

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

## **Mimořádné události v jaderných elektrárnách**

Bakalářská práce

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. et Mgr. Miloš Fiala, Ph.D**

Vypracoval:

**Ondřej Šupík**

Praha, duben 2020

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne:

Podpis studenta:

.....

### Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:      Fakulta / katedra:      Datum vypůjčení:      Podpis:

---

### Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. et Mgr. Miloši Fialovi, Ph.D za rady a vedení této práce. Dále bych rád poděkoval oponentovi práce Ing. et Mgr. Josefu Viláškovi za konzultace ohledně práce.

## **Abstrakt**

**Název:** Mimořádné události v jaderných elektrárnách

**Cíle:** Cílem této práce je shrnutí informací o havarijních plánech jaderných elektráren Temelín, Dukovany a havárii v jaderné elektrárně Černobyl.

**Metody:** Jako metody jsou v této práci použity metody deskriptivně-analytického charakteru. K vypracování této práce byly použity studijní prameny a jejich následná rešerše.

**Výsledky:** Výsledkem je souhrn informací o havarijních plánech jaderných elektráren Temelín a Dukovany a o havárii v JE Černobyl. Havárie v JE Černobyl byla největší havárií jaderné elektrárny v historii. Současné jaderné elektrárny na českém území kladou velký důraz na předcházení jaderným haváriím a na celkovou bezpečnost provozu.

**Klíčová slova:** analýza, událost, elektrárna, reaktor, opatření

## **Abstract**

**Title:** Emergencies in nuclear power plants

**Objectives:** The aim of this work is to summarize information about emergency plans of nuclear power plants Temelín, Dukovany and the accident at the Chernobyl nuclear power plant.

**Methods:** Descriptive-analytical methods are used as methods in this work. Study sources and their subsequent research were used to develop this work.

**Results:** The result is a summary of information on the emergency plans of the Temelín and Dukovany nuclear power plants and on the accident was the largest nuclear power plant accident in history. The current nuclear power plants in the Czech Republic place great emphasis on the prevention of nuclear accidents and on the overall safety of operation.

**Keywords:** analysis, event, power station, reactor, measure

# Obsah

1 Úvod.....	9
2 Teoretická východiska .....	9
2.1 Integrovaný záchranný systém.....	9
2.2 Základní složky IZS.....	10
2.2.1 Hasičský záchranný sbor České republiky .....	10
2.2.2. Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany.....	11
2.2.3 Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby.....	11
2.2.4. Policie České republiky .....	11
2.3 Ostatní složky IZS .....	12
2.4 Havárie.....	13
2.4.1 Havarijný postup.....	13
2.4.2 Havarijní připravenost .....	13
2.5 Jaderné zařízení (URL <sub>5</sub> ).....	13
2.6 Jaderná bezpečnost .....	13
2.7 Mimořádná událost .....	14
2.7.1 Druhy mimořádných událostí .....	14
2.7.2 Radiační mimořádná událost .....	14
2.8 Vnější a vnitřní havarijní plánování jaderných elektráren v ČR .....	15
2.8.1 Havarijní plánování a systémový přístup.....	15
2.8.2. Tvorba havarijního plánu (Smetana, Kratochvílová ml., Kratochvílová, 2010). .....	15
2.8.3 Zóna havarijního plánování .....	16
2.8.4 Vnější havarijní plán pro jaderné zařízení .....	16
2.8.5 Vnitřní havarijní plán pro jaderné zařízení .....	17
2.9 Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB).....	17
2.10 Státní úřad radiační ochrany (SÚRO).....	19
2.11 Úložiště jaderného odpadu v České republice.....	19
3 Cíl práce, úkoly a metody .....	20
3.1 Cíl práce.....	20
3.2 Úkoly .....	20
3.3 Metodika a postup řešení .....	20
4 Vnější a vnitřní havarijní plány jaderné elektrárny Temelín .....	20
4.1 Základní informace pro případ radiační havárie JE Temelín .....	22

4.1.1	Jak postupovat při vzniku radiační havárie.....	22
4.1.2	Ukrytí .....	22
4.1.3	Stravování .....	23
4.1.4	Jódová profylaxe.....	23
4.1.5	Evakuace .....	23
5	Vnější a vnitřní havarijní plány jaderné elektrárny Dukovany .....	23
5.1	Základní informace pro případ radiační havárie JE Dukovany .....	26
6	Havárie jaderné elektrárny Černobyl.....	26
6.1	Jaderná energetika.....	26
6.2	Černobylská elektrárna .....	28
6.3	Volba reaktoru .....	29
6.4	Výbuch Černobylského reaktoru .....	31
6.5	Situace po výbuchu reaktoru v Černobylské elektrárně .....	34
6.5.1	Počet obětí katastrofy v jaderné elektrárně Černobyl.....	37
6.5.2	Choroby, které jsou následkem Černobylské havárie.....	37
6.5.3	Ekologické důsledky.....	38
6.6	Situace v SSSR vedoucí k výstavbě jaderných elektráren.....	38
6.7	Město Černobyl.....	40
7	Závěr .....	41
8	Zdroje.....	43
8.1	Tištěné zdroje.....	43
8.2	Elektronické zdroje .....	43
8.3	Legislativa.....	45
9	Seznam obrázků.....	45

## Seznam použitých zkratek

IZS	integrovaný záchranný systém
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
PČR	Policie České republiky
MU	mimořádná událost
JPO	Jednotky požární ochrany
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
VHP	vnější havarijní plán
SÚRO	Státní úřad radiační ochrany
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
JE	jaderná elektrárna
ČR	Česká republika



# 1 Úvod

V současném světě jsou nároky na uspokojení stále přibývajících obyvatelstva v podobě dodávky energie větší. Rostoucí životní standart si vedle mnoha výhod vybírá i vysokou daň v podobě devastace životního prostředí také díky obrovskému množství energie, která se vyrábí v elektrárnách. Účinnost současných elektráren je čím dál větší, největší účinností se však mohou pochlubit elektrárny jaderné. Každá mince má vždy dvě strany a bohužel v tomto případě se jedná o riziko jaderné havárie s ohromnými následky v podobě úniku radioaktivního odpadu především do vod a atmosféry, jako se již v nedávné minulosti stalo. Když se toto riziko spojí s nezodpovědným jednáním lidí ve vedení a v politice, jako tomu bylo před černobylskou havárií, je jen otázka času, kdy dojde ke katastrofě s nedozírnými následky. Člověk by si řekl, že od havárie uplynulo již mnoho let a že je to historie, ale faktem zůstává, že jaderné elektrárny fungují dodnes a je v nich příslib pro budoucnost naší planety. Budou se tedy využívat i nadále a je důležité, aby lidé na tento milník v lidské historii nezapomněli a brali ho neustále jako odstrašující případ toho, co by se mohlo stát. Kolik již bylo v naší historii válek, na které navázaly další, ještě ničivější války? Odpověď by mohla znít: „Asi ne dost.“ A stejně se v současnosti jeví i černobylská havárie, na kterou navázala havárie v jaderné elektrárně Fukušima. Necht' tato práce poslouží také jako varování a upozornění na ničivou sílu jaderného štěpení a poslouží k orientaci v současném stavu jaderných elektráren v České republice.

## 2 Teoretická východiska

### 2.1 Integrovaný záchranný systém

Integrovaný záchranný systém je pojem, který byl uveden v platnost roku 2001, kdy vznikl i zákon o integrovaném záchranném systému. (Vilášek, Fiala, Vondrášek, 2014)

Integrovaný záchranný systém neboli IZS je efektivně koordinovaná spolupráce, na níž se podílejí záchranné a bezpečnostní složky spolu s orgány státní správy, samosprávy, fyzickými a právníckými osobami. Všechny tyto subjekty se podílejí na řešení mimořádných událostí včetně likvidačních prací nebo na její přípravě. (URL<sub>1</sub>)

Integrovaný záchranný systém je v zákoně č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému vymezen jako koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné

události a při provádění záchranných a likvidačních prací. Zákon dále stanovuje působnost jednotlivých složek integrovaného záchranného systému a dále stanovuje působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů samosprávních. Dále stanovuje práva a povinnosti osob právnických a fyzických. (Vilášek, Fiala, Vondrášek, 2014)

## **2.2 Základní složky IZS**

Mezi základní složky integrovaného záchranného systému patří podle (Vilášek, Fiala, Vondrášek, 2014):

- 1) Hasičský záchranný sbor České republiky,
- 2) Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,
- 3) Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby,
- 4) Policie České republiky.

### **2.2.1 Hasičský záchranný sbor České republiky**

Hasičský záchranný sbor České republiky byl zřízen dle zákona č. 238/2000 Sb., o hasičském záchranném sboru České republiky. HZS má za cíl a úkol ochraňovat životy lidí, zvířat, jejich majetku a životního prostředí před mimořádnými událostmi. (URL<sub>2</sub>)

Hasičský záchranný sbor je také definován v zákoně č. 320/2015 Sb., o hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru).

*(1) Hasičský záchranný sbor České republiky (dále jen „hasičský záchranný sbor“) je jednotný 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. (Zákon č. 320/2015 Sb.)*

HZS plní úkoly předepsané zákonem č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému. Dalšími zákony vymezující činnost HZS jsou zákony č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně. (Vilášek, Fiala, Vondrášek)

HZS hraje hlavní roli v přípravě a řešení mimořádných událostí, například při živelných pohromách. V roce 2001 došlo ke sloučení HZS s Hlavním úřadem civilní ochrany a od té doby se HZS velkou mírou podílí i na státních přípravách na mimořádné události.

Hasičské záchranné sbory krajů vykonávají svou činnost ve 14 krajích ČR. HZS také zřizuje linku 150 pro tísňová volání. (Vilášek, Fiala, Vondrášek, 2014)

### **2.2.2. Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany**

Jednotky požární ochrany neboli JPO slouží jako prevence proti požárům a jiným mimořádným událostem a jako nástroj k jejich následné represí. JPO mají konkrétně za úkol odstranit bezprostřední ohrožení života při živelných pohromách a mimořádných událostech. Dokument, který vymezuje jejich působení je zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně. Pro účinné plošné pokrytí republiky se JPO dělí do šesti kategorií. JPO I až VI. Toto plošné pokrytí závisí na stupni nebezpečí a po dohodě mohou jednotky vypomáhat i mimo svůj služební obvod. (Vilášek, Fiala, Vondrášek, 2014)

### **2.2.3 Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby**

Prvním zákonem, který se staral o péči o zdraví lidu byl Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu. (Zákon č. 20/1966 Sb.)

Velký zlom v organizování ZZS přinesla roku 1992 vyhláška Ministerstva zdravotnictví České republiky č. 434/1992 Sb., o zdravotnické záchranné službě, která jako první definovala ZZS. (Vilášek, Fiala, Vondrášek, 2014)

Podle zákona č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě jsou určeny povinnosti a práva zdravotnické záchranné služby. Zdravotnická záchranná služba neboli ZZS poskytuje zajištění přednemocniční péče, která je neodkladná. Dále zajišťuje ZZS obsluhu tísňové linky 155. Územní střediska ZZS, kterých je celkem čtrnáct, jsou strategicky rozmístěna tak, aby byla schopna poskytnout pomoc postiženým na místě do dvaceti minut od zavolání. (Vilášek, Fiala, Vondrášek, 2014)

### **2.2.4. Policie České republiky**

Policie ČR působí od roku 1991 na základě zákona č. 283/1991 Sb., o Policii České republiky. Jedná se o výkonný orgán a centrálně řízenou organizaci, která spadá pod správu Ministerstva vnitra. Při MU je jako součást IZS zodpovědná za uzavírání prostorů, regulaci dopravy, vyšetřování vzniku MU, identifikaci zemřelých, řešení ochrany majetku a další úkony, které jí nařídí velitel zásahu. Velitelem zásahu je většinou člen HZS. (Vilášek, Fiala, Vondrášek, 2014)

Současné úkoly Policie České republiky definuje zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky ve znění pozdějších předpisů. Povinnosti PČR spočívají především v uzavírání prostorů, regulacích vstupů, dopravy, identifikacích zemřelých a ochraně movitého a nemovitého majetku. (Zákon č. 273/2008 Sb.)

Policie ČR se řídí etickým kodexem, který obsahuje cíle Policie ČR, kterými jsou (URL<sub>3</sub>):

- a) chránit bezpečnost a pořádek ve společnosti,
- b) prosazovat zákonnost,
- c) chránit práva a svobody osob,
- d) preventivně působit proti trestné a jiné protiprávní činnosti a potírat jí,
- e) usilovat o trvalou podporu a důvěru veřejnosti.

Základními hodnotami Policie České republiky potom jsou profesionalita, nestrannost, odpovědnost, ohleduplnost a bezúhonnost. (URL<sub>3</sub>)

### **2.3 Ostatní složky IZS**

Ostatní složky IZS jsou k dispozici při MU a v případě nutnosti poskytují pomoc základním složkám IZS. (URL<sub>4</sub>)

Mezi ostatní složky IZS, které mohou pomáhat při MU patří podle zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému:

- a) vyčleněné síly a prostředky,
- b) ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory,
- c) ostatní záchranné sbory,
- d) orgány ochrany veřejného zdraví,
- e) havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,
- f) zařízení civilní ochrany,
- g) neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím.

## 2.4 Havárie

Havárie je mimořádná událost, ke které může dojít při provozu budov a technických zařízení, při manipulaci s chemickými látkami, odpady a jejich převážení. Jako havárie se označuje i ohrožení nebo zhoršení jakosti povrchových, popřípadě podzemních vod. Jakost podzemních vod může být ohrožena ropnými látkami nebo radionuklidy. Jako havárie se dále označuje technická porucha při skladování, zachycování nebo dopravě rizikových látek. (URL<sub>5</sub>)

### 2.4.1 Havarijní postup

Alternativní postup, který se uplatňuje v případě výskytu situace, která je neobvyklá, ale předpokládaná. (URL<sub>5</sub>)

### 2.4.2 Havarijní připravenost

Schopnost vykonávat opatření, která stanovuje havarijní plán, na základě včasného rozpoznání např. radiační mimořádné události. (URL<sub>5</sub>)

## 2.5 Jaderné zařízení (URL<sub>5</sub>)

- a) Stavby a provozní celky, jejichž součástí je jaderný reaktor využívající štěpnou řetězovou reakci,
- b) zařízení pro výrobu, zpracování, skladování a ukládání jaderných materiálů, kromě úpraven uranové rudy a skladů uranového koncentráту,
- c) úložiště radioaktivních odpadů, s výjimkou úložišť obsahujících výlučně přírodní radionuklidy,
- d) zařízení pro skladování radioaktivních odpadů, jejichž aktivita přesahuje hodnoty stanovené příslušným právním předpisem.

## 2.6 Jaderná bezpečnost

*„Stav a schopnost jaderného zřízení a osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovanému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo nedovolenému úniku radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezovat následky nehod.“* (URL<sub>5</sub>)

## 2.7 Mimořádná událost

*„Mimořádná událost je škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy a také haváriemi, které ohrožují život, zdraví, majetek a životní prostředí, a které vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací.“* (Vilášek, Filala, Vondrášek, 2014)

### 2.7.1 Druhy mimořádných událostí

1. Přírodní (naturogenní) mimořádné události (URL<sub>6</sub>):
  - a. abiotické mimořádné události – způsobené neživou přírodou,
  - b. biotické mimořádné události – způsobené živou přírodou,
  - c. kosmogenní mimořádné události – způsobné kosmickými vlivy.
2. Antropogenní mimořádné události:
  - a. technogenní mimořádné události – provozní havárie spojené s infrastrukturou,
  - b. sociogenní mimořádné události – společenské a sociální,
  - c. ekonomické mimořádné události – mající hospodářský charakter.
3. Mimořádné události způsobené smíšenými příčinami.

Radiační havárie velkého rozsahu patří mezi technogenní mimořádné události. (URL<sub>6</sub>)

### 2.7.2 Radiační mimořádná událost

*„Mimořádnou událostí se v tomto případě rozumí událost důležitá z hlediska jaderné bezpečnosti nebo radiační ochrany, která vede nebo může vést k nepřijatelnému ozáření zaměstnanců, popřípadě dalších osob nebo k nepřijatelnému uvolnění radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do prostor jaderného zařízení nebo pracoviště nebo životního prostředí, případně ke vzniku radiační nehody nebo radiační havárie, a tím i ke vzniku radiační mimořádné události.“* (Smetana, Kratochvílová ml., Kratochvílová, 2010)

## 2.8 Vnější a vnitřní havarijní plánování jaderných elektráren v ČR

### 2.8.1 Havarijní plánování a systémový přístup

Havarijní plánování si klade za svůj cíl vytvoření plánu, který bude možné použít v případě vzniku mimořádné události. Havarijní plány je důležité vypracovávat kvůli možnosti vzniku havárie a dalších mimořádných událostí. Výsledkem havarijního plánování mohou být takzvané havarijní dokumenty, které obsahují popsané činnosti a opatření, které jsou prováděné při vzniku závažné havárie. Postupy vedoucí ke zmírnění dopadů uvnitř daného objektu nebo u zařízení se nazývají „vnitřní havarijní plán“. Postupy zmírňující dopady v okolí objektu, popřípadě zařízení se nazývají „vnější havarijní plán“. Pro provádění záchranných a likvidačních prací na území kraje se potom zpracovávají havarijní plány kraje. Pro vznik havarijních plánů je potřeba vycházet z provedených analýz rizik v daném objektu a nezanedbat žádnou hrozbu. (Smetana, Kratochvílová ml., Kratochvílová, 2010)

Analýza by měla, podle Smetany, Kratochvílové ml. a Kratochvílové, 2010, odpovídat na následující otázky:

- Co nejhoršího, z hlediska následků se může stát?
- Jaká je nejhorší varianta dalšího vývoje vzniklé mimořádné události?
- Jak se budou vyvíjet následky v případě neprovedení žádného zásahu?
- Jak daleko budou působit vlivy mimořádných událostí?
- Existují v tomto okamžiku nějaká opatření, která mohou ovlivnit následky mimořádné události?
- Kdy a jak začít se zásahem, se záchrannými a likvidačními pracemi?
- Jaké síly a prostředky budou použity k provedení záchranných a likvidačních prací?

### 2.8.2. Tvorba havarijního plánu (Smetana, Kratochvílová ml., Kratochvílová, 2010).

- Zadání úkolu – typ plánu (havarijní plán územního celku, objektu atd.)
- Stanovení cíle – např. zajištění rychlé reakce na vzniklou havárii a řešení jejích následků.

- Zpracování plánovacích předpokladů – například množství nebezpečných látek, jiná rizika, bezpečnostní opatření síly a prostředky, scénáře možných havárií.
- Zpracování alternativních řešení, jejich vyhodnocení a výběr nejvhodnějšího z nich – například možné postupy likvidace zdroje havárie a sanace škod.
- Zpracovávání podpůrných plánů – plány zabývající se například evakuací, předáním informací o vzniklé havárii, zabezpečení zdravotní pomoci.
- Zpracování rozpočtu.
- Kontrolní mechanismy.
- Vlastní zpracování plánu.
- Způsob uvedení do praxe – systém školení, cvičení, aktualizace plánu.

### **2.8.3 Zóna havarijního plánování**

*„Zóna havarijního plánování je oblast v okolí areálu jaderného zařízení nebo pracoviště IV. kategorie, ve které se na základě analýzy a hodnocení radiační mimořádné události uplatňují požadavky na přípravu zavedení neodkladných ochranných opatření podle § 104 odst. 1 písm. a) atomového zákona, dalších opatření ochrany obyvatelstva v důsledku předpokládaného překročení referenčních úrovní a jiných opatření ochrany obyvatelstva. Zónu havarijního plánování jaderného zařízení stanovuje Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Požadavky na stanovení zóny havarijního plánování stanoví vyhláška č. 359/2016 Sb. Zóna havarijního plánování musí být stanovena jako kruhová plocha v okolí areálu jaderného zařízení nebo pracoviště IV. kategorie (pracoviště IV. kategorie vymezuje § 19 odst. 4 vyhlášky č. 422/2016 Sb.)“ (URL<sub>7</sub>)*

### **2.8.4 Vnější havarijní plán pro jaderné zařízení**

Ke zpracování vnějšího havarijního plánu dochází především u jaderných zařízení. VHP zpracovává HZS kraje, kde se nachází jaderné zařízení. Vnější havarijní plán se zpracovává na základě zákona č. 18/1997 Sb. a vyhlášky č. 328/2001 Sb. Může dojít k situaci, kdy zóna havarijního plánování zasáhne i do jiného kraje. Potom dochází ke zpracování dílčí části VHP krajem, do něhož zóna havarijního plánování zasahuje. (Smetana, Kratochvílová ml., Kratochvílová, 2010)



### **2.8.5 Vnitřní havarijní plán pro jaderné zařízení**

Vnitřní havarijní plán slouží jako souhrn opatření, které jsou třeba učinit k likvidaci radiační havárie, popřípadě nehody a k omezení jejich následků. K jeho zpracování dochází kvůli prostorům jaderného zařízení, popřípadě pracovištím, v nichž se nachází zdroj ionizujícího záření. Radiační nehodou se v tomto případě rozumí taková událost, která má za následek uvolnění nadměrného množství radioaktivního materiálu nebo ionizujícího záření, popřípadě nadměrné ozáření fyzických osob. Jako radiační havárií se rozumí radiační nehoda, na jejímž základě je třeba použít naléhavá opatření na ochranu obyvatelstva. (Smetana, Kratochvílová ml., Kratochvílová, 2010)

## **2.9 Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB)**

*„Státní úřad pro jadernou bezpečnost je ústředním orgánem státní správy ve smyslu zákona č. 2/1969 (úplné znění zákona č. 122/1997 Sb. – § 2). V jeho čele stojí předseda, který je jmenován vládou ČR. Úřad má samostatný rozpočet a je přímo podřízen vládě ČR.“ (URL<sub>8</sub>)*

SÚJB sídlí v Praze, v ulici Senovážné náměstí 9. (URL<sub>8</sub>)

*„SÚJB vykonává státní správu při využívání jaderné energie a ionizujícího záření a v oblasti nešíření jaderných, chemických a biologických zbraní. Do jeho působnosti, dané zákonem č. 263/2016 Sb., zákonem č. 19/1997 Sb., a zákonem č. 281/2002 Sb., zejména patří:*

- *výkon státní správy, včetně kontroly v oblasti zajišťování jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, monitorování radiační situace, zvládání radiační mimořádné události, zabezpečení a nešíření jaderných zbraní v prostorách jaderného zařízení nebo pracoviště se zdroji ionizujícího záření;*
- *povolování výkonu činností podle atomového zákona, např. k umístování a provozu jaderného zařízení a pracoviště s velmi významnými zdroji ionizujícího záření, nakládání se zdroji ionizujícího záření a radioaktivním odpadem, přepravě jaderných materiálů a radionuklidových zdrojů;*
- *schvalování dokumentace, vztahující se k zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, monitorování radiační situace, zvládání radiační mimořádné události, zabezpečení a nešíření jaderných zbraní v prostorách jaderného zařízení nebo pracoviště se zdroji ionizujícího záření, limitů a podmínek provozu jaderných*

*zařízení, havarijních řádů k přepravám jaderných materiálů a vybraných radionuklidových zdrojů, vnitřních havarijních plánů jaderných zařízení a pracoviště; se zdroji ionizujícího záření;*

- *stanovení podmínek a požadavků radiační ochrany obyvatel a pracovníků se zdroji ionizujícího záření (např. stanovení limitů ozáření, vymezení kontrolovaných pásem), stanovení zóny havarijního plánování a požadavků na zvládnutí radiační mimořádné události držitelů povolení podle atomového zákona;*
- *sledování stavu ozáření obyvatelstva a pracovníků se zdroji ionizujícího záření;*
- *koordinace činnosti radiační monitorovací sítě na území České republiky a zajišťování mezinárodní výměny dat o radiační situaci;*
- *vedení státního systému evidence a kontroly jaderných materiálů, státních systémů evidence držitelů povolení, dovážených a vyvážených vybraných položek, zdrojů ionizujícího záření, evidence ozáření obyvatelstva a pracovníků se zdroji ionizujícího záření;*
- *odborná spolupráce s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii;*
- *poskytování údajů o hospodaření s radioaktivními odpady obcím a okresním úřadům na jimi spravovaném území a přiměřených informací o výsledcích činnosti úřadu veřejnosti a vládě České republiky;*
- *poskytování údajů o měření a hodnocení účinků radioaktivních, chemických a biologických látek na člověka a prostředí včetně hodnocení stupně ochrany individuálních a kolektivních prostředků ochrany člověka před těmito látkami;*
- *koordinace a zabezpečování činností při plnění úkolů plynoucích z Úmluvy o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a jejich zničení ve smyslu zákona č. 19/1997 Sb., a Úmluvy o zákazu bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní ve smyslu zákona č. 281/2002 Sb.*
- *výkon působnosti národních úřadů podle Smlouvy o všeobecném zákazu zkoušek jaderných zbraní, Úmluvy o zákazu bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní a Úmluvy o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a jejich zničení.“ (URL<sub>8</sub>)*

## **2.10 Státní úřad radiační ochrany (SÚRO)**

Státní úřad radiační ochrany je veřejná výzkumná stanice, která pokrývá radiační ochranu a zabývá se vývojem metod pro progresivní detekci radiace. SÚRO mimo jiné pověřen řízením radiační monitorovací sítě, která zajišťuje radiační situaci v ČR. Další, kdo se stará o řízení radiační monitorovací sítě je Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Výzkumná činnost SÚRO se zabývá ochranou před radioaktivním zářením. V současné době se jedná především o výzkum bezpečnosti, radiační monitorovací sítě a expozice přírodním zdrojům radioaktivního záření. (URL<sub>9</sub>)

## **2.11 Úložiště jaderného odpadu v České republice**

V ČR zodpovídá za ukládání radioaktivních odpadů Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO). V ČR se radioaktivní odpad ukládá hluboko pod zem. Radioaktivní odpad pochází z několika zdrojů, mezi které patří nejen energetika, ale také zdravotnictví, průmysl, výzkum nebo zemědělství. (URL<sub>10</sub>)

Radioaktivní odpady se dle aktivity dělí na (URL<sub>10</sub>):

- Přechodné
- Nízkoaktivní
- Středněaktivní
- Vysokoaktivní

Mezi nízkoaktivní odpady patří odpady ze zdravotnictví nebo výzkumu a ročně jich ČR vyprodukuje 450 tun. Ty se před uložením zpracovávají zahuštěním a zpevněním. Následně se vloží do sudů a zajistí se cementem nebo asfaltem. Sudy se vloží do větších sudů a prostor mezi nimi je vyplněn betonem. Následuje uzavření sudu a nátěr proti korozi. (URL<sub>10</sub>)

Mezi vysokoaktivní odpady patří vyhořelý jaderný materiál z jaderných elektráren Temelín a Dukovany, kterého se ročně vyprodukuje na 100 tun. Uložení vysokoaktivního odpadu je složitější, proto se do roku 2065 plánuje vybudování hlubinných úložišť. Vyhořelé palivo je tedy prozatím zchlazené a uložené v meziskladech jaderných elektráren v kontejnerech CASTOR. (URL<sub>10</sub>)

## **3 Cíl práce, úkoly a metody**

### **3.1 Cíl práce**

Cílem je utřídění a shrnutí informací z dostupných zdrojů a vytvoření práce, která popisuje a analyzuje jaderné elektrárny a radiační mimořádné události, které by mohly vzniknout na území ČR anebo již vznikly v bývalém SSSR a z kterých je třeba se poučit.

### **3.2 Úkoly**

- Shromáždění dostupných zdrojů a jejich nastudování,
- vytvoření rešerše nastudovaných zdrojů.

### **3.3 Metodika a postup řešení**

Tato práce byla vytvořena pomocí deskriptivně-analytických metod. Nejprve byly shromážděny prameny, z kterých byly použity informace pro vytvoření práce. Následovala rešerše těchto pramenů a úprava práce dle předem určených pokynů.

V první části, kterou tvoří především teoretická východiska jsou dány podklady pro následující deskriptivně-analytickou část práce. Deskriptivně-analytická část potom obsahuje informace o jaderných elektrárnách Temelín, Dukovany, Černobyl a historický kontext k černobylské havárii.

## **4 Vnější a vnitřní havarijní plány jaderné elektrárny Temelín**

Jaderná elektrárna Temelín, která byla uvedena do provozu v roce 2000 se nachází 24 kilometrů od města České Budějovice. Temelín používá reaktor VVER 1000 typu V 320. Pro svůj provoz potřebuje Temelín velké množství vody, které pro jadernou elektrárnu zajišťuje vltavské vodní dílo Hněvkovice. Od roku 2003 je Temelín v ČR energetickým zdrojem číslo 1. (URL<sub>11</sub>)

Jaderná elektrárna Temelín je díky své konstrukci schopna odolávat klimatickým vlivům, jako vítr, sníh, déšť, teplotní výkyvy. Dále je schopna odolávat zemětřesení, zatopení, dopadům letících předmětů a tlakovým vlnám způsobených explozemi. (URL<sub>11</sub>)

Vnitřní havarijní plán je pro jadernou elektrárnu Temelín stanoven kruhem o poloměru 5 kilometrů. (URL<sub>7</sub>)

Vnější havarijný plán je pro jadernou elektrárnu Temelín stanoven kruhem o poloměru 13 kilometrů. (URL<sub>7</sub>)

**Obrázek 1 - JE Temelín**



Zdroj: (URL<sub>11</sub>)



Obrázek 2 - Zóny havarijního plánování JE Temelín

Zdroj: (URL<sub>7</sub>)

## 4.1 Základní informace pro případ radiční havárie JE Temelín

Pro občany byla zpracována doporučení pro případ radiční havárie JE Temelín. Nachází se zde doporučený postup pro všechny občany postižené radiční havárií. (URL<sub>12</sub>)

### 4.1.1 Jak postupovat při vzniku radiční havárie

Doporučuje se respektovat situaci a sledovat oficiální zdroje, nerozšiřovat poplašné zprávy, varovat ostatní, zbytečně nepřetěžovat síť telefonováním, pomáhat ostatním, poslouchat nařízení a uvědomit si přednost lidského života před majetkem. (URL<sub>12</sub>)

### 4.1.2 Ukrytí

Ukrytí se doporučuje pouze na nezbytnou dobu maximálně dvou dnů. Pokud je člověk doma, měl by zachovat klid, poslouchat oficiální zdroje se všemi členy domácnosti společně v jedné místnosti. Vypnout ventilace a klimatizace. Přerušit spalování všech paliv, utěsnit okna a dveře. Po návratu domů by měl každý provést dekontaminaci, která

spočívá v sundání veškerého oblečení a jeho uschování v plastovém pytlí mimo hlavní místnosti domova. (URL<sub>12</sub>)

#### **4.1.3 Stravování**

Doporučuje se konzumovat pouze potraviny, které jsou chráněné neporušeným obalem. (URL<sub>12</sub>)

#### **4.1.4 Jódová profylaxe**

Občané jsou po jaderné havárii vyzváni oficiálním zdrojem k požití dávky jodidu draselného s předepsaným dávkováním. Pokud je to potřeba, přichází další výzva po 24–48 hodinách. (URL<sub>12</sub>)

#### **4.1.5 Evakuace**

Příprava a zahájení evakuace je vyhlášována oficiálními zdroji. Je doporučeno připravit si evakuační zavazadlo, které obsahuje stravu, dokumenty, cennosti, základní hygienické potřeby, oblečení a výbavu pro nocování. Při opouštění svého obydlí je potom občanům nařízeno vypnout a odpojit elektrické spotřebiče, uschovat nebo se zbavit potravin, vypnout veškeré spalování paliv a uzavřít hlavní uzávěr vody a plynu. Evakuace se může vykonat vlastním vozidlem. Je nutné se dostat na místo dekontaminace a informovat o svém příjezdu obecní úřad obce, kde se nachází trvalé bydliště dotyčného. (URL<sub>12</sub>)

## **5 Vnější a vnitřní havarijní plány jaderné elektrárny Dukovany**

Jaderná elektrárna Dukovany byla na českém území vybudována jako první jaderná elektrárna. Dukovany sestávají ze čtyř bloků, kde se vyrábí elektřina v tlakových reaktorech typu VVER 440. Elektrárna začala vyrábět energii v květnu roku 1985. Postupně došlo ke zvýšení výkonu o přibližně jednu čtvrtinu. Elektrárna dlouhodobě pokrývá České republice přes 20 % celkových nákladů na energetickou spotřebu, díky tomu je naše republika energeticky soběstačnější. Elektrárna má 3 000 zaměstnanců a je největším zaměstnavatelem svého regionu. (URL<sub>13</sub>)

Vnitřní havarijní plán je pro jadernou elektrárnu Dukovany stanoven kruhem o poloměru 10 kilometrů. (URL<sub>7</sub>)

*„Lokalita jaderné elektrárny Dukovany leží v jihovýchodní části správního obvodu OÚ ORP Třebíč jihozápadně od města Brna na pravém břehu Jihlavy. Elektrárna je vzdálena 45-50 km od státních hranic s Rakouskem. Terénní reliéf je severní částí členitý s údolím řeky Jihlavy, v jižní části přechází v rovinatý terén. V okruhu 20 km od jaderné elektrárny žije přibližně 100 000 obyvatel, převažují zde malá venkovská sídla, která jsou slabě osídlena.*

*Výběr lokality byl proveden tak, aby byly minimalizovány možné interakce jaderného zařízení s okolím. V bezpečnostní blízkosti se tudíž nenalézají velká průmyslová zařízení ani frekventované transportní cesty. Hustota průmyslových objektů je v okolí Dukovan značně nižší než na ostatním území České republiky.*

*Přestože je reaktor jaderné elektrárny Dukovany na nejvyšší možné úrovni, elektrárna má navíc v areálu i ve svém okolí instalován systém radiační kontroly, který upozorní na sebemenší možný únik radioaktivity. Samozřejmostí jsou rovněž systémy upozornění veřejnosti v blízkém i vzdálenějším okolí a plány vypracované pro případ neočekávané události (Vnější havarijní plán).*

*Vnější havarijní plán pro zónu havarijního plánování JE Dukovany je základním dokumentem, který řeší opatření k ochraně obyvatelstva, životního prostředí a majetku v případě vzniku radiační havárie (tj. ve smyslu vyhlášky SÚJB č. 318/2002 Sb. mimořádné události 3. stupně) na JE Dukovany.*

*Zóna havarijního plánování jaderné elektrárny Dukovany je oblast 20 km. V okolí JE Dukovany se na základě výsledků rozborů možných následků radiační havárie uplatňují požadavky z hlediska havarijního plánování. Z organizačního hlediska je okolí JE Dukovany – zóna havarijního plánování v níž se ochranná opatření plánují a připravují, rozdělena jednak do tří pásem představujících kružnice ( pásma) o poloměrech 5 km, 10 km, 20 km od JE, jednak na 16 kruhových výsečích po 22,5 stupně tak, aby osy těchto výsečí odpovídaly směřům větru počínaje 0 stupněm.“ (URL<sub>14</sub>)*



**Obrázek 3 - Poloha JE Temelín a Dukovany**



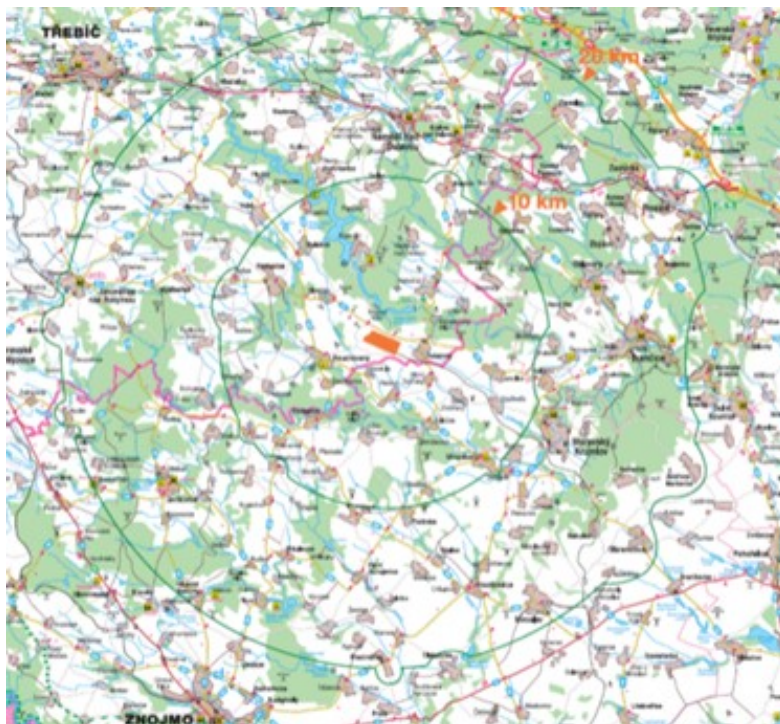
Zdroj: (URL<sub>19</sub>)

**Obrázek 4 - JE Dukovany**



Zdroj: (URL<sub>13</sub>)

**Obrázek 5 - Zóny havarijního plánování JE Dukovany**



Zdroj: (URL<sub>7</sub>)

## **5.1 Základní informace pro případ radiální havárie JE Dukovany**

Pro případ radiální havárie je stejně jako pro JE Temelín, vypracovaná příručka pro rok 2020-2021 obsahující totožné informace o postupu, ukrytí, stravování, jódové profylaxi a evakuaci při radiální havárii, jako příručka pro obyvatelstvo v okolí JE Temelín. (URL<sub>14</sub>)

# **6 Havárie jaderné elektrárny Černobyl**

## **6.1 Jaderná energetika**

Zásoby paliv jako je uhlí, ropa a zemní plyn, které jsou nezbytným předpokladem pro prosperitu naší společnosti, nedávají naší planetě kvůli jejich omezenému množství dobré vyhlídky do budoucna. Především spalování fosilních paliv velmi škodí našemu životnímu prostředí. Jako alternativu nám planeta Země nabízí energii v podobě obnovitelných zdrojů, například sluneční záření. Využití těchto obnovitelných zdrojů bohužel pokrývá jen málo z celkové spotřeby energie na zemi a je závislé na přírodních zdrojích a geografických podmínkách. Cestu z této složité situace nabízí energie

z jaderných reakcí. Tato cesta je mnohem efektivnější než běžné způsoby výroby energie. (Raček, 2005)

Lze uvést několik důvodů pro rozvoj jaderné energetiky. Mezi tyto důvody patří například zlepšení kvality životního prostředí tím, že se omezí spalování fosilních paliv. Fosilní paliva mohou být potom dále spotřebovávána pro jejich efektivnější využití v chemickém průmyslu. Jaderné palivo má na jednotku objemu nesrovnatelně větší energetický potenciál než fosilní paliva, to zaručuje snížení nákladů na dopravu a celkově levnější výrobu. (Raček, 2005)

Jaderná elektrárna je zařízení pro výrobu energie. Rozlišujeme jaderné elektrárny s plynovým a parním oběhem. U parního oběhu jaderná reakce zahřívá vodu, která se následkem energie vzniklé při reakci zahřeje a přemění se v páru. Pára následně pohání parní turbíny, které pohánějí elektrické generátory. (Raček, 2005)

Jadernou elektrárnu lze rozdělit na jadernou část, která se nachází v kontejnmentu. Zde dochází ke generaci tepla a následnému převodu páry do nejaderné části. V jaderné části jsou také oběhová čerpadla nezbytná pro zajištění proudění vody, která chladí reaktor a parogenerátory. Do nejaderné části potom patří turbíny a generátor elektrického proudu. (URL<sub>15</sub>)

Jaderná reakce probíhá v reaktoru, který musí z důvodu nezbytnosti dlouhodobé práce obsahovat větší množství štěpného materiálu. Reaktor musí být uložený v kontejnmentu, což je ochranná obálka pro ochranu před radiací. Existuje několik druhů reaktorů. (Raček, 2005)

V jaderném reaktoru mohou probíhat dva druhy reakcí. Prvním druhem je syntéza a tím druhým je štěpení. (Raček, 2005)

Jako nejefektivnější prvek pro štěpení se ukázal přírodní uran neboli  $U_{235}$ . (Raček, 2005)

Jeden kilogram uranu, který nahradí 100 tun černého uhlí, se získá chemickým zpracováním dvou až čtyř tun uranové rudy. Poté dochází k dalšímu zpracování, jako například obohacování, než je uran připraven k použití v jaderných elektrárnách. (URL<sub>15</sub>)

Štěpením se rozumí taková reakce, kdy se jádro použitého radioaktivního materiálu zachycením neutronu rozštěpí na dva odštěpky (fragmenty). Po rozštěpení přírodního uranu se uvolní velké množství energie, která přeměňuje vodu na páru. Druhou kladnou

vlastností štěpení je, že reakce také vyvolá vznik dalších neutronů, které mohou pokračovat v reakci. Každý neutron uvolní v průměru 2,5 nového neutronu. Je tedy nutné reakci dále řídit a korigovat. (Raček,2005)

Ke spuštění prvního reaktoru došlo druhého prosince roku 1942 na Chicagské universitě. O dvanáct let později byla do provozu uvedena první malá jaderná elektrárna nedaleko Moskvy a první velká komerční elektrárna přispěla svou energií k rozvoji západního světa roku 1961 ve Spojených státech amerických. (Raček,2005)

## **6.2 Černobylská elektrárna**

Místopředseda ukrajinské vlády Olexand Ščerban byl jeden z prvních nadšenců do jaderné energie a dozvěděl se, že v roce 1964 byla v Rusku zahájena výstavba dvou jaderných elektráren. Ščerban předložil návrh na výstavbu tří takových elektráren na Ukrajině. Pro uskutečnění tohoto projektu argumentoval tím, že v opačném případě dojde ke zpomalení ekonomického rozvoje republiky. Návrh byl podpořen z řad jeho nadřízených a v podzimních měsících téhož roku byly nařízeny průzkumné práce pro výstavbu Centrální ukrajinské jaderné elektrárny. (Plochy, 2019)

Na základě průzkumných prací byla vybrána oblast v okolí obce Kopači jako nejlepší z šestnácti míst projednávaných komisí. Obec měla více než tisíc obyvatel a strategicky výhodnou jí dělala blízkost řeky Pripjať, která byla zdrojem vody, zásadním pro chod elektrárny. Jako další plus je nutno uvést, že Kopač ležela v řídké osídleném území daleko od všech měst a společenských center. Do tohoto místa vedla také železnice. (Plochy, 2019)

Stavba elektrárny začala roku 1970. Jméno budovaného zařízení bylo pozměněno na Černobylskou elektrárnu. Práce rychle nabraly na obrátkách. Na základy bylo odstraněno sedm set metrů krychlových půdy, kam byl vylit beton. Jako další monstrózní údaj lze uvést, že na území celkově přes 1 400 hektarů pastvin, 130 hektarů lesa, 96 hektarů zemědělské půdy a 50 hektarů zahrad, využívaných obyvatelstvem měla být nádrž s chladicí vodou. Stavba probíhala rychle, ale problémy s dovozem součástí reaktoru zpozdily původní termín zapojení elektrárny do energetické sítě přibližně o 3 a půl roku. V září 1977 byl tedy do sítě zapojen první blok elektrárny, následovaný druhým v prosinci 1978 a v roce 1983 byly funkční už 4 bloky Černobylské elektrárny. Poté probíhala ještě výstavba 5. bloku elektrárny, která se potýkala s řadou problémů. Bylo například zjištěno, že sedmdesát procent dovezených

součástí není v pořádku a dělníci museli některé části opravovat přímo na místě. Z těchto důvodů tedy nebylo možné pracovat v rámci plánovaných termínů. (Plohy,2019)

Ředitelem elektrárny byl jmenován inženýr Viktor Brjuchanov. Měl zkušenosti s turbínovými elektrárnami, ale díky nedostatku jaderných inženýrů v Sovětském svazu mu bylo nabídnuto místo ředitele jaderné elektrárny Černobyl, včetně její výstavby. Byl znám jako tichý workoholik, který se dobře choval ke svým lidem. Výstavba elektrárny začala, když mu bylo 35 let. Brjuchanov byl nucen dokončit výstavbu elektrárny v příliš krátkých termínech a spolu s tím čelil také neuspokojivé práci pracovních čet potýkajících se s nekvalitními díly. Brjuchanov tvrdil, že je potřeba preciznější stavba elektrárny, zároveň si ale nemohl dovolit přílišnou kritiku a zpoždování prací, jelikož mu hrozily problémy ze strany jeho nadřízených a on si chtěl své prestižní postavení udržet. (Ploky, 2019)

Brjuchanov byl zodpovědný i za vedení města Pripjat', které bylo vybudováno 3,5 kilometru na sever od elektrárny. Město zpožďovalo výstavbu elektrárny čerpáním zdrojů určených jaderné elektrárně pro svoje potřeby. Ve městě původně žili dělníci, kteří stavěli elektrárnu. Postupem času a po dokončení stavby elektrárny se město rozrostlo a žilo v něm 50 tisíc obyvatel. Bylo to atraktivní město a díky jaderné energetice mělo výhody oproti zbytku země, například v dostupnosti a rozmanitosti zboží. Přicházeli sem lidé z okolních vesnic, kteří chtěli pracovat v elektrárně a také mladí svobodní lidé zakládající zde rodiny. Každý rok si město připisovalo přibližně tisíc novorozenců. Věkový průměr byl velice mladý a z Pripjati se stalo rozvinuté socialistické město s pěti školami, dokonce dvěma stadiony, bazény a kluzištěm. (Ploky,2019)

### **6.3 Volba reaktoru**

Hlavním problémem, který bylo nutné vyřešit, byl výběr reaktoru. Původně měly být v Černobylu nainstalovány vodo-vodní reaktory VVER (vodou chlazené i moderované). Podobné reaktory se používaly v USA a osvědčily se i v některých elektrárnách v Sovětském svazu. Tyto reaktory ovšem neobstály v konkurenci výkonnějších, a hlavně levnějších reaktorů RBMK (kanálové reaktory velkého výkonu). Reaktory nebyly v té době ještě ani vyzkoušené. (Ploky,2019)

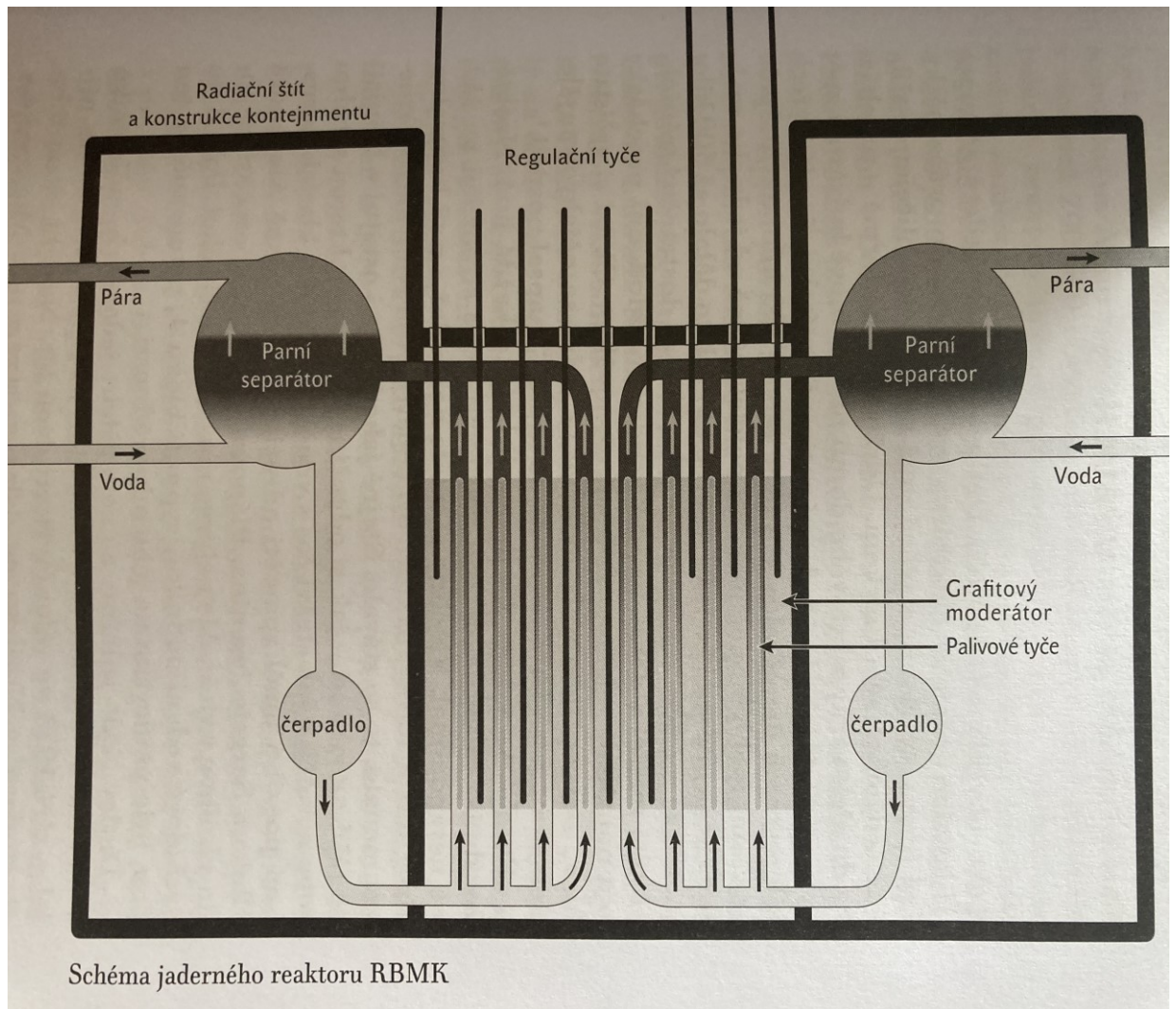
Navíc konstruktéři přišli s tvrzením, že jsou tak bezpečné, že je lze stavět bez ochranného kontejnmentu. Navíc vyžadovali téměř přírodní uran oproti obohacenému, který je dražší. Bylo tedy jasné, že se stranické vedení přikloní k nejlevnější variantě i přes to, že reaktory RBMK vyzařovaly do okolí při svém běžném provozu mnohem více radioaktivity než reaktory VVER. (Plochy,2019)

Reaktor RBMK byl zkonstruován Nikolajem Dolležalem, který nabádal k jeho umístění do neevropských částí Sovětského svazu. Dolležal totiž nepovažoval jadernou elektrifikaci jako celek za bezpečnou věc. Reaktor byl přesto rozmístěn do celé evropské části Sovětského svazu a v roce 1982 z něj pocházela nadpoloviční většina energie vyrobené jadernými elektrárnami v Sovětském svazu. Tři reaktory RBMK byly vystavěny nedaleko Leningradu, dva v Kursku, jeden ve Smolensku a čtyři v Černobyli, kde se budoval ještě pátý. (Plochy, 2019)

Reaktory RBMK používají jako palivo obohacený uran. Uran je umístěn v palivových kanálech, které jsou uloženy v grafitových blocích. Ty zachycují tok neutronů a tím regulují samotnou reakci. Do palivových kanálů přichází spodem voda, která se vlivem vysoké teploty mění na páru. Odebírá tedy energii a zpomaluje tím reakci. Reaktory RBMK mají kladný dutinový součinitel reaktivity, což znamená, že zvýšením teploty se zvyšuje i reaktivita. Je proto třeba neustále udržovat rovnováhu v reaktoru. Reaktivitu je možné snížit krom ochlazování vodou ještě zasunutím regulačních tyčí zhotovených z prvku bór, které slouží k zachytávání tepelných neutronů. Reaktivitu naopak zvyšuje přítomnost páry, která nemusí nutně odcházet k parním turbínám, ale může se pozdržet pro zvýšení reaktivity. Další zvyšování reaktivity zapříčiňuje nedostatečné ochlazování vodou a vysouvání regulačních tyčí. Reaktory RBMK mají dále velmi složitý systém chlazení. V reaktoru také může dojít k takzvané xenonové otravě, což znamená, že snížením radioaktivity vzniká v reaktoru xenon, který není spalován vysokou teplotou a ten dále brzdí reakci. (Raček, 2005)



Obrázek 6 - Schéma reaktoru RBMK



Zdroj: (Plokhy, 2019)

## 6.4 Výbuch Černobylského reaktoru

Na konec dubna, konkrétně na pátek 25. dubna 1986 bylo naplánováno vypnutí reaktoru č. 4, kvůli zkouškám systémů za přítomnosti malé radioaktivity. Vypnutí reaktoru mělo jeden hlavní úkol. A to vyzkoušet, zda v případě výpadku elektřiny, bude nadále čerpána voda, která chladí reaktor. Pro tuto situaci zde byly záložní dieselové generátory, které měly obstarat přísun energie pro dodání chladiva. Dieselové generátory však začaly fungovat až 40 vteřin po výpadku elektřiny, a proto byla potřeba překlenout tuto dobu. Inženýři z výzkumného ústavu přišli s elegantním řešením. Využití energie z turbíny, která nepřestane pracovat ihned po výpadku elektřiny, na překlenutí oněch čtyřiceti vteřin. Nebylo však jasné, jestli energie ze

zpomalující se turbíny bude stačit na celých 40 vteřin. Tuto otázku měla zodpovědět právě ona zkouška – vypnutí reaktoru. (Plokhly, 2019)

Zkouška se již v minulosti jednou nepovedla. Zkouškou byl pověřen Vitalij Borec. (Plokhly,2019)

Protokol popisující elektrárnu obsahoval informace o stavu reaktoru. Nádoba reaktoru byla ve tvaru ocelového válce, který měl průměr deset metrů, výšku sedm metrů a byl zhotoven z grafitu a nacházel se v betonové jámě vysoké 26 a široké a dlouhé 22 metrů. Reaktor obsahoval grafitové bloky pro zpomalování rychlých neutronů, čímž udržoval jadernou řetězovou reakci. Jako biologické štíty zde sloužily dvě tlusté betonové desky na horní a spodní straně válce. Vrchní deskou procházelo celkem 211 pohyblivých regulačních tyčí, které sloužily k regulaci reakce. Vysunutí tyčí zhotovených z karbidu bóru znamenalo zrychlení jaderné reakce a zasunutí naopak její zpomalení. (Plokhly,2019)

Problémem bylo, že ochranný kontejnment reaktoru nebyl bezpečný, a že konstrukce ochranných tyčí mohla způsobovat při začátku jejich zasouvání do reaktoru nárůst štěpné reakce a tím zvýšení výkonu. Z tohoto důvodu bylo doporučeno brzdící tyče upravit. K úpravám ale nedošlo i přes to, že podobná situace nastala roku 1975 v elektrárně v Leningradu. Tento fakt byl ovšem pracovníkům jaderných elektráren zatajen. Vitalij Borec byl u incidentu v leningradské elektrárně přítomen, ale informace o důvodu vzniklého problému neobdržel. (Plokhly,2019)

Reaktor za běžného provozu pracoval při výkonu 3 200 MWt, což mu zajišťovalo dobrou stabilitu. Při přípravách na zkoušku byl výkon reaktoru snížen o polovinu na 1 600 MWt a instrukce zněly, že má zkouška proběhnout za dozoru zástupce hlavního inženýra Anatolije Ďatlova. 25. dubna 1986 v 11 hodin večer byl výkon reaktoru snížen na 760 MWt a se zkouškou se pokračovalo až s další směnou, která přišla po půlnoci. Nová směna počítala s tím, že pouze dokončí zkoušku, kterou přes den zahájili jejich kolegové. Bylo pro ně proto velkým překvapením, že musí nejsložitější část zkoušky provést sami, a to bez předešlého varování. Vedoucí směny byl Alexandr Akimov a jeho zástupcem byl Leonid Toptunov. (Plokhly,2019)

Vypínání reaktoru začalo a výkon byl snížen na 520 MWt. Dále pak byly do reaktoru zasouvány řídicí tyče, které brzdily štěpnou reakci. Výkon reaktoru se však snížil příliš rychle na 30 MWt, což znamenalo jeho velkou nestabilitu oproti 520 MWt, což byla



plánovaná mez. Proto bylo řízení brzdících tyčí přepnuto na manuální řízení a bylo zahájeno jejich rychlé vytahování, aby bylo zabráněno omezování štěpné reakce. Výkon reaktoru tedy vzrostl na stabilnějších 160 MWt a následně na 200 MWt a všichni si ulevili. (Ploky,2019)

Otázkou ale zůstalo, jestli ve zkoušce pokračovat i přes velkou nestabilitu reaktoru. Zkouška byla dlouho plánovaná, a proto se nikomu do jejího odkládání nechtělo. Navíc by následovalo dlouhé vysvětlování stranickým nadřízeným, proto bylo rozhodnuto ve zkoušce pokračovat. (Ploky,2019)

Dalším problémem bylo, že při udržování nízkého výkonu, zde konkrétně 200 MWt, působilo v regulačních tyčích koncentrování xenonu, který celou reakci dále brzdil. Jako řešení se nabízelo jediné vytažení regulačních tyčí, a tak bylo v jádru ponecháno pouze devět z celkového počtu. V návaznosti na vytažení tyčí se chladicí voda z pouze čtyř chladicích čerpadel začala vařit, změnila se na páru a ztratila svou schopnost regulace toku neabsorbovaných neutronů, což znamenalo další nárůst energie a tím i výkonu. Díky těmto událostem stoupal výkon reaktoru nesmírně rychle. Automatický provoz továrny se snažil reakci opět zbrzdit, ale neměl přístup k většině tyčí, které byly vytaženy ručně. (Ploky,2019)

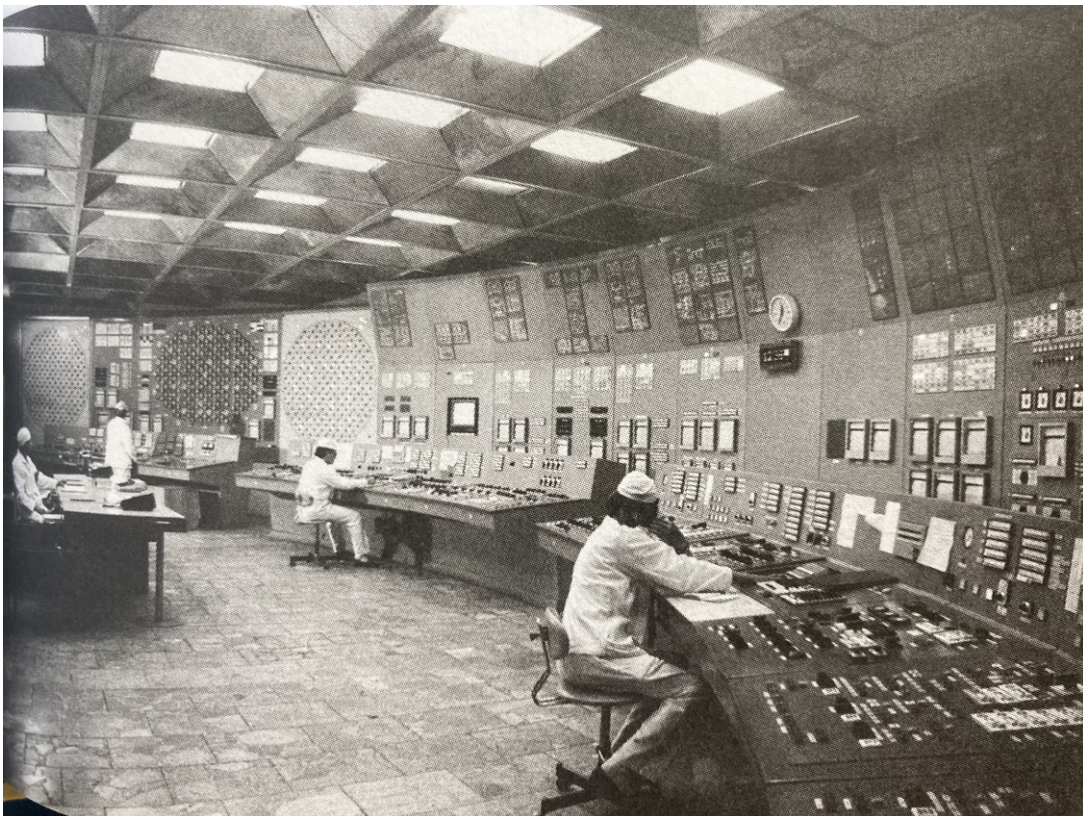
Pro tyto případy bylo v Černobylské jaderné elektrárně přítomno velmi důležité tlačítko AZ-5, které bylo používáno pro SCRAM neboli systém, který měl okamžitě vypnout reaktor a zabránit tak katastrofě. Toto tlačítko tedy bylo jedním z pracovníků zmáčknuto a SCRAM spustilo zasouvání všech 178 regulačních tyčí do reaktoru, což mělo zastavit reakci. (Ploky,2019)

Regulační tyče byly dlouhé 7 metrů. Do reaktoru se měly celé zasunout během několika sekund. Byly zhotovené z bóru, který absorboval neutrony a tím brzdil reakci. Hroty těchto tyčí byly však díky konstrukční chybě (díky které se dostala do problémů jaderná elektrárna v Leningradu v roce 1975) zhotoveny z grafitu, který ihned po kontaktu s jádrem reaktoru zvedl výkon během několika vteřin na 500 MWt a následně na více než 30 000 MWt, což znamenalo desetinásobek normy. Poté následovalo popraskání regulačních tyčí, které se díky tomu nemohly dále zasouvat a zůstaly zasunuté jen do jedné třetiny. Nárůst výkonu dále způsobil spálení xenonu, který brzdil reakci. Následně se radioaktivní materiál uvolnil, díky popraskaným tyčím, do vodních potrubí a

zapříčinil vznik obrovského množství páry, která neměla kam unikat a tím se opět zvýšila radiace. (Plochy,2019)

Dne 26. dubna 1986 v 1:23:44 ráno uslyšeli pracovníci elektrárny první výbuch. Slyšeli výbuch páry, který zničil vnější chladicí systém a betonový kryt reaktoru, který vážil 200 tun a vylétl skrz střechu 4. bloku. Za 2 vteřiny na to uslyšeli pracovníci druhý výbuch, který byl daleko silnější. Byl to výbuch samotného reaktoru. Výbuch vymrštil grafit z reaktoru ven skrze díru ve střeše 4. bloku, kterou udělal betonový blok nazývaný „Jelena“. Vysoce radioaktivní grafit se tehdy nacházel na celém území elektrárny. (Plochy,2019)

**Obrázek 7 - Velín JE Černobyl**



Zdroj: (Plochy, 2019)

## **6.5 Situace po výbuchu reaktoru v Černobylské elektrárně**

Po explozi černobylského reaktoru následoval požár, který trval deset dnů. Při požáru se do ovzduší uvolnilo ohromné množství radioaktivního materiálu, což mělo obrovský dopad na životní prostředí a obyvatelstvo i daleko za hranicemi Ukrajiny. Výpary z Černobylské elektrárny se rozptýlily nad velkou částí celé Evropy. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

Mezi radioaktivní prvky unikající do ovzduší patřili především jód  $I_{131}$  a cesium  $Ce_{137}$ . Tento radioaktivní jód napadá především štítnou žlázu a je možné zabránit jeho hromadění v organismu dodáním jódu, který je pro tělo neškodný a radioaktivní jód potom nemá místo kde se hromadit. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

Situaci bylo třeba řešit, a proto bylo na potlačení následků havárie v roce 1986-1987 povoláno a využito přibližně 200 000 pracovníků. Mezi pracovníky byli členové zaměstnanců elektrárny, armády a dobrovolníci. Celkový počet pracovníků podílejících se na likvidaci havárie se zastavil až u čísla 600 000. Záření byli nejvíce vystaveni pracovníci elektrárny první den po havárii. Jejich počet čítal přibližně 1 000. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

Nejvíce kontaminované byly samozřejmě oblasti v okolí elektrárny, odkud bylo v jarních měsících evakuováno 116 000 lidí. Tato oblast byla následně uzavřena pod označením „Uzavřená zóna“. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

Informace o jaderném znečištění se mezi zasažené obyvatelstvo Sovětského svazu nedostaly přibližně dva roky od havárie. Radiace se hromadila takřka všude v zasažených oblastech. Hromadila se v půdě a tím i v zemědělských produktech, živočišných výrobcích, vodě, lesích atd. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

**Obrázek 8 - Snímek JE Černobyl po výbuchu**



Zdroj: (URL<sub>18</sub>)



**Obrázek 9 - Vrtulník hasící hořící reaktor JE Černobyl**



Zdroj: (Plokhy, 2019)

**Obrázek 10 - "Čističi" připravující se na práci na střeše vybuchlého reaktoru**



Zdroj: (Plokhy, 2019)

Obrázek 11 - Geografická poloha JE Černobyl



Zdroj: (URL<sub>17</sub>)

### 6.5.1 Počet obětí katastrofy v jaderné elektrárně Černobyl

Odhadovaný počet obětí je čtyři tisíce. Konkrétně je zde zahrnuto přibližně 50 havarijních pracovníků. Ti zemřeli z důsledku syndromu akutního ozáření. Dále je zde zahrnuto devět dětí, které podlely rakovině štítné žlázy. Zbytek, čítající přibližně 3 940 lidí, jsou ti, kteří zemřeli na následky ozáření v podobě rakoviny. Odhady obětí jsou zavádějící především díky faktu, že následky ozáření nemusí vést pokaždé k rychlé smrti, nýbrž k dlouhodobým komplikacím. K těmto komplikacím lze poté přičíst jiné zdravotní potíže a případná smrt pacienta nemusí být způsobena pouze ozářením. Je tedy jasné, že postižených a nemocných z důsledku havárie je mnohem více než mrtvých. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

### 6.5.2 Choroby, které jsou následkem Černobylské havárie.

Mezi nejčastější choroby po Černobylské havárii patří rakovina štítné žlázy. Štítná žláza kumuluje radioaktivní jód z krevního řečiště. To znamená, že docházelo k jeho kumulování i při požívání kontaminovaných potravin jako je především mléko. Radioaktivní ozáření způsobuje rakovinu štítné žlázy, nejčastěji potom u dětí. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

Další chorobou je leukémie, nádorová onemocnění a choroby oběhového systému. Tato onemocnění bylo možné pozorovat i po svržení atomových bomb na Nagasaki a Hirošimu. Výskyt onemocnění se však u většiny případů objeví až po deseti letech latence. Proto bylo třeba, aby lidé z okolí Černobylu nebo japonských měst napadených jadernou bombou, docházeli na pravidelná vyšetření. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

Další chorobou pozorovanou mezi postiženými Černobylskou katastrofou jsou oční zákaly. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

### **6.5.3 Ekologické důsledky**

Během prvních deseti dnů, kdy docházelo k velkému úniku radiace z Černobylského reaktoru v bloku č. 4, došlo k úniku přibližně padesáti procent celkového množství radioaktivních plynů. V Evropě bylo zasaženo přes 200 000 čtverečních kilometrů. Nejhůře na tom bylo Bělorusko, Rusko a Ukrajina. Při usazování radioaktivního materiálu velmi záleželo na cirkulaci vzduchu a jestli v dané oblasti zrovna přšelo. Velké částice (stroncium a plutonium) se rozptýlily přibližně do sta kilometrů od výbuchu. Do sta kilometrů musely být tedy provedeny nejradikálnější opatření, jako například likvidace zdejších lesů a zvířer. (Mezinárodní komise pro atomovou energii ve Vídni, 2006)

## **6.6 Situace v SSSR vedoucí k výstavbě jaderných elektráren**

Rusko bylo v roce 1917 třetím rokem v 1. světové válce. Na zem a výrazně zchudlé obyvatelstvo dopadala obrovská bída. (Kershaw, 2017)

V únoru 1917 svrhla bolševická revoluce monarchii v čele s carem Mikulášem II. a nastoupila „Prozatimní vláda“. Nespokojenost ve státě rostla a neudržitelnost slabé Prozatimní vlády byla více než patrná. Bolševici (v čele s Vladimírem Iljičem Leninem), jako nejradikálnější část ruské sociální demokracie zorganizovali v červenci v Petrohradě demonstraci, která si vyžádala mnoho obětí, a ještě vyostřila vztahy mezi obyvatelstvem a jednotlivými zájmovými skupinami. (Flores, 2008)

Dne 7. listopadu se uskutečnila Velká říjnová socialistická revoluce. Událost, která na 74 let postavila do čela největší země světa komunistickou vládu. Ihned po Říjnové revoluci zavládl „rudý teror“ a tisíce nepohodlných lidí bylo zavíráno, mučeno a bez soudu likvidováno. Začala také občanská válka, která přivedla Rusko do naprosté bídy a

chaosu. V občanské válce proti sobě stála bolševická Rudá armáda a Bílá armáda tvořená kozáky a bývalými monarchisty. (Flores, 2008)

A tím hrůzy v Sovětském svazu zdaleka neskončily. Bolševici svou moc v Sovětském svazu nakonec uhájili roku 1920 a do čela se roku 1922 dostal Josif Vissarionovič Stalin. Ten byl známý svou krutovládou a jeho panování mělo na svědomí mnoho lidských životů. (Flores, 2008)

Následovala Druhá světová válka, která si v Sovětském svazu vyžádala 26,6 milionů obětí. (URL<sub>16</sub>)

Do čela SSSR se roku 1953 dostává Nikita Chruščov, který 25. února během jednání za zavřenými dveřmi odsoudil Stalina za jeho krutovládu a spáchané zločiny. Režim se uvolnil a přišla destalinizace, což znamenalo, že byly rehabilitovány statisíce lidí z pracovních táborů z dob stalinových čistek. Přišla také studená válka, kde nebylo hlavním cílem Sovětského svazu lidské blaho, nýbrž předhánění se především ve zbrojení se západním blokem. Velká část sovětské energie se vkládala do propagandy. Na očích světa byl tehdy také technologický úspěch v podobě letu do vesmíru. (Flores, 2008)

Nikitu Chruščova na postu nejvyšší hlavy Sovětského svazu vystřídal Leonid Brežněv, který vyhlásil „Brežněvovu doktrínu“. To znamenalo, že Sovětský svaz mohl upevnit svou moc v zemích východního bloku Evropy kdykoli, a to vtržením svých vojsk. Vtrhnutí vojsk Varšavské dohody potom pocítila Praha 21. srpna 1968. Za Brežněvovy vlády se tedy komunismus v socialistických zemích opět upevnil. Prohlubuje se však hospodářská krize a zhoršuje se celková stabilita východní Evropy. (Flores, 2008)

Po skončení vlády Leonida Brežněva se čele Sovětského svazu během následujících tří let vystřídala dvě jména, a sice Jurij Andropov a Konstantin Černěnko. Ti ovšem krátce po nástupu do své funkce zemřeli a zdálo se, že si s sebou do hrobu berou i celou zemi. Nejen, že byly v zemi hospodářské potíže, ale Andropov a Černěnko stále posílali své vojáky do Afgánistánu, kde byla sovětská armáda v patové situaci již od roku 1979. Na Sovětský svaz byl v té době také vyvíjen nátlak ze západu, kde se Amerika s Ronaldem Reganem v prezidentském křesle drala vpřed nejen svým hospodářstvím, ale také neustálým zbrojením. (Plokhy, 2019)



Situace se zdála neudržitelná, ale přesto tehdy svitla Sovětskému svazu naděje v podobě mladého, nápaditého a energického Michaila Gorbačova. Ten začal komunikovat s Reganem a dokonce předložil sovětský program jaderného odzbrojení. (Plokhy, 2019)

V té době byla pro Sovětský svaz nejvíce výstižná dvě slova. To první bylo Perestrojka (česky přestavba) neboli „radikální restrukturalizace sovětského systému a ekonomického systému“ (23). Druhé slovo bylo uskorenienie (český urychlení). Mělo se za to, že systém je v podstatě zdravý a vystačí si s podporou vědeckého a technického pokroku, což byl sovětský termín pro technologické inovace. (Plokhy, 2019)

Na sedmadvacátém stranickém sjezdu, který se konal 25. února 1986 a který měl za cíl určit směřování Sovětského svazu na dalších pět let, se Michail Gorbačov ve svém šestihodinovém proslovu věnoval mimo jiné vědecko-technologické revoluci a energetice. Zmínil zde například, že je třeba přejít od spalování fosilních paliv (uhlí, ropy a plynu) k mnohem účinnějším a výkonnějším jaderným elektrárnám. V důsledku by to znamenalo rozšířit stávající jaderné elektrárny. Například v Jaderné elektrárně Černobyl měl být do elektrické sítě zapojen ještě pátý a šestý blok a plánovalo se postavit ještě další čtyři reaktory na druhém břehu řeky Pripjati. Dále měly jaderné elektrárny ještě překročit své stávající výrobní kvóty. (Plokhy, 2019)

Socialistická energetika měla tedy za hlavní cíl co nejrychlejší a největší zvýšení výkonu na úkor bezpečnosti, přesnosti a užití kvalitních materiálů ve výrobě jaderných elektráren. Velká pozornost se věnovala nebezpečnosti jaderných zbraní. O to menší byla bohužel snaha předejít problémům v jaderné energetice, což by vyžadovalo preciznější a pomalejší postupy při práci bez nátlaku z vedení a ministerstev. (Plokhy, 2019)

## **6.7 Město Černobyl**

První zmínky o osídlení Černobyly sahají až do roku 1193. Byla to lovecká oblast, která se mimo jiné vyznačovala výskytem pelyňku *Antemisia Vulgaris*, který je na první pohled nápadný větvemi černé barvy. Černý se ukrajinsky řekne Čornyj. Z toho důvodu bylo město pojmenováno Čornobyl neboli Černobyl. (Plokhy, 2019)

Zajímavá je paralela s biblickým příběhem z knihy Zjevení, kde se píše o spadlé hvězdě zvané „Pelyněk“, která zapříčinila zhořknutí třetiny vod, načež zemřelo mnoho lidí, kteří neměli co pít. (Plokhy, 2019)



Černobyl byl dlouhou dobu hlavním městem severoukrajinské divočiny. Vládnutí nad městem patřilo kyjevským knížatům, která na počátku novověku nahradili velkovévodové z Litvy. Poté moc převzali polští králové a v polovině sedmnáctého století přišli na řadu kozáci. K moci se poté dostali opět Poláci. Uplynul nějaký čas a přišla bolševická revoluce, která zlikvidovala prominentní občany města. V městě žilo 10 000 ortodoxních židů, kteří tvořili celkem šedesát procent místního obyvatelstva. Tito židé nesmírně strádali a trpěli v době revoluce a následné války. Sužovaly je přecházející vojenské jednotky a loupeživé bandy. Mnoho mladých mužů z Černobyli se přidalo k bolševickým řadám. (Ploky, 2019)

Následoval holodomor neboli velký ukrajinský hladomor. Počet zemřelých se zastavil téměř až u čísla 4 miliony. A jako by toho nebylo málo, přišla 2. světová válka, kterou Černobyl nejvíce pocítil s příchodem Němců 25. srpna roku 1941. V listopadu téhož roku bylo přibližně 400 židovských obyvatel zahráno do synagogy „Nový svět“ a postříleno z kulometu. Tento odporný čin se zapsal do dějin jako konec téměř veškerého židovského obyvatelstva v Černobyli. (Ploky, 2019)

Po válce se zbytek židů, kteří přežili holokaust, přidali k partizánským jednotkám podporující komunisty, které bojovaly proti policii organizované Německem. (Ploky, 2019)

Komunisté zpět dobyli území Černobyli na podzim roku 1943. Získali sice několik strategicky výhodných a důležitých míst, jako příklad je možné uvést přístav Černobyl na řece Pripjati, ztratili zde ovšem mnoho vojáků včetně deseti vojáků s titulem „Hrdina Sovětského svazu“. Místní mužské obyvatelstvo bylo následně povoláno do zbraně bez jakéhokoli výcviku nebo dokonce zbraní a povětšinou zemřeli. V době budování Černobylské elektrárny mělo město přibližně 14 tisíc obyvatel. (Ploky, 2019)

## **7 Závěr**

Jaderné elektrárny Temelín a Dukovany jsou v první řadě velmi bezpečné elektrárny, které mají skvěle propracovanou ochranu proti radiální havárii. Tyto jaderné elektrárny mají také dobře propracovaný postup pro obyvatelstvo v případě výskytu radiální mimořádné události, který obsahuje srozumitelně zpracované informace týkající se základních věcí, které je potřeba dodržet pro co nejbezpečnější zvládnutí nastalé situace.

Havárie v černobylské elektrárně slouží jako odstrašující případ pro mnoho generací. I přes chyby vedoucí k této strašné události je potřeba vyzdvihnout následná opatření, která vedla k likvidaci nastalých škod a co nejvíce zamezila dalšímu šíření radiace a znehodnocování životního prostředí. Tehdejší vláda nebrala na rizika jaderné energetiky dostatečný zřetel, ale po černobylském výbuchu předvedli pracovníci a jejich nadřízení výbornou práci a osobní statečnost.

## 8 Zdroje

### 8.1 Tištěné zdroje

VILÁŠEK, J., FIALA, M., VONDRÁŠEK, D., *Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století*. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2477-8.

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

RAČEK, J., *Jaderné elektrárny*. Brno: Novpress, 2013. ISBN 978-80-214-4744-8.

PLOKHY, S., *Černobyl: historie jaderné katastrofy*. Brno: Jota, 2019. ISBN 978-80-7565-462-5.

MEZINÁRODNÍ KOMISE PRO ATOMOVOU ENERGII VE VÍDNI, *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně ekonomické dopady; a, Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny*. Praha: Česká nukleární společnost, 2006. ISBN 80-02-01806-0.

KERSHAW, I., *Do pekel a zpět*. Praha: Argo, 2017. ISBN 978-80-257-2301-2

FLORES, M., *Komunismus*. Praha: Levné knihy, 2008. ISBN

### 8.2 Elektronické zdroje

URL<sub>1</sub>: <https://www.hzscr.cz/clanek/integrovaný-zachranný-system.aspx> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>2</sub>: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-238> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>3</sub>: <https://www.policie.cz/clanek/eticky-kodex-policie-ceske-republiky.aspx> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>4</sub>: <https://www.mvcr.cz/clanek/ostatni-slozky-izs.aspx> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>5</sub>: <https://www.mvcr.cz/clanek/terminologicky-slovník-krizove-rizeni-a-planovani-obrany-statu.aspx> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>6</sub>: <https://www.hrdeckralove.org/rozdeleni-mimoradnych-udalosti-a-legislativa/ds-2111> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>7</sub>: [http://home.zcu.cz/~jrucky/limit/4\\_3\\_111.pdf](http://home.zcu.cz/~jrucky/limit/4_3_111.pdf) [cit. 2020-07-07]

URL<sub>8</sub>: <https://www.sujb.cz/o-sujb/> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>9</sub>: [https://www.suro.cz/cz/index\\_html](https://www.suro.cz/cz/index_html) [cit. 2020-07-07]

URL<sub>10</sub>: <https://oenergetice.cz/technologie/uloziste-jaderneho-odpadu-obecny-popis-situace-v-cr> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>11</sub>: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/ete/historie-a-soucasnost> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>12</sub>: <https://www.hzscr.cz/clanek/vnejsi-havarijni-plan-jaderne-elektrany-temelin.aspx> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>13</sub>: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/edu> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>14</sub>: <https://www.hzscr.cz/clanek/vnejsi-havarijni-plany-vnejsi-havarijni-plany.aspx> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>15</sub>:<https://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k33.htm> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>16</sub>: <https://www.reflex.cz/clanek/historie/101132/vyroci-konce-valky-podil-ruska-na-valecnem-usili-a-obetech.html> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>17</sub>: <https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/cernobylsky-reaktor-se-branil-az-do-poslednich-chvil-zlomily/r~747e0a280a1b11e68281002590604f2e/> [cit. 2020-07-07]

URL<sub>18</sub>:[https://www.pluska.sk/fotogaleria/?foto=shutterstock\\_262598699.jpg&clanok=917237](https://www.pluska.sk/fotogaleria/?foto=shutterstock_262598699.jpg&clanok=917237) [cit. 2020-07-07]

URL<sub>19</sub>: <https://kapselshalflanghaarz.blogspot.com/2018/03/temelin-mapa.html> [cit. 2020-07-08]

### **8.3 Legislativa**

Zákon č. 238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru

Zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru)

Zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému

Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu

## **9 Seznam obrázků**

Obrázek 1 - JE Temelín .....	21
Obrázek 2 - Zóny havarijního plánování JE Temelín.....	22
Obrázek 3 - Poloha JE Temelín a Dukovany.....	25
Obrázek 4 - JE Dukovany .....	25
Obrázek 5 - Zóny havarijního plánování JE Dukovany .....	26
Obrázek 6 - Schéma reaktoru RBMK.....	31

Obrázek 7 - Velín JE Černobyl.....	34
Obrázek 8 - Snímek JE Černobyl po výbuchu.....	35
Obrázek 9 - Vrtulník hasící hořící reaktor JE Černobyl .....	36
Obrázek 10 - "Čističi" připravující se na práci na střeše vybuchlého reaktoru .....	36
Obrázek 11 - Geografická poloha JE Černobyl .....	37