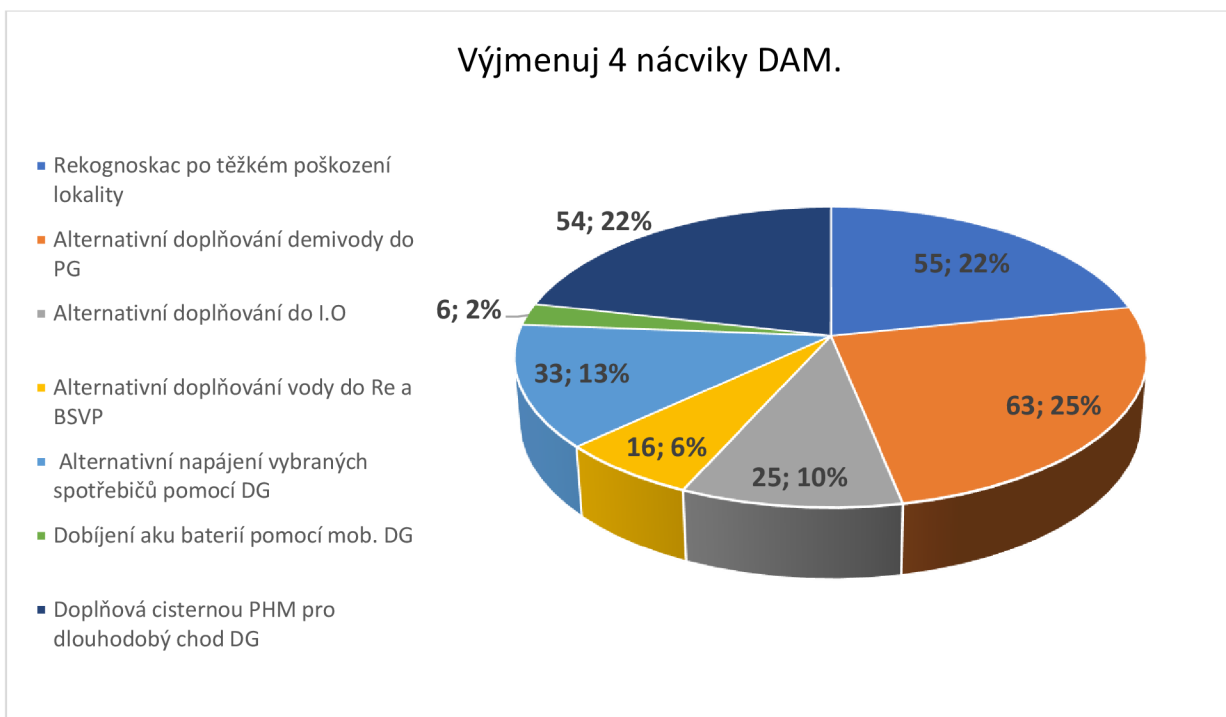
*Graf č. 3 - Prostředky DAM využívané u HZSp JE Temelín?*

Tento graf č.3 se zabývá otázkou číslo 4. Tady museli respondenti vypsát 4 prostředky podle jejich uvážení pro správné zodpovězení otázky. U této otázky zodpovědělo dobře 61 osob, což se jedná o 88 % z celkového počtu. Nejčastější odpovědi bylo:

- traktobagr TEREX s 57 odpověďmi (17 % z celkového počtu),
- automobilová cisterna PHM s 46 odpověďmi (14 %),
- čerpadla s 44 odpověďmi (13 %),
- nákladní automobil Actros s 38 odpověďmi (11 %),
- T kusy s 29 odpověďmi (9 %),
- rozbrus s 23 odpověďmi (7 %),
- hydraulická kladiva s 23 odpověďmi (7 %),
- cisternová automobilová stříkačka (CAS) 32 s 22 odpověďmi (7 %),
- cisternová automobilová stříkačka (CAS) 24 s 19 odpověďmi (6 %),
- centrály s 11 odpověďmi (3 %).

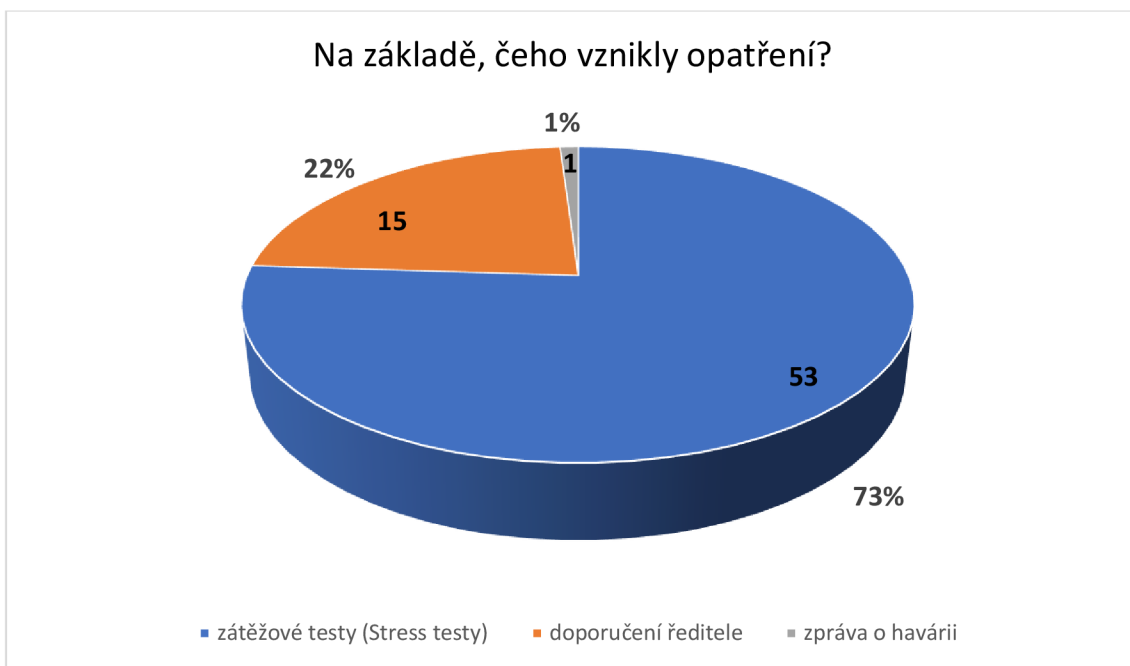
Zbytek odpovědí byl v jednotkách a dosahoval úrovně 0 až 1 %.





*Graf č. 4 – Výjmenuj 4 nácviky DAM.*

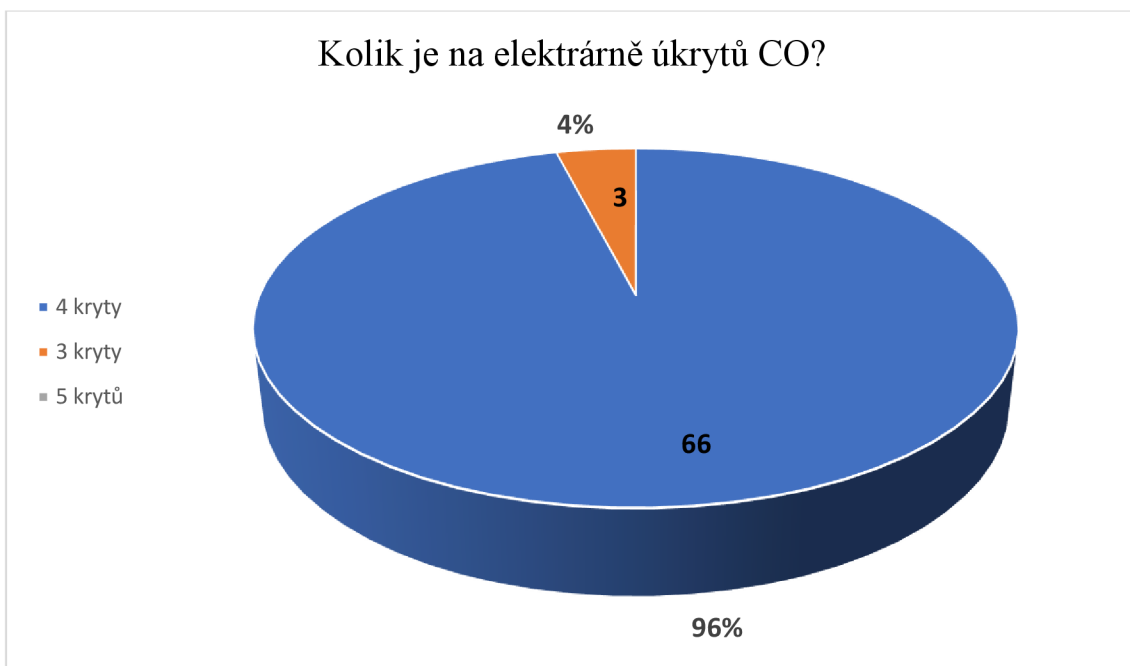
Grafu č. 4 zobrazuje otázku číslo 5, kde splnilo zadání 47 respondentů (jedná se o 68 % z celkového počtu). Ze všech správných odpovědí byl sestaven graf, který ukazuje, jaké odpovědi byli nejčastější. Nejvíce volenou odpovědí bylo doplňování vody do PG s 63 odpovědi (25 % ze všech správných odpovědí). Poté uváděli rekognoskaci po těžkém poškození lokality mělo 55 odpovědi (22 % ze všech správných odpovědí), doplňování nafty pro dlouhodobý chod DG s 54 odpovědi (21 %), alternativní napájení vybraných spotřebičů pomocí mobilních DG 33 odpovědi (13 %), alternativní doplňování do I.O s 25 hlasy (10 %), alternativní doplňování do Re a BSVP s 16 odpovědi (6 %) a dobíjení aku baterií pomocí mobilního DG s 6 odpověďmi (2 %).



*Graf č. 5 - Na základě, čeho vznikaly opatření?*

Graf č.5 vyjadřuje, že na otázku č. 6 správně odpovědělo 53 respondentů (77 % z celkového počtu dotazovaných) variantu A „zátěžové testy (Stress testy)“.

Naopak 15 respondentů (22 % z celkového počtu respondentů) odpovědělo chybně variantu C „zpráva o havárii“ a pouze jeden (1 % z celkového počtu) respondent chyboval u odpovědi B „doporučení ředitele“.



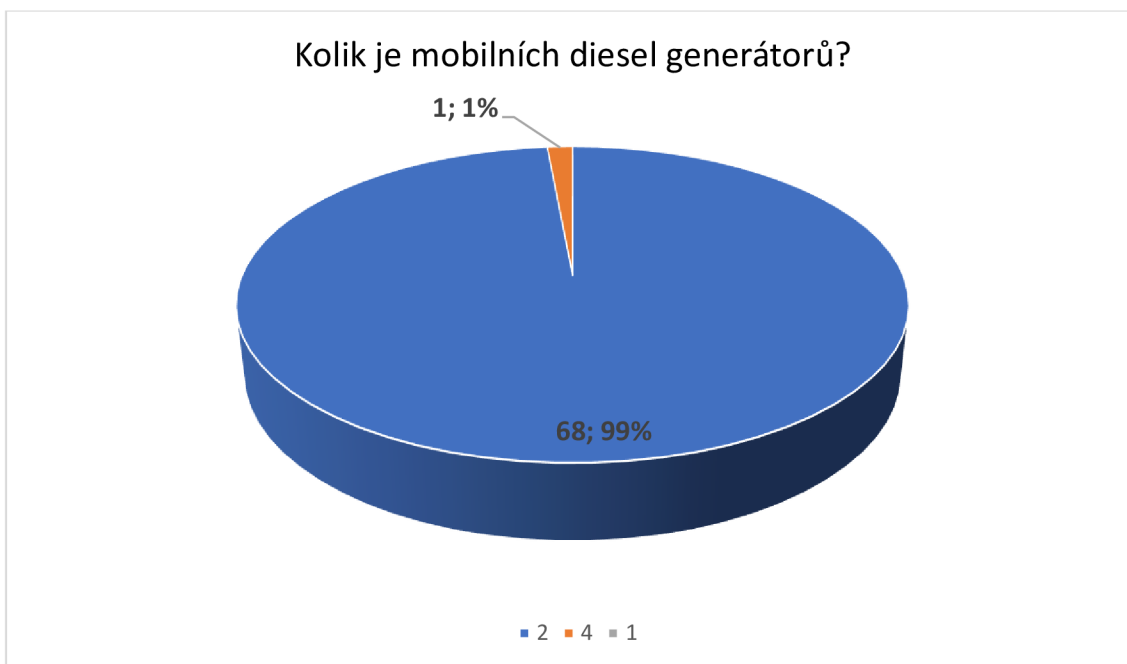
*Graf č. 6 – Kolik je na elektrárně úkrytů CO?*

Graf č. 6 popisuje otázku č. 7 na kterou správně odpovědělo 66 (96 % ze všech odpovědí) dotazovaných s variantou B. tedy „4 úkryty“. Zatímco 3 (4 % z celkového počtu) respondenti odpověděli špatnou variantou za A tedy „3 úkryty“. Variantu C „5 úkrytů“ ne zvolil nikdo z dotazovaných.



*Graf č. 7 – Kde se nachází místa na doplňování vody do parogenerátoru?*

Graf č. 7 ukazuje odpovědi na otázku „Kde se nachází přípojná místa pro doplňování vody do PG?“. Tato otázka v dotazníku byla uvedena pod číslem 8. Na tuto otázku odpovědělo správně 66 respondentů (96 % z celkového počtu), zvolili správnou variantu B „západní strana obestavby“. Zbylé dvě odpovědi si vedly takto, C „severní straně obestavby“ odpověděli 2 zúčastnění (3 %) a A „východní strana strojovny“ zvolil 1 respondent, což je 1 %.



*Graf č. 8 – Kolik je mobilních diesel generátorů?*

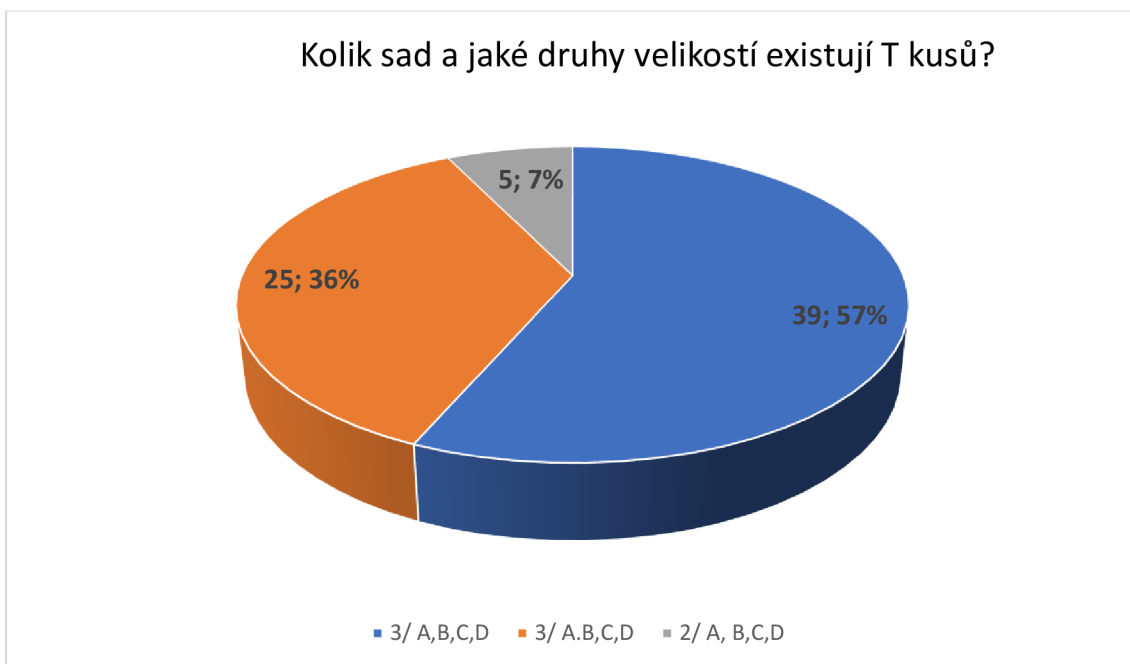
U grafu č. 8 je zobrazena odpověď na otázku „Kolik je mobilních diesel generátorů?“. U této otázky odpovědělo správně 68 respondentů (99 % z celkového počtu), tedy za C „2“ a špatnou odpověď zvolil jeden zúčastněný, který zvolil odpověď B „4“. Odpověď A „1“ nezvolil nikdo.

Otázka číslo 10, zněla „Kde se nachází SBO diesel generátory a jejich počty?“.

Zde bylo na výběr z následujících odpovědí:

- A. 2 ks, u skladu chemikálií a bazénu s rozstříkem
- B. 2 ks, u BAPP<sub>2</sub> a vlečkové vrátnice
- C. 3ks, u administrativní budovy, dekarbonizace a vodojemu

Zde byla správná odpověď za A, kterou všech 69 dotazovaných zvolilo. U této otázky byla 100% úspěšnost v odpovědích.



*Graf č. 9 – Kolik sad a jaké druhy velikostí existují T kusů?*

U otázky číslo jedenáct odpovědělo správnou odpovědí za C., 3/ A,B,C,D,E“ 39 zúčastněných, jedná se o 57 %. U odpovědi B „2/ A,B,C,D“, která byla špatnou odpovědí, chybovalo 5 dotazovaných (5% z celkového počtu). Špatnou odpověď za A „3/ A,B,C,D“ zvolilo 25 respondentů ( 36 % z celkového počtu).

Hypotéza byla zjišťovaná na základě analýzy dotazníku. Prvním krokem k úspěšnému prokázání byl zhodnotit a zanalyzovat celý dotazník, zda jsou v dotazníku adepti, kteří v něm neudělali žádnou chybu. Respondentů, kteří vyplnili dotazník bez chyby bylo 29, což se jedná o 42 % procent ze všech zúčastněných. Dále bylo těchto 29 dotazníků zkoumáno podle první odpovědi, která rozdělila respondenty do tří skupin podle délky praxe na JE Temelín. Tímto krokem bylo zjištěno, že z 29 dotazníků byly ve skupině s praxí do 2 let pouze dva dotazníky. Druhá skupina byla s praxí od 2 do 10 let, zde odpovědělo správně 9 osob, což se jedná o 35 %. Poslední zkoumanou skupinou byla s délkou praxe nad 10 let. V této skupině odpovědělo 18 osob správně. Tím se jedná o 67 % z celkového počtu.

Z tohoto rozboru vyplívá, že hasiči s větší praxí mají více znalostí než osoby s menší dobou praxe.

**Hypotézu je možno potvrdit.**

Rozdělení skupin	Celkový počet odpovědí	Správné odpovědi	Procenta	Pořadí
<i>do 2 let</i>	16	2	13 %	<b>3.</b>
<i>2 až 10 let</i>	26	9	35 %	<b>2.</b>
<i>nad 10 let</i>	27	18	67%	<b>1.</b>

*Tabulka č. 2 – Analýza hypotézy*

## 12 Diskuze

V práci byl použit dotazník, který po provedeném rozboru zajistil odpovědi na hlavní cíl, dílčí cíle a hypotézu, které byly na začátku práce vytyčeny.

V analytickém rozboru pomocí grafů je patrné, ve kterých otázkách se respondentům dařilo, a ve kterých značně chybovali. V této části práce provedeme rozbor otázek, ve kterých bylo nejvíce chyb a naopak, kde se respondentům dařilo.

Otázka s nejvyšší chybovostí byla uzavřená otázka číslo 11. Jednalo se o počty sad a velikosti T kusů. Na výběr bylo u této otázky z tří možností, u kterých 1 možnost byla záměrně s jinými počty sad, než je ve skutečnosti. Další dvě odpovědi měli stejný počet sad, ale odlišné velikosti T kusů o jednu velikost.

Myslím si, že nakonec zvolená špatná odpověď byla v souvislosti s požárními hadicemi, který mají stejné značení, jako špatná odpověď, tudíž končí u velikosti D. Další možností, proč na tuto otázku bylo tolik chyb je, že u velikosti T kusů jsou si 2 velikosti velmi podobné.

Na základě této otázky bych doporučoval proškolení na tematiku T kusů, kde by si hasiči osvojili své poznatky a opět je viděli.

Druhou nejvíce chybovanou otázkou byla otázka číslo 5, která se zaměřovala na tematiku nácviků DAM. Zde se jednalo o otázku otevřenou, kde účastníci vypisovali 4 nácviky pro správnou odpověď. Měli za úkol vypsát 4 nácviky z 10 možných. Chybnost u této otázky byla způsobena neuvědoměním si, že nácvik 1 – Rekognoskace po těžkém poškození lokality se skládá z několika činností. Hasiči do odpovědi psali průjezdnost cest a měření pomocí vývozních detektorů, avšak tyto dvě činnosti jsou součástí prvního nácviku, tudíž nemohla být jejich odpověď uznána, protože jim v celkovém součtu chyběl vypsáný jeden nácvik. Dotazovaní u této otázky prokázali své vědomosti k ostatním nácvikům. Nejvíce v této otázce chybovala opět skupina s praxí do 2 let. Je to způsobeno tím, že tato skupina zatím nezažila na elektrárně žádný nácvik DAM z důvodu covidových opatření, kdy byly tyto nácviky zrušeny. Proto se domnívám, že v budoucnu, když by byl dotazník znovu vyplněn, tak by tato skupina projevila větší znalosti.



Poslední vybranou otázkou, kde se chybovalo byla otázka uzavřená s výběrem tří odpovědí. Jednalo se o otázku „*Na základě, čeho vznikali opatření?*“ U této otázky odpovědělo špatně 23 %. Jednalo se o špatnou odpověď C „*zpráva o havárii*“. Myslím si, že respondenti to vzali z pohledu, když se něco stane, tak se udělá závěr a z toho se vychází. Domnívám se, že kvůli tomu toho volili špatnou odpověď.

Na druhou stranu se v dotazníku dosáhlo u 3 otázek 100 % úspěšnost odpovědí. Jednalo se o otázky „*Co se stalo 11.3.2011 v Japonsku?*“, zde všichni zvolili správnou odpověď A „*havárie*“. Je to z důvodu povědomosti nás všech o nedávné události, jelikož od ní uplynulo pouze 11 let. Další důvod úspěšnosti u této otázky je ten, že hasiči procházejí pravidelným školením na těžké havárie a zvládání radiální mimořádné události.

Druhou nejúspěšnější otázkou, která měla 100 % správné odpovědi se stala uzavřená otázka číslo 10. Respondenti měli na výběr ze tří možných odpovědí o umístění a počtech SBO diesel generátorů. Zde je nutné mít školení, aby člověk mohl do těchto prostor vstupovat. Je to školení pouze o těchto agregátech. Dalším faktorem úspěšnosti může být to, že se v těchto objektech pravidelně provádí preventivní požární kontroly. Další činností spojenou s těmito diesel generátory je čerpání nafty z nebo do nádrží těchto diesel generátorů při nácvikách nebo potřebě oprav, kdy hasiči na žádost zajišťují právě čerpání.

Třetí otázka byla formou otevřené. Tady bylo za úkol napsat 3 opatření, které se na ETE uplatnily. Odpovídající si volili různé odpovědi, avšak koupě speciální techniky byla obsažena ve 29 % procentech ze všech možných odpovědí. Z tohoto soudím, že je to díky parkování techniky v garážích požární stanice a pravidelným opakováním jak teoretických, tak praktických znalostech s touto technikou.

Z analýzy dotazníku vyplývá, že u nejvíce chybující odpovědi odpovědělo špatně 43 % respondentů, což znamená, že přes více jak polovinu respondentu i na nejhorší otázku zvládlo odpovědět dobře. Celkový aritmetický průměr procentuálních odpovědí je 88 %. Tudíž si dovolím tvrdit, že povědomost hasičů je na dobré úrovni a provedeným školením na nejvíce chybující otázku se úroveň vědomostí ještě zlepší.

### **13 Závěr**

Cílem této bakalářské práce bylo zmapovat povědomost o postfukušimských opatřeních z pohledu Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín. Dalším cílem bylo potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, zda zaměstnanci s delší praxí mají více teoretických zkušeností než zaměstnanci s kratší praxí. Tato hypotéza byla potvrzena na základě rozboru bezchybných odpovědí v dotazníku. Kdyby tento dotazník byl znovu vykonáván v době, kdy osoby s nejnižší praxí podstoupili DAM nácviky, tak by výsledky pravděpodobně byly jiné.

Teoretická část probírala o havárii ve Fukušimě a následně o JE Temelín, kde se mimo jiné probírali témata její funkčnosti, opatřeních po havárii a Hasičském záchranném sboru podniku JE Temelín. V praktické části byly provedeny dotazníky s 69 zaměstnanci Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín. Pro tento dotazník bylo vybráno 11 otázek, na které museli hasiči odpovědět.

Na základě rozboru dokumentů v teoretické části a vyhodnocení praktické části jsem došel k závěru, že cíl bakalářské práce byl splněn.

Bakalářská práce může posloužit pro potřeby ověření informací o opatřeních a jejich následného školení u HZSp.

## 14 Seznam literatury

- 1) 90E000220 – PERIODICKÁ PŘÍPRAVA A PŘÍPRAVA DODAVATELŮ JE, Kolektiv autorů. Vstupní školení pro jaderné elektrárny ETE a EDU. ETE, 2020.
- 2) BREHOVSKÁ, Lenka. Evakuace ze zón havarijního plánování v závislosti na diferenciaci populace. Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny, 2016. ISBN 978-80-7422-466-9.
- 3) DUBSKÝ, Ladislav, PILEČKOVÁ, Petra, OTC033-Místní manipulační listy pro použití prostředků DAM, JE Temelín, interní dokument, dostupný z interního uložení
- 4) Fukushima Accident [online]. United Kingdom: World Nuclear Association, 2021 [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/fukushima-daiichi-accident.aspx>
- 5) HARBISON. SAFETY ASSESSMENT PRINCIPLES FOR NUCLEAR PLANTS. UK: HMSO, 1992. ISBN 0-11-882043-5.
- 6) HONČARENKO, Radim, PILEČKOVÁ, Petra, OTC034-Požadavky na provozuschopnost prostředků DAM, JE Temelín, interní dokument, dostupný z interního uložení.
- 7) KAREL, Hořovský. Dokumentace zdolávání požáru: SO - 490 - Strojovna. r02. 2006.
- 8) KAREL, Hořovský. Dokumentace zdolávání požáru: SO - 500 - Rozvodna. r02. 2006.
- 9) KAREL, Hořovský. Dokumentace zdolávání požáru: SO - 590/01 - Demineralizace. r01. 2005.
- 10) KAREL, Hořovský. Dokumentace zdolávání požáru: SO - 638/01 - Řídící centrum. r00. 2005
- 11) KAREL, Hořovský. Dokumentace zdolávání požáru: SO - 656/01 - Požární stanice. r00. 2005.
- 12) , Hořovský. Dokumentace zdolávání požáru: SO - 703/01 - Naftové a olejové hospodářství. r01. 2006.
- 13) KAREL, Hořovský. Dokumentace zdolávání požáru: SO - 800/04-06 - Budova reaktoru. r01. 2006.
- 14) KAREL, Hořovský. Dokumentace zdolávání požáru: SO - 801/01 - Budova pomocných provozů. r02. 2006.

- 15) KŘÍŽEK, Luboš. Rekognoskace po těžkém poškození lokality: Zásahová karta HZSp ETE. Temelín: interní, 2017. HZSp\_ETE\_ZK\_01\_17\_r01.
- 16) KŘÍŽEK, Luboš. Změna přístupu k zajištění požární ochrany na Jaderné elektrárně Temelín po havárii na jaderné elektrárně Fukušima [online]. České Budějovice, 2016 [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://dspace.jcu.cz/bitstream/handle/123456789/34507/DP-KRIZEK.pdf?sequence=1>. Diplomová práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Zdravotně sociální fakulta. Vedoucí práce Mgr. Štěpán Kavan Ph.D.
- 17) KUŤKA, Karol. Japonsko. Bratislava: ČSTK-Pressfoto, 1989. ISBN 9788022600033.
- 18) NOVOTNÝ, Martin. Provozní řád strojní služby HZSp ETE: Pokyn velitele HZSp ETE. 4. ETE, 2022. TDPO-PPD-POKYN 6-r04.
- 19) Peer review country report Stress tests performed on European nuclear power plants: Czech republic [online]. [cit. 2022-04-26]. Dostupné z: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/aktualne/Country\\_Report\\_CZ\\_Final.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/aktualne/Country_Report_CZ_Final.pdf)
- 20) PIOSEK, Jaroslav, PILEČKOVÁ, Petra, OTC032- Návod pro použití prostředků DAM, JE Temelín, interní dokument, dostupný z interního úložiště
- 21) Post-Fukushima Daiichi Nuclear Accident Lessons Learned. 2013. SOER | 2013-2. Dostupný z technické knihovny ETE.
- 22) PŘED DVACETI LETY POPRVÉ SPUSTILI V TEMELÍNĚ JADERNÝ REAKTOR. SKUPINA ČEZ [online]. 2020 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/pred-dvaceti-lety-poprve-spustili-v-temeline-jaderny-reaktor-111045>
- 23) Příklady událostí: Příklady událostí hodnocených podle Stupnice INES. In: SÚJB [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/ines/priklady-udalosti>
- 24) Radiační ochrana v ETE: učební texty pro přípravu personálu. Brno, 2009.
- 25) SEDLÁK, Miloš. Dokumentace zdolávání požáru: SO - 945 - Sklad vyhořelého jaderného paliva. 00. 2010. 2011)

- 26) SMETANA, Marek, Danuše KRATOCHVÍLOVÁ a Danuše KRATOCHVÍLOVÁ. Havarijní plánování: varování, evakuace, poplachové plány, povodňové plány. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2989-0.
- 27) Souhrn průběhu nehody v JE Fukušima Dai-ichi [online]. In.: s. 7 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/aktualne/souhrn\\_final\\_draft-2 .pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/aktualne/souhrn_final_draft-2.pdf)
- 28) Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Bezpečnost jaderných zařízení: INES Mezinárodní stupnice hodnocené závažnosti jaderných událostí. 3/95. Ústav jaderných informací Zbraslav, a.s.: NUKLIN, 1995. BN 02.1.
- 29) Státní úřad pro jadernou bezpečnost. VÝBĚR A HODNOCENÍ PROJEKTOVÝCH A NADPROJEKTOVÝCH UDÁLOSTÍ A RIZIK PRO JADERNÉ ELEKTRÁRNY [online]. 2010, [cit. 2022-04-24]. BN-JB-1.7. Dostupné z: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/G2-EF-final\\_udalosti\\_a\\_rizika\\_PUBLIKACE.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/G2-EF-final_udalosti_a_rizika_PUBLIKACE.pdf)
- 30) SVOBODOVÁ, Markéta, Vladimír ŘÍHA a Bohumil KOLÁČEK. Studijní materiál pro kurz omega. Brno, 2018.
- 31) SÝKORA, Milan. Vyhodnocení stavu po realizaci „POST-FUKUŠIMSKÝCH OPATŘENÍ“. ETE: dostupný z interního intranetu, 2016.
- 32) Temelín Nuclear Power Plant. CUBIC - Electrical switchboard enclosures for low voltage power [online]. Brønderslev [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.cubic.eu/references/temelin-nuclear-power-plant-full-reference>
- 33) The five worst nuclear disasters in history. Process industry forum [online]. UK [cit.2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.processindustryforum.com/energy/five-worst-nuclear-disasters-history>.
- 34) TVRDÝ, Jiří. Analýza jaderné havárie ve Fukušimě [online]. Plzeň, 2013 [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/7246/1/BP%20Fukusima%20Jiri%20Tvrdy.pdf> Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Katedra elektroenergetiky a ekologie.
- 35) VEJBORNY, Václav. Těžké havárie jaderných elektráren. Brno: ČEZ, 2015.
- 36) WAGNER, Vladimír. Fukušima I poté. Praha: Novela bohémica, 2015. ISBN 978-80-87683-45-3..

- 37) WAGNER, Vladimír. Japonsko: přírodní katastrofa zasáhla čtyři jaderné elektrárny [online]. Řeži, 2011 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: [http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/fukusima/japonsko\\_Osel.htm](http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/fukusima/japonsko_Osel.htm)
- 38) Zákon č. 320/2015 Sb. Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů
- 39) Zátěžové testy JE - ČEZ, a.s.: Ocenění bezpečnosti a bezpečnostních rezerv JE Temelín (z pohledu skutečnosti havárie na JE Fukushima [online]. 2011 [cit. 2022-04-23]. ČEZ\_ETE \_001r00. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/temelin/zaverecna-zprava-zt-ete.pdf>

## 15 Zkratky

AB	administrativní budova
AC	automobilová cisterna
ADR	Accord Dangereusses Route
BAPP	budova aktivních pomocných provozů
BSVP	bazén skladování vyhořelého paliva
BWR	Boiling water reactor
°C	stupeň Celsia
CAS	cisternová automobilová stříkačka
CO	civilní ochrana
ČR	Česká republika
DA	dopravní automobil
DAM	diverzní a mobilní prostředky
DDV	dálková doprava vody
DG	diesel generátor
DGS	diesel generátorové stanice
DIN	Deutsches Institut für Normung
DV	demineralizovaná voda
EPS	elektrická požární signalizace
ETE	elektrárna Temelín
HŘS	havarijní řídicí středisko
HŠ	havarijní štáb
HVB	hlavní výrobní blok
HZSp	hasičský záchranný sbor podniku
CHNR	chladící nádrž s rozstříkem
INES	International nuclear and Radiological EvenScale
IZS	integrovaný záchranný systém
JE	jaderná elektrárna
KP	kontrolované pásmo
KTMT	kontejnment
M2C	bezpečnostní služba
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii

MB	Mercedes Benz
MU	mimořádná událost
NA	nákladní automobil
OHO	organizace havarijní odezvy
OPIS	operační a informační středisko
PG	parogenerátor
PHM	pohonné hmoty
PPLA	protichemický plynový automobil
PP	pracovní plošina, u HZS AP – automobilová plošina (požární)
PS	požární stříkačka
RDST	radiostanice
Re	reaktor
SBO	úplná ztráta elektrického napájení (Station blackout)
SI	směnový inženýr
SO	stavební objekt
SVJP	sklad vyhořelého paliva
TA	technický automobil
TVD	technická voda důležitá
TVEL	název firmy
TX	označení nádrže s demineralizovanou vodou
U	jednotka uranu
VE	vodní elektrárna
VRB	vedoucí reaktorového bloku
VT	vysokotlaká (část turbíny)
VW	volkswagen
VZ	velitel zásahu
WANO	World Association of Nuclear Operators
ZZS JČK	zdravotnická záchranná služba Jihočeského kraje



## **16 Seznam tabulek a grafů**

### **16.1 Tabulky**

**Tabulka č. 1** – počet respondentů

**Tabulka č. 2** – Analýza hypotézy

### **16.2 Grafy**

**Graf č. 1** – *Jak dlouho jste zaměstnán u Hasičského záchranného sboru podniku JE Temelín?*

**Graf č. 2** – *Jaké to přineslo opatření na JE Temelín?*

**Graf č. 3** - *Prostředky DAM využívané u HZSp JE Temelín?*

**Graf č. 4** – *Vyjmenuj 4 nácviky DAM*

**Graf č. 5** - *Na základě, čeho vznikaly opatření?*

**Graf č. 6** – *Kolik je na elektrárně úkrytů CO?*

**Graf č. 7** – *Kde se nachází místa na doplňování vody do parogenerátoru?*

**Graf č. 8** – *Kolik je mobilních diesel generátorů?*

**Graf č. 9** – *Kolik sad a jaké druhy velikostí existují T kusů?*

## Dotazník k BP

**1. Jak dlouho jste zaměstnán u Hasičského záchranného sboru podniku JETemelín?**

- A) 0-2                                      B) 2-10                                      C) více

**2. Co se stalo v Japonsku dne 11.3.2011?**

- A) Havárie                      B) zprovoznění elektrárny                      C) zrušení elektrárny

**3. Jaké to přineslo opatření na JE Temelín? Vypsát minimálně 3**

.....

**4. Prostředky DAM využívané u HZSp JE Temelín? Vypsát 5**

.....

**5. Vyjmenuj 4 nácviky DAM.**

.....

**6. Na základě, čeho vznikaly opatření?**

- A) zátěžové testy (Stress testy)      B) doporučení ředitele                      C) zpráva o havárii

**7. Kolik je na elektrárně úkrytů CO?**

- A) 3                                      B) 4                                      C) 5

**8. Kde se nachází přípojná místa na doplňování vody do parogenerátoru?**

- A) východní strana strojovny      B) západní strana obestavby      C) severní strana obestavby

**9. Kolik je mobilních DG?**

- A) 1                                      B) 4                                      C) 2

**10. Kde se nachází SBO diesel generátory a jejich počty?**

- A) 2ks, u skladu chemikálií a bazénu s rozstříkem  
B) 2 ks, u BAPP<sub>2</sub> a vlečková vrátnice  
C) 3 ks, u administrativní budovy, dekarbonizace, vodojemu

**11. Kolik sad a jaké druhy velikostí existují T kusů?**

- A) 3/ A,B,C,D                              B) 2/ A,B,C,D                              C) 3 / A,B,C,D,E