

Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta
Katedra ruského jazyka a literatury

Černobylská havárie po třiceti letech

Bakalářská práce

Autor: Babijová Taťána
Studijní program: B7507 Specializace v pedagogice
Studijní obor: Ruský jazyk se zaměřením na vzdělávání
Společenské vědy se zaměřením na vzdělávání
Vedoucí práce: Mgr. Miroslav Půža, Ph.D.
Oponent: PhDr. Jindřich Kesner, CSc.



Zadání bakalářské práce

Autor: Tatána Babijová

Studium: P131160

Studijní program: B7507 Specializace v pedagogice

Studijní obor: Společenské vědy se zaměřením na vzdělávání, Ruský jazyk se zaměřením na vzdělávání

Název bakalářské práce: Černobylská havárie po třiceti letech

Název bakalářské práce AJ: The Chernobyl Disaster After Thirty Years

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Bakalářská práce se zabývá jednou z největších katastrof moderních lidských dějin, havárií jaderné elektrárny Černobyl. Zkoumá historii elektrárny, příčiny havárie, ale především následky, které svět pociťuje do současnosti. Obsahem práce je popis tohoto objektu v současné době a názory svědků katastrofy. Cílem bakalářské práce je zhodnotit situaci po havárii jaderné elektrárny Černobyl na Ukrajině.

ALEKSIJEVIČOVÁ, Světlana. Modlitba za Černobyl : kronika budoucnosti. 1. vyd. Brno : Doplněk, 2002. 229 s. ISBN 80-7239-082-1. BARABOJ, V. A. Ot Chirosimy do Černobylja. Kijev : Naukova dumka, 1991. 122 s. ISBN 5-12-0032-33-8. Černobyl'-tragedija-podvig-predupreždenije : Černobyl'skij reportaž : fotoal'bom. 2. ispravl. i dopolnenoje izd. Moskva : Planeta, 1989. 151 s. ŠČERBAK, Jurij Nikolajevič. Černobyl. 1. vyd. Praha: Práce, 1990, 142 s. ISBN 80-208-0708-x. ILJUK, Boris. K problematice rodinných hodnot reemigrantů od Černobylu, In: Rodinná a sexuální výchova [154 s.]. Hradec Králové : Gaudeamus, 2002. 46-47s. ISBN 80-7041-317-4.7. Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady a doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny. 1. vyd. Praha: ČSVTS, 2006, 51 s. ISBN 80-02-01806-0. ŠTRAJT, Jaroslav. Ve správný čas na špatném místě aneb Prožil jsem černobylskou havárii. [Říčany u Prahy] : Omega, 2002. 63 s. ISBN 80-86117-85-5.

Garantující pracoviště: Katedra ruského jazyka a literatury,
Pedagogická fakulta

Vedoucí práce: Mgr. Miroslav Půža, Ph.D.

Oponent: PhDr. Jindřich Kesner, CSc.

Datum zadání závěrečné práce: 22.8.2014

Poděkování

Tímto bych chtěla především poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce, panu doktorovi Miroslavu Půžovi, za jeho spolupráci, cenné rady a připomínky, které mi poskytoval v průběhu zpracování této bakalářské práce.

Vřelé díky patří i zaměstnancům Studijní a vědecké knihovny v Hradci Králové za zpřístupnění potřebných knih.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala (pod vedením vedoucího bakalářské práce) samostatně a uvedla jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne 26. 4. 2017

Anotace

BABIJOVÁ, Taťána. *Černobylská havárie po třiceti letech*. Hradec Králové: Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové, 2017, 89 s. Bakalářská práce.

Bakalářská práce se zabývá jednou z největších katastrof moderních lidských dějin, havárii jaderné elektrárny Černobyl. Zkoumá historii elektrárny, průběh havárie, příčiny, ale především následky, které svět pociťuje do současnosti. Obsahem práce je popis tohoto objektu v současné době a názory svědků katastrofy. Cílem bakalářské práce je zhodnotit situaci po havárii jaderné elektrárny Černobyl na Ukrajině.

Klíčová slova: Černobyl, černobylská havárie, jaderná energie, jaderná elektrárna, reaktor, radionuklidy, radioaktivita, záření, důsledky.

Annotation

BABIJOVÁ, Taťána. *Chernobyl disaster after thirty years*. Hradec Králové: Faculty of Education, University of Hradec Králové, 2017, 89 pp. Bachelor Degree Thesis.

This bachelor thesis is focused on one of the greatest disasters of modern human history, the Chernobyl nuclear power plant disaster. The bachelor thesis researches the history of the nuclear power plant, the course of the disaster, the causes and mostly the consequences of the disaster, which the world can still sense today. The content of this thesis is a description of this object at present-day and the opinions of witnesses of the disaster. The aim of the thesis is to evaluate the situation after the Chernobyl nuclear disaster in Ukraine.

Keywords: Chernobyl, Chernobyl disaster, nuclear energy, nuclear power plant, reactor, radionuclides, radioactivity, radiation, consequences.

Obsah

Úvod.....	9
1. JADERNÁ ENERGETIKA NA UKRAJINĚ	12
1.1 Historie	12
1.2 Současnost	13
2. TEPELNÉ JADERNÉ REAKTORY V ELEKTRÁRNÁCH	15
2.1 Reaktor RBMK 1000.....	15
2.1.1 Konstrukce reaktoru RBMK 1000	16
2.2 Reaktor typu VVER.....	18
3. HAVÁRIE JADERNÉ ELEKTRÁRNY ČERNOBYL	19
3.1 Černobylská jaderná elektrárna	19
3.2 Černobylský experiment předcházející výbuchu.....	21
3.2.1 Plánovaný průběh experimentu.....	22
3.2.2 Skutečný průběh experimentu.....	23
3.3 Situace bezprostředně po výbuchu a likvidace následku havárie.....	29
3.3.1 Evakuace obyvatel	33
3.3.2 Účinek a vliv radiace na lidské tělo	35
3.4 Příčiny havárie	37
3.5 Hodnocení černobylské jaderné havárie.....	39
4. ÚZEMÍ, ZASAŽENÁ ČERNOBYLSKOU HAVÁRIÍ.....	41
4.1 Černobylská uzavřená zóna	41
4.2 Červený les	43
4.3 Nejvíce zasažená místa v okolí černobylské elektrárny	44
4.3.1 Obec Černobyl	44
4.3.2 Město Pripjat'	45
4.3.3 Obec Dityatky	47
4.3.4 Obec Lelev	48
4.3.5 Obec Zálesí	49
4.3.6 Obec Kopači.....	49
4.3.7 Obec Krásno.....	50
4.3.8 Obec a železniční stanice Janov.....	50
4.3.9 Obec Paryšev	51

5. ZASAŽENÁ ÚZEMÍ EVROPY	52
5.1 Severní Evropa	52
5.2 Střední a východní Evropa	53
6. ZDRAVOTNÍ, EKOLOGICKÉ A SOCIÁLNĚ-EKONOMICKÉ DOPADY	55
6.1 Zdravotní dopady.....	55
6.1.1 Oběti havárie	57
6.1.2 Nemoci z ozáření	58
6.2 Ekologické dopady	60
6.2.1 Vliv na zemědělství.....	60
6.2.2 Vliv na lesy	61
6.2.3 Vliv na živočichy a rostliny	62
6.3 Sociálně-ekonomické dopady.....	63
6.3.1 Důsledky pro ekonomiku.....	63
6.3.2 Důsledky pro místní komunity.....	64
6.3.3 Důsledky pro jednotlivce	64
7. ČERNOBYL A ČESKOSLOVENSKO.....	65
7.1 Radiační situace na našem území po černobylské havárii.....	65
7.2 Média a neinformovanost o černobylské havárii.....	66
8. ČERNOBYL PO TŘICETI LETECH	68
8.1 Budoucnost černobylské uzavřené zóny.....	68
8.2 Černobylské muzeum	69
8.3 Nový sarkofág.....	69
8.3.1 Nový sarkofág dnes.....	71
9. CESTA DO ČERNOBYLSKÉ ZÓNY	72
9.1 Exkurze do Černobylu	72
10. KNIŽNÍ A FILMOVÉ PODOBY ČERNOBYLU.....	80
10.1 Knižní publikace.....	80
10.2 Filmové adaptace	81
Závěr.....	83
Seznam literatury	85
Knižní zdroje	85
Internetové zdroje	86
Přílohy	I

Úvod

Jaderná energetika je v současné době významnou součástí energetiky jako takové. K roku 2015 podle světové nukleární organizace WNA (World Nuclear Association)¹ činil podíl výroby elektrické energie z jaderných elektráren 11,5 % z celkové světové produkce. Rok 1986 byl však rokem, který si společnost a jaderný průmysl zapamatuje navždy. Jedná se o rok, kdy zemi postihla jedna z největších jaderných havárií v dějinách lidstva – havárie jaderné elektrárny Černobyl, kterou se zabývám ve své bakalářské práci. Havárie Černobylu je dalším milníkem v jaderné energetice a následující léta ukázaly a ještě ukážou, do jaké míry ji tato havárie ovlivní.

I dnes, třicet let po havárii černobylské jaderné elektrárny, pořád zůstává nezodpovězeno velké množství otázek týkajících se zdravotních, ekologických a sociálně-ekonomických důsledků této katastrofy.

Základním cílem mé bakalářské práce je především charakterizovat celý průběh událostí osudné noci 26. dubna 1986 a zhodnotit situaci bezprostředně po havárii jaderné elektrárny Černobyl na Ukrajině.

Bakalářská práce se skládá z teoretické části a popisu vlastní exkurze do Černobylu. Teoretická část se zaměřuje celkově na vznik černobylské havárie, její průběh, příčiny a následky až po současnost.

První kapitola mé bakalářské práce je věnována jaderné energetice na Ukrajině, jak její historii, tak i současnému stavu, ve kterém se nachází. Zároveň zmiňuji jaderné elektrárny v této zemi a jejich funkčnost. Druhá kapitola se zabývá nejvýznamnějšími typy jaderných reaktorů, konkrétně RBMK a VVER.

Ve třetí kapitole se má práce soustředit na samotnou havárii jaderné elektrárny v Černobylu. Zde podrobně rozebírám skutečný průběh černobylského experimentu, který byl prováděn operátory v noci 26. dubna 1986, situaci bezprostředně po výbuchu a likvidaci následků havárie, její hodnocení, evakuaci obyvatel z černobylské zóny a to, jaký vliv má radiace na lidské tělo.

¹ WNA je mezinárodním sdružením společností pracujících v jaderném průmyslu. Pořádá mezinárodní fóra a tematické konference, případně na nich zastupuje jaderná odvětví. Má vlastní zpravodajský portál, zaměřený na energetická témata. Z českých firem je jejím členem například ČEZ, a.s.

Čtvrtá kapitola věnuje pozornost územím, která byla nejvíce zasažena radiačním mrakem. Jsou v ní popsány nejvíce zasažená místa v blízkosti elektrárny, mezi která patří černobylská zóna, červený les a další menší obce ležící v okolí elektrárny. Následující kapitola zahrnuje zasažená území Evropy.

Šestá kapitola se zaměřuje na zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady černobylské katastrofy. Zde se snažím nalézt odpovědi na otázky, týkající se počtu zemřelých a nemocných lidí v důsledku havárie, dále vliv havárie na životní prostředí, zemědělství, lesy, zvířata nebo vliv sociální a ekonomický.

Sedmá kapitola se zabývá radiační situací na území Československa a tehdejší neinformovaností občanů o černobylské havárii. Následující kapitola se soustředí na budoucnost černobylské zóny, zmiňují také černobylské muzeum, a hlavně nově postavený sarkofág.

V předposlední kapitole bakalářské práce popisuji svou dvoudenní exkurzi do Černobylu. V této kapitole vyjadřuji své zážitky, pocity, uvádím navštívená místa a jejich současný stav.

Poslední kapitola se zabývá vlivem černobylské havárie na kulturu a obsahuje knižní publikace a filmové adaptace týkající se černobylské katastrofy. Součástí mé práce je seznam použité literatury. Poslední stránky jsou věnovány obrazovým přílohám.

Dne 26. dubna 1986 v 1 hodinu a 23 minut v noci došlo k jedné z nejhorších technických havárií v celé jaderné energetice v lidské historii – havárii v jaderné elektrárně Černobyl (srovnatelná je pouze havárie jaderné elektrárny Fukušima v březnu 2011). Tato havárie vyvolala velké obavy v celé Evropě. Černobylská jaderná havárie vznikla při experimentu, který byl naplánován těsně před pravidelným odstavením reaktoru z důvodu údržby. Účelem experimentu byla plánovaná zkouška, která měla ověřit setrvačný doběh turbogenerátoru. Následkem tohoto nepodařeného experimentu došlo k výbuchu na čtvrtém bloku (reaktoru) a vyvržení jaderného paliva do vnějšího okolí elektrárny. Jádro reaktoru, bezpečnostní systémy a většina konstrukcí byly zničeny, nebo těžce poškozeny.

Hlavní příčinou havárie je skutečnost, že zde selhal lidský faktor. Rozsáhlé jsou také následky pro vnější okolí elektrárny, dopad radiace byl znatelný i na tisíce kilometrů od místa černobylské havárie. Evakuace obyvatel proběhla pozdě, kvůli liknavosti státních orgánů, až když byly radioaktivní látky již rozptýleny v okolí černobylské elektrárny.

Největším dopadem jsou následky na obyvatelstvu. Těsně po havárii zemřelo 30 osob z řad hasičů a zaměstnanců elektrárny a přes 140 jich bylo zraněno. Bylo evakuováno přes 100 tisíc lidí a zároveň u 237 tisíc lidí byla diagnostikována nemoc z ozáření, přičemž u 134 z nich byla tato diagnóza potvrzená. Došlo k zamoření evropské části Sovětského svazu (dnes Ukrajiny, Běloruska a Ruska) a Evropy. Nejhuře bylo postiženo Bělorusko, kde vlivem meteorologických podmínek dopadlo 70 % veškerého radioaktivního spadu. Důležitým faktem je to, že o průběhu havárie nebyly lidem známy žádné informace, jelikož Sovětský svaz vše tajil. Černobyl se tak nesmazatelně zapsal do dějin lidstva.

1. JADERNÁ ENERGETIKA NA UKRAJINĚ

1.1 Historie

Rok 1970 byl rokem, kdy se zrodila ukrajinská jaderná energetika. V tomto roce byla zahájena výstavba prvního bloku jaderné elektrárny V. I. Lenina v Černobyly, která byla konstruována pro reaktory typu RBMK. První blok černobylské jaderné elektrárny o výkonu 740 MW byl uveden do provozu v září roku 1977.²

Černobylská jaderná elektrárna byla po Leningradu a Kursku třetí jadernou elektrárnou v Sovětském svazu s reaktory typu RBMK a zároveň první jadernou elektrárnou postavenou na ukrajinském území. Za design a spolehlivost turbín získala černobylská elektrárna v roce 1979 státní cenu Ukrajiny.³

Stavba Rovenské elektrárny, nacházející se na řece Styr u města Kuzněcovsk (vzniklo společně s elektrárnou) začala v roce 1973 a v roce 1980-1981 byly zprovozněny její první dva reaktory, třetí byl funkční od roku 1986. Stavba čtvrtého reaktoru po černobylské havárii byla pozastavena a kvůli ekonomické situaci na Ukrajině v 90. letech byl reaktor znovu spuštěn až v roce 2004.

Jihoukrajinská elektrárna tvoří společně s Alexandrovskou vodní elektrárnou energetický komplex, který zajišťuje elektřinu pro celou jižní část Ukrajiny. Nachází se v Nikolajejské oblasti nedaleko města Jihoukrajinsk. Její výstavba započala v roce 1975 a první reaktor byl zprovozněn v roce 1982, druhý v roce 1985 a třetí v roce 1989. Elektřinu poskytuje také pro Krym, a to i přes současné neshody mezi Ruskem a Ukrajinou.

V roce 1976 započala stavba Krymské elektrárny, která nebyla již nikdy dokončena. Po černobylské havárii v roce 1986 byly více zpřísněny kontroly elektráren a roku 1987 inspekce rozhodla, že elektrárna se nachází na nestabilní půdě, proto její stavba byla zastavena. Elektrárna byla zapsána do Guinnessovy knihy rekordů jako nejdražší nedokončená stavba.⁴

V roce 1981 začala stavba čtyř reaktorů v Chmelnické jaderné elektrárně, na které měly přispět čtyři země – SSSR, Polsko, Maďarsko a Československo. Nakonec byly postaveny pouze dva ze čtyř reaktorů, první z nich byl uveden do provozu v roce 1987, druhý v roce 2002. Počítá se s dostavbou třetího a čtvrtého bloku. Tato elektrárna, která se nachází

² Černobylská jaderná elektrárna [online]. 7.12.2016 [cit. 2016-11-18]. Dostupné z:

https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobylsk%C3%A1_jadern%C3%A1_elektr%C3%A1rna

³ PROFIL k jaderné havárii v Černobyly k jejímu 30. výročí [online]. 26.4.2016 [cit. 2016-11-18]. Dostupné z:

<http://www.ceskenoviny.cz/zpravy/profil-k-jaderne-havarii-v-cernobyly-k-jejimu-30-vyroci/1341967>

⁴ История атомной энергетики Украины [online]. 2000-2015 [cit. 2016-11-19]. Dostupné z:

<http://www.ronl.ru/referaty/ekologiya/320838/>

v Chmelnické oblasti poblíž města Netišyn, dodává elektrickou energii pro celou západní Ukrajinu.

Zápороžská jaderná elektrárna leží na jihovýchodě Ukrajiny v Zápороžské oblasti u města Energodar a je největší atomovou elektrárnou v celé Evropě. Má celkem 6 reaktorů a zaujímá druhé místo mezi největšími jadernými elektrárnami světa. Stavba této elektrárny byla započata v roce 1981.⁵

1.2 Současnost

V podmínkách mimořádně nestabilní politické a ekonomické situace na Ukrajině se stává bezpečnost objektů jaderné energetiky nejen vnitřním, ale i mezinárodním problémem.

Téměř polovina elektrické energie na Ukrajině je vyráběna jadernými elektrárnami. V současné době na území Ukrajiny je v provozu 15 fungujících reaktorů (energobloků), nacházejících se ve čtyřech jaderných elektrárnách, které jsou doposud v provozu.⁶

ENERGOATOM je ukrajinský státní podnik, který vlastní všechny čtyři jaderné ukrajinské elektrárny. Podnik byl založen 17. října 1996.⁷

Jedná se o tyto elektrárny: (viz Příloha č. 1).

- Chmelnická JE (2 bloky)
- Rovenská JE (4 bloky)
- Jihoukrajinská JE (3 bloky)
- Zápороžská JE (6 bloků)

Po reaktorech typu RBMK se objevily reaktory jiného typu a konstrukce – VVER, které popisují v následující kapitole o reaktorech. Reaktory v těchto elektrárnách jsou tlakovodní, ruského typu VVER. Dva mají instalovaný elektrický výkon 440 MW a zbývající výkon 1000 MW. Dvanáct reaktorových bloků je dnes v provozu a tři jsou v plánované odstávce na údržbu a doplnění paliva. Všechny elektrárny fungují v normálním režimu bez problémů, a to i v době politické krize, pouze se zvýšenou ostrahou, zajištěnou vlastním bezpečnostním personálem a ozbrojenými složkami ministerstva vnitra Ukrajiny.⁸

⁵ Все АЭС Украины [online]. 2013-2015 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: <http://miraes.ru/category/aes-ukrainyi/>

⁶ UKRAJINA: Jaderná energetika [online]. 9.8.2014 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z:

http://neviditelnypes.lidovky.cz/ukrajina-jaderna-energetika-dpx/p_zahranici.aspx?c=A140807_211638_p_zahranici_wag

⁷ ENERGOATOM [online]. 2016 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Energoatom>

⁸ Na ukrajinské jaderné elektrárny nemá politická krize vliv [online]. 10.3.2014 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/vyroba-a-prenos/40.php>

Společně tyto elektrárny produkují více než polovinu vyráběné elektrické energie v celé zemi. Před válečným konfliktem byla Ukrajina velkým vývozcem elektrické energie. Jakmile došlo k omezení dovozu plynu a uhlí z Ruska či situaci, kdy separatisté ovládali východ země, produkce elektrické energie klesla a význam jaderných elektráren vzrostl. Tyto čtyři lokality jsou mimo konflikt, probíhající na východě země, přičemž nejbližší frontě se nachází Záporožská jaderná elektrárna, která se svými šesti bloky s reaktory typu VVER-100 a V-320 je největší elektrárnou v Evropě (viz. Příloha č. 2). První blok Záporožské elektrárny byl spuštěn v roce 1985 a má původní provozní licenci do prosince 2015, kterou prodloužili i nadále. Šestý blok byl dokončen v roce 1996.⁹

Ukrajina zaujímá 7. místo v počtu jaderných reaktorů ve světě a čtvrté místo v Evropě. Ukrajina je v podílu jaderné energie na výrobě elektřiny na 2. místě (viz Příloha č. 3). Instalovaný výkon jaderných reaktorů na Ukrajině byl více než 13 GW. V roce 2006 ukrajinská vláda plánovala výstavbu celkem jedenácti dalších reaktorů, které by měly být dostaveny nejpozději v roce 2030. Ukrajina právem patří mezi jeden z největších energetických spotřebitelů na světě. Země spotřebuje na jednotku HDP přibližně dvakrát více energie než Německo. Proto jaderná energetika na Ukrajině hraje tak důležitý význam. Jaderné palivo do země dodává Rusko, ale také společnost Westing house Electric Company. Od roku 2011 tato společnost dodává jaderné palivo do tří ukrajinských reaktorů. Ukrajina je silně závislá na jaderné energii.¹⁰

Země těží a zpracovává vlastní zemní plyn i ropu, nicméně velká část těchto surovin se dováží. Osmdesát procent ukrajinských dodávek zemního plynu pochází především z Ruska.¹¹

⁹ Jaderná energetika na Ukrajině a její bezpečnost [online]. 17.5.2015 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/jaderna-energie-na-ukrajine-jeji-bezpecnost/>

¹⁰ Jaderná energie na Ukrajině [online]. 2016 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_Ukraine

¹¹ Ukrajina [online]. 2016 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Ukraine#Power_generation

2. TEPELNÉ JADERNÉ REAKTORY V ELEKTRÁRNÁCH

2.1 Reaktor RBMK 1000

V černobylské jaderné elektrárně (viz Příloha č. 4) fungovaly celkem 4 jaderné reaktory, každý s elektrickým výkonem 1000 MW (tepelný výkon byl 3200 MW). K výbuchu došlo na čtvrtém reaktoru.¹²

Bylo potřeba celou přestavbu energetického systému provést co nejrychleji, a proto přednost dostaly jednoduché reaktory typu RBMK – právě jeden z nich v Černobyli vybuchl. Jejich vývoj probíhal pod časovým i finančním tlakem a na testování a zlepšování se příliš nedbalo.

Jedná se o nejstarší sovětský jaderný reaktor typu RBMK 1000, používaný v Sovětském svazu, který se stavěl jen na území bývalého Sovětského svazu. Za běžných okolností dodával do elektrické sítě 1000 megawattů (proto RBMK-1000).¹³

Reaktor RBMK byl vyvinut v 60. letech, jeho zkratka rusky je Reaktor Bolšoj Moščnosti Kanalnyj (z ruského Реактор Большой Мощности Канальный), v překladu to znamená kanálový reaktor vysokého neboli velkého výkonu. Známa je také zkratka LWGR (Light-Water-cooled Graphite moderated Reactor), což česky znamená kanálový varný reaktor s uranovo-grafitovým moderátorem. Jedná se o lehkovodní grafitový reaktor. Byl odvozen od ruského reaktoru Obninsk AM-1, který fungoval mezi lety 1954 a 1959.

Tento typ reaktoru byl instalován ve všech čtyřech blocích černobylské jaderné elektrárny a měl být také i v nedostavěném 5. a 6. bloku. Po černobylském výbuchu se tento typ reaktoru přestal stavět a dnes se již nestaví vůbec. V tehdejší době bylo reaktorů typu RBMK 1000 dostavěno celkem 17, z toho ještě 11 reaktorů je stále v provozu (JE Kursk – 4 bloky, JE Leningrad – 4 bloky, JE Smolensk – 3 bloky). Po havárii v Černobyli byly všechny tyto reaktory ve značné míře modernizovány a do roku 2025 by měly být vyřazeny z provozu úplně.

¹² PROFIL k jaderné havárii v Černobyli k jejímu 30. výročí [online]. 26.4.2016 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://www.ceskenoviny.cz/zpravy/profil-k-jaderne-havarii-v-cernobyli-k-jejimu-30-vyroci/1341967>

¹³ Měl být chloubou. Stal se však smrtícím monstrem – Černobyl 1986 [online]. 26.4.2006 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/mel-byt-chloubou-stal-se-vsak-smrticim-monstrem-cernobyl-1986-pqu-/tec_reportaze.aspx?c=A060425_164427_tec_checktech_kuz

2.1.1 Konstrukce reaktoru RBMK 1000

Jak je již zřejmé ze zkratky reaktoru, jedná se vlastně o varný reaktor, který je moderovaný grafitem¹⁴. Palivem pro daný typ slouží obohacený oxid uraničitý (UO₂). Jádro reaktoru (aktivní zóna) má rozměry zhruba 14 krát 8 metrů a z velké části ji tvoří grafitové (uhlíkové) krychle s hranami o délce 250 milimetrů. V grafitu jsou otvory (kanálky) určené hlavně pro tyče s palivem a vodu, která reaktor chladí. Černobylský čtvrtý reaktor měl celkem 1872 kanálků, z toho 1661 pro palivo a 211 pro tyče řídicího a nouzového systému. V kanálcích jsou uloženy palivové tyče, mezi kterými proudí chladicí voda (slouží jako chladivo¹⁵), která se dokáže ohřívat až na 290°C. Voda se následně odvádí do separačního bubnu, v němž se oddělí pára od vody. Tato oddělená pára poté pohání turbínu na výrobu elektřiny.¹⁶

Nádoba kolem reaktoru je naplněna netečnou atmosférou z hélia a dusíku, která má chránit grafit, a také zároveň slouží k přenosu tepla z něj na vodu v kanálech procházejících reaktorem. I když tato nádoba byla vzduchotěsná, tlaky uvnitř byly malé. Z toho důvodu nebylo nutné náročně vyrábět pevnou tlakovou nádobu, jako pro reaktor VVER. Stavba reaktoru je jednodušší. Kromě technicky náročné tlakové nádoby chyběly i některé další bezpečnostní prvky jako je tzv. kontejnment, což je betonová obálka kolem reaktoru, která má při případné poruše zabránit úniku radioaktivního materiálu do okolí.¹⁷

Daný typ reaktoru má jak své výhody, tak i nevýhody. Výhodou je absence druhého okruhu, kdy pára z reaktoru může proudit přímo do turbín. Následující výhodou je skutečnost, že můžeme měnit palivo v reaktoru za běžného provozu, aniž bychom ho museli odstavit (zastavit jeho chod), a tak reaktor mohl pracovat prakticky nepřetržitě. Tento typ reaktoru měl používat velmi nízko obohacené, či zcela přírodní palivo. S palivem a způsobem jeho výměny souvisela výhoda vojenská: reaktory mohly sloužit jako zdroj plutonia pro jaderné zbraně. Plutonium vzniká v reaktorech samovolně, z vyhořelého paliva RBMK se dalo získávat poměrně snadno a podle potřeby. Ve strategických plánech armády to mělo významnou roli a armáda také rozhodovala o jaderném programu.

¹⁴ Grafit byl v reaktorech RBMK proto, aby zvyšoval pravděpodobnost štěpení. Jeho funkcí tedy fakticky je zvyšovat výkon reaktoru. Voda proudící reaktorem naopak jeho výkon snižuje (a také chladí a odvádí teplo na výrobu elektřiny). Grafit se z reaktoru odstranit nedá, voda ano, a to třeba tím, že se zahřeje a změní na páru, která funguje jako „brzda“ hůře.

¹⁵ Chladivo slouží k odvádění tepla z reaktoru, a jde-li o reaktor energetický i k tvorbě páry k pohonu turbíny. Nejčastěji je to voda, CO₂, těžká voda. Teplota vody musí být co největší. Reaktory chlazené vodou se dělí na tlakovodní a varné.

¹⁶ Reaktor RBMK [online]. 11.2.2013 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/reaktor-rbmk/>

¹⁷ Proč Sověti stavěli černobylské reaktory a v čem byla chyba [online]. 26.4.2016 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/cernobyl-havarie-0kx-/tec_technika.aspx?c=A160425_152556_tec_technika_mla

Vyskytují se zde také určité nevýhody. První z nich je nestabilita. Kdyby za provozu došlo k přerušení dodávek chladicí vody do reaktoru, začne se reaktor přehřívat. Voda, která se v něm vyskytuje, se začne přeměňovat v páru a tím vzroste tlak v aktivní zóně. Štěpná reakce pomalu ale jistě roste. Samovolně se tato reakce nemůže zastavit, protože v aktivní zóně reaktoru je stále přítomen grafitový moderátor. Pokud by v této situaci selhaly bezpečnostní systémy reaktorů, nebo by byly odpojeny, může to vést ke katastrofálním následkům, například k takovým, jaké velice dobře známe z Černobylské jaderné elektrárny, ve které první výbuch způsobil právě enormní tlak páry v reaktoru.

Reaktor RBMK nemá parogenerátory¹⁸, nýbrž separační bubny. Parogenerátor se používá u tříokruhových bloků (VVER – tlakovodní reaktor, ruský typ, PWR – tlakovodní reaktor, CANDU – těžkovodní reaktor vyvinut v Kanadě), kde je žádoucí oddělení kontaminovaného média chlazení od média sekundárního okruhu. Separační buben slouží u tohoto typu reaktoru jako gravitační odlučovač vody. Tím pádem na turbínu jde pouze sytá pára. Na obrázku si lze prohlédnout schéma reaktoru RBMK 1000 (viz. Příloha č. 5).¹⁹

Konstrukce reaktoru RBMK dávala řadu příčin k nehodě. Díky ní se tento typ reaktoru za určitých okolností mohl snadno obrazně řečeno „utrhnout ze řetězu“. Reaktor nesplňoval bezpečnostní podmínky, které dnes již dodržují všechny jaderné elektrárny. Uvnitř reaktoru proudila chladicí voda, a to přímo okolo řídicích palivových článků (neboli palivových tyčí) z bóru, který velmi účinně pohlcuje neutrony.²⁰

Když se regulační tyče zasunou do reaktoru, vychytají neutrony, které by za normálních okolností měly štěpit palivo a došlo by k zastavení reakce. Palivové tyče byly delší než 7 metrů a pod nimi byl ještě 4,5 metrů dlouhý kus uhlíku. Za běžných provozních podmínek byla v jádru reaktoru spuštěna právě tato část tyčí. Když bylo potřeba reaktor zastavit, celá tyč sjela dolů. Přitom uhlíková část vytlačila ze spodní části kanálku vodu, která v reaktoru sloužila ke zpomalování štěpné reakce. Uhlíková část tyčí pohlcovala mnohem méně neutronů než voda. A tak v okamžiku vypnutí reaktoru dochází na chvíli zcela neočekávaně ke zvýšení výkonu ve spodní části reaktoru. Takové nezvyklé chování systému nouzového zastavení reaktoru podle odhadů fyziků nejspíše bylo poslední kapkou, která reaktor v Černobylu

¹⁸ Parogenerátor – zařízení, které v jaderné elektrárně vyrábí páru. Je zároveň zařízením, které odděluje primární a sekundární médium. Vzhledem k tomu, že tlak na sekundární straně je nižší, je i bod varu vody nižší a voda se začne vypařovat.

¹⁹ Reaktor RBMK [online]. 11.2.2013 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/reaktor-rbmk/>

²⁰ Měl být chloubou. Stal se však smrtícím monstrem – Černobyl 1986 [online]. 26.4.2006 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/mel-byt-chloubou-stal-se-vsak-smrticim-monstrem-cernobyl-1986-pqu-/tec_reportaze.aspx?c=A060425_164427_tec_checktech_kuz

posunula ke katastrofě. Obsluha čtvrtého bloku tomuto konstrukčnímu rysu nerozuměla a podle dobových dokumentů nebyli rozhodně sami.

Chladicí voda proudící reaktorem okolo řídicích palivových článků se dokáže ohřívat na vysoké teploty. V případě, že došlo k úbytku chladicí vody, ať už jejím únikem nebo varem, rostl výkon reaktoru a voda se následně začala měnit na páru, která funguje jako „brzda“. Pára opakovaně podporovala další nárůst výkonu reaktoru. K takovému jevu nedojde vždy, ale černobylský čtvrtý blok byl 26. dubna již v konfiguraci (část paliva byla už vyhořela atp.), kdy se tak chovat mohl. Tato bezpečnostní závada je jedním z hlavních rozdílů, kterým se RBMK reaktory liší od reaktorů typu VVER. O této nepříjemné vlastnosti reaktoru se vědělo, minimálně mezi odborníky. Reaktor měl i chyby, o kterých se vědělo mnohem méně. Jednou z nich, která možná sehrála zásadní roli v Černobylu, byla i špatná konstrukce systému nouzového zastavení reaktoru.²¹

2.2 Reaktor typu VVER

VVER je novější sovětský typ reaktoru, jehož zkratka je rusky Vodo-Vodjanoj Energetičeskij Reaktor (водо-водяной энергетический реактор), v překladu to znamená vodo-vodní energetický reaktor a je dnes ve světě nejrozšířenějším typem. Původně byl vyvinut v USA, koncepci později převzalo i Rusko. Používá se i v našich elektrárnách v Temelíně a Dukovanech (čeští inženýři tyto stroje nazývají „veverky“), dále se také vyskytují na Slovensku, ve Finsku a dalších zemích. Všech aktuálně 15 reaktorů, provozovaných na Ukrajině je typu VVER. Konkrétně jde o dva reaktory VVER 440 V-312 (dukovanský typ), VVER 1000 V-302, VVER-338 a jedenáct bloků VVER 1000 V-320 (temelínský typ). V Záporožské jaderné elektrárně provozuje státem vlastněná firma ENERGOATOM šest reaktorů typu VVER-1000 V-320. Z toho první blok byl spuštěn v roce 1985 a má původní provozní licenci do prosince 2015, kterou i nadále prodloužili. Šestý blok byl dokončen v roce 1986.²²

Reaktory pro svou vysokou bezpečnost se používají i k pohonu jaderných ponorek či letadlových lodí. Palivem je obohacený uran ve formě tabletek oxidu uraničitého uspořádaných do palivových tyčí. Výměna paliva v reaktoru probíhá při odstaveném reaktoru jednou za 1 až 1 a půl roku. Nahradí se jedna čtvrtina vyhořelých článků. Moderátorem i

²¹ Proč Sověti stavěli černobylské reaktory a v čem byla chyba [online]. 26.4.2016 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/cernobyl-havarie-0kx-/tec_technika.aspx?c=A160425_152556_tec_technika_mla

²² Jaderná energetika na Ukrajině a její bezpečnost [online]. 17.5.2015 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/jaderna-energie-na-ukrajine-jeji-bezpecnost/>

chladičem je obyčejná voda. Tlakovodních reaktorů pracuje asi 253, to je 57 % ze všech světových energetických reaktorů.²³

Reaktory typu VVER (viz Příloha č. 6) jsou takzvané tlakovodní reaktory, které prohánějí vodu reaktorem pod velkým tlakem (o teplotě kolem 300 °C), aby nedocházelo k její přeměně na páru. Tato voda vře v parogenerátoru, začíná předávat své teplo vodě v odděleném sekundárním okruhu, následně se mění na páru a pohání turbínu. Proto k takové havárii, která nastala v Černobyli (k výbuchu vodní páry v reaktoru) například v Temelíně nebo Dukovanech vůbec nemůže dojít – jelikož žádná pára přímo v reaktoru není. Další zásadní rozdíl spočívá v tom, že jaderné reaktory typu VVER nepoužívají jako pomocný moderátor grafit a mají také konstrukčně potlačen kladný dutinový teplotní koeficient reaktivity v aktivní zóně. Ve výsledku v celém provozním intervalu je celkový dutinový koeficient dokonce záporný. Tímto je zabráněno nekontrolovatelnému nárůstu množství přehřáté páry a následné možné explozi.²⁴

3. HAVÁRIE JADERNÉ ELEKTRÁRNY ČERNOBYL

3.1 Černobylská jaderná elektrárna

Černobylská jaderná elektrárna (viz Příloha č. 7) leží v severní části Ukrajiny na řece Pripjat', 16 kilometrů jižně od hranic s Běloruskem (to bylo nejvíce touto havárií zasaženo), 2 kilometry od města Pripjat', 18 kilometrů severozápadně od města Černobyl a 115 kilometrů severně od hlavního města Ukrajiny Kyjeva.

Samotná elektrárna se skládá z celkem čtyř reaktorů, které zásobovaly SSSR elektřinou. Elektrárna se začala stavět v roce 1970 a jako první byl postaven blok reaktoru číslo 1 o výkonu 740 MW, který byl uveden do provozu v září roku 1977. Jednalo se o první jaderný blok dnes tolik nechvalně známého kanálového varného reaktoru typu RBMK na Ukrajině.²⁵ Výstavba bloku číslo 2 započala v roce 1973 a byl uveden do provozu roku 1978, stavba bloku číslo 3 započala v roce 1976, zprovozněn roku 1981 a blok číslo 4 se začal stavět v roce 1979 a byl uveden do provozu v roce 1983. Každý z těchto tří reaktorových bloků měl výkon

²³ Typy reaktorů [online]. 2016 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/jaderne-elektrarny/typy-reaktoru>

²⁴ Měl být chloubou. Stal se však smrtícím monstrem – Černobyl 1986 [online]. 26.4.2006 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/mel-byt-chloubou-stal-se-vsak-smrticim-monstrem-chernobyl-1986-pqu-tec_reportaze.aspx?c=A060425_164427_tec_checktech_kuz

²⁵ Černobylská jaderná elektrárna [online]. 27.11.2012 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/chernobylska-jaderna-elektrarna/>

925 MW. Všechny čtyři reaktory v elektrárně byly typu RBMK 1000 (celkový tepelný výkon byl 3200 MW).

Původním plánem v Černobyli bylo postavit celkem šest jaderných reaktorů. V roce 1981, respektive 1983 začala výstavba pátého a šestého bloku s reaktory typu RBMK 1000, každý o výkonu 950 MW. Z důvodu havárie čtvrtého bloku elektrárny v roce 1988 bylo rozhodnuto ukončit stavební práce (viz Příloha č. 8). 26. dubna 1986 se černobylská jaderná elektrárna stala dějištěm nejhorší jaderné havárie v historii lidstva. Výstavba celé černobylské jaderné elektrárny probíhala v letech 1970 až 1988.²⁶

Elektřinu do sítě však elektrárna dodávala až do roku 2000. Blok číslo 2 by v provozu do roku 1991, v tomto roce byl zasažen rozsáhlým požárem a odstaven úplně. Blok číslo 1 byl odstaven v roce 1996 a blok číslo 3 byl funkční až do roku 2000.

Po uzavření elektrárny vznikl problém, co s jaderným palivem. Jde o dvě záležitosti. V prostoru elektrárny existuje mezisklad spotřebovaného jaderného paliva ještě z dob Sovětského svazu. Potom palivo ještě nepoužité, kterému již vypršela licence v roce 2016. Musí se vysušit a uložit do kontejnerů. Na tomto projektu se pracuje a měl by být v podstatě ukončen. Kontrakt za 250 milionů eur získala americká technologická společnost Holtec Internacional.²⁷

V dnešní době je již elektrárna odstavena, ale práce na demontáži a dekontaminaci mohou trvat ještě mnoho let.²⁸ Po jaderné havárii v Černobyli byla ustanovena zakázaná třicetikilometrová zóna, která má střed v reaktoru číslo 4. Dnes probíhají snahy o částečné obnovení života a ekonomické aktivity v zóně, mezi něž patří vybudování centrálního skladu vyhořelého jaderného paliva (VJP) pro celou Ukrajinu.²⁹

²⁶ Černobylská jaderná elektrárna [online]. 7.12.2016 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z:

https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobylsk%C3%A1_jadern%C3%A1_elektr%C3%A1rna

²⁷ Jaderná energetika na Ukrajině a její bezpečnost [online]. 17.5.2015 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z:

<http://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/jaderna-energie-na-ukrajine-jeji-bezpecnost/>

²⁸ Černobylská jaderná elektrárna [online]. 27.11.2012 [cit. 2017-02-01].

Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylska-jaderna-elektrarna/>

²⁹ Jaderná energetika na Ukrajině a její bezpečnost [online]. 17.5.2015 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z:

<http://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/jaderna-energie-na-ukrajine-jeji-bezpecnost/>

3.2 Černobylský experiment předcházející výbuchu

Čtvrtý blok jaderné elektrárny Černobyl se začal stavět v roce 1979 a jeho stavba byla dokončena v prosinci roku 1983. Stavební práce se ale značně opozdily a z průběžných zpráv KGB bylo zřejmé, že stavba tohoto bloku vykazuje značné chyby. Čtvrtý blok vyráběl elektřinu již 20. prosince 1983. Později, na počátku roku 1984 vyšlo najevo, že reaktor byl uveden do provozu o dva měsíce dříve, než se původně předpokládalo. Bylo tomu tak nejspíše proto, že z předčasného dokončení elektrárny plynuly určité benefity. Původně před samotným spuštěním reaktoru měly být provedeny testy jednotlivých částí reaktoru a potom po úspěšném projití těchto testů měla být elektrárna spuštěna. Tyto testy se obvykle provádějí ještě asi půl roku po dokončení stavby. Všemi testy čtvrtý blok neprošel, ale na to nemohlo vedení elektrárny z politických důvodů čekat. Podle plánu měl být spuštěn do konce roku 1983. Ve výsledku ředitel černobylské elektrárny Viktor Petrovič Brjuchanov podepsal již na konci prosince (konkrétně 31. 12. 1983) oficiální dokument (prohlášení) o úspěšném dokončení, provedení všech testů a následném zprovoznění čtvrtého bloku jaderné elektrárny Černobyl, ačkoliv to nebyla pravda. Dnes je již známo, že speciální vládní komise zkoumající funkční systémy jaderné elektrárny nedokončila v roce 1984 všechny potřebné testy. Také vyšlo najevo to, že zkouška, která byla prováděna 26. dubna 1986 byla součástí těchto nedokončených testů z konce roku 1983 a začátku roku 1984.³⁰

25. dubna 1986 čtvrtý blok měl projít opravou. V plánu bylo odpojení reaktoru a experiment, který měl ověřit funkci havarijního chlazení reaktoru. Aby bylo možné koloběh štěpné reakce v reaktoru RBMK 1000 udržet pod kontrolou, tak ji regulují (drží „na uzdě“) řídicí tyče. Reaktor v Černobylu měl takových řídicích tyčí celkem 211 a jejich zasouváním do reaktoru lze regulovat tuto štěpnou reakci. Takzvané tandemové řídicí tyče byly v dolní části tvořeny grafitem, po němž následoval prázdný kus, a až nad tím byla část s absorbatorem neutronů – bórem. Když se řídicí tyče vytahovaly, výkon se zvyšoval, zasouváním tyčí výkon klesal (vysouvá grafit a zasouvá bor). Bohužel právě vinou zmíněné prázdné mezery, která se nachází mezi bórem a grafitem se může stát, že při zasouvání tyčí (snižování výkonu), dojde na malou chvíli ke zvýšení výkonu reaktoru jako právě v Černobylu.

Na počátku této katastrofy stál experiment (test), který měl paradoxně přispět ke zvýšení bezpečnosti elektrárny. Technici měli zjistit, jestli jsou turbíny generátoru (elektrický

³⁰ Černobylská havárie a její průběh [online]. 2012-2014 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>

generátor poháněný turbínou) schopné po tom, co se náhle uzavře přívod páry z reaktoru do turbíny ještě na volnoběh (tzn. po setrvačném doběhu), dodávat energii do havarijního chladicího systému předtím, než se spustí záložní (nouzové) dieselové generátory.³¹ Toto byl jeden z testů, který měl být proveden ještě před samotným spuštěním bloku reaktoru a týkal se právě nouzového fungování turbíny. Pokud by náhodou došlo k výpadku přívodu elektřiny, musí být turbína schopná setrvačností vyrábět dostatek elektřiny ještě alespoň po dobu 45 sekund, než se spustí nouzové záložní generátory. Tato elektřina je pro bezpečnost reaktoru životně důležitá, jelikož pohání chladicí čerpadla, regulační a havarijní tyče a zároveň zásobuje elektřinou řídicí velín, ze kterého je daný reaktor řízen. Právě tato zkouška (experiment), kterou vyžadoval sovětský úřad pro atomovou energii, byla prováděná v noci z 25. na 26. dubna 1986, při ní se vlivem nedodržením parametrů tohoto testu stala jedna z největších a zároveň nejhorších katastrof v jaderné energetice.

Cílem tohoto bezpečnostního experimentu bylo zjistit, jestli by se naftový generátor dokázal včas spustit a také jestli by byl schopen poskytnout dostatek elektřiny pro základní zařízení elektrárny a udržel vodní chlazení jádra reaktoru do té doby, než by se aktivovala nouzově dodávaná elektrická energie.³²

3.2.1 Plánovaný průběh experimentu

Prováděný experiment měl probíhat podle těchto instrukcí:

- Snížení výkonu reaktoru na 25-30 % (700 až 1000 MWt³³), což je nejnižší výkon, při kterém byl povolen provoz typu reaktoru RBMK
- Odstavení první ze dvou turbín připojených k reaktoru
- Odpojení systému havarijního chlazení, aby nezačal působit během testu
- Přerušování přívodu páry ke druhé turbíně. Tento krok měl zároveň být signálem pro systém havarijní ochrany k automatickému odstavení reaktoru.³⁴

³¹ Měl být chloubou. Stal se však smrtícím monstrem – Černobyl 1986 [online]. 26.4.2006 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/mel-byt-chloubou-stal-se-vsak-smrticim-monstrem-cernobyl-1986-pqu-/tec_reportaze.aspx?c=A060425_164427_tec_checktech_kuz

³² Černobylská havárie a její průběh [online]. 2012-2014 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/chernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>

³³ MWt je tepelný výkon nutný pro provoz generátorů. Tepelný výkon je obvykle přibližně třikrát větší než elektrický výkon.

³⁴ 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 1996 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobylu.pdf

3.2.2 Skutečný průběh experimentu

V sobotu 26. dubna 1986 v 1 hodinu 23 minut došlo na čtvrtém reaktorovém bloku jaderné elektrárny Černobyl v tehdejší Sovětské svazu k výbuchu a následnému požáru, který zničil reaktor a zároveň způsobil rozsáhlý únik radioaktivních látek do širokého okolí. Jednalo se o těžkou havárii reaktoru se závažnými radiačními důsledky.

Prováděný experiment z hlediska jaderné bezpečnosti byl podceněn a byl pojímán jednoznačně jako elektrotechnická záležitost pro jadernou bezpečnost bezvýznamná. Tento test byl řízen elektrotechniky, nikoliv specialisty na provozní režimy a jadernou bezpečnost.³⁵

Pátek 25. dubna 1986

01:00 – V jednu hodinu po půlnoci začalo snižování tepelného výkonu reaktoru.

13:05 – Nejprve byl snížen výkon reaktoru o polovinu z 3200 MW na 1600 MW a byl odstaven první turbogenerátor. Dále byl odpojen systém havarijního chlazení reaktoru, aby nenarušoval experiment.

14:00 – Dispečer Ukrajinských energetických závodů žádal o odložení tohoto testu – blížily se svátky (1. máj) a továrny potřebovaly dohnat plány. Následně je vydán rozkaz a test je odložen o téměř 9 hodin. Po celou tuto dobu obsluha nechala odpojen systém nouzového chlazení reaktoru, přestože je to v rozporu s předpisy. Snižování výkonu reaktoru je pozastaveno. Odklad testu způsobil, že pokračování v experimentu prováděla již nová směna, která na něj nebyla dostatečně připravená.

16:00 - Ranní směna odešla. Tito pracovníci byli v předchozích dnech seznámeni s testem, a tak znali celý jeho postup. Speciální tým elektroinženýrů zůstal na místě. Nastoupila odpolední směna.

23:10 – Po devíti hodinách je vydán rozkaz k pokračování v testu. Odpolední směna nadále pokračovala ve snižování výkonu v reaktoru. Tým elektroinženýrů je již unaven. Tepelný výkon reaktoru je snižován na 700 MW, při kterém se má zkouška podle předpisů provádět.

³⁵ Havárie v jaderné elektrárně Černobyl [online]. 26.4.2014 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://chernobyl.euweb.cz/>

Sobota 26. dubna 1986

00:00 – Tepelný výkon reaktoru klesal na stanovených 700 MW. Došlo k vystřídání odpolední a noční směny. Noční směna Alexandra Akimova nastoupila v 00:00 hodin. Na noční směně je méně zkušených operátorů, kteří se na tento experiment dostatečně nepřipravovali. V té době v řídicím sále čtvrtého bloku byli přítomní tito lidé:

1. Alexander Akimov – 32 let, vedoucí pracovník čtvrtého bloku
2. Anatolij Djatlov – 55 let, provozní zástupce hlavního inženýra (Nikolaje Fomina)
3. Leonid Toptunov – 26 let, hlavní inženýr, odpovědný za regulaci výkonu a řízení reaktoru
4. Jurij Tregub – náčelník směny čtvrtého bloku
5. Boris Stoljarčuk – vrchní inženýr regulační jednotky
6. Igor Keršenbaum – vrchní inženýr řízení turbín
7. Razim Davletajev – zástupce náčelníka turbínového cechu čtvrtého bloku.³⁶

A tyto další osoby: Petr Palamarčuk, Sergej Gazin, Gennadij Petrovič Metlenko, stážisté Viktor Proskurjakov a Alexandr Kudrjavcev.

V elektrárně se také nacházel A. Juvčenko – byl to jeden z mála lidí, který byl v blízkosti výbuchu a přežil. Zemřel v roce 2006 a byl jedním z hlavních svědků této osudové děsivé noci. Operátoři Alexandr Akimov a Leonid Toptunov byly ve sporu s Anatolijem Djatlovem o tom, jaký výkon reaktoru je ještě bezpečný pro zahájení testu. Grafitový reaktor je při nízkém výkonu velmi nestabilní, to však Akimov ani Toptunov nevěděli.³⁷

00:31 – Tepelný výkon reaktoru se pomalu dostal na 700 MW a potom vlivem několika chyb obsluhy rychle klesl pod 500 MW. Leonid Toptunov, který měl na starosti regulaci výkonu reaktoru, společně s Alexandrem Akimovem v tuto chvíli upozornili svého nadřízeného Anatolije Djatlova na prudký pokles výkonu v reaktoru, který se už nacházel pod bezpečnostním limitem 700 MW. Alexandr Akimov upozorňoval Anatolije Djatlova: „Anatoliji Stěpanoviči, hladina výkonu je pod bezpečnostním limitem 700 MW. Výkon reaktoru klesá příliš rychle.“ Djatlov byl neústupný a hrubý k zaměstnancům. Rozhodl se provést test při 200 MW i přesto, že minimální bezpečnostní směrnice pro provoz tohoto typu

³⁶ Černobylská havárie a její průběh [online]. 21.11.2012 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/chernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>

³⁷ Havárie v jaderné elektrárně Černobyl [online]. 26.4.2014 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://chernobyl.euweb.cz/>

reaktoru (RBMK) je 700 až 1000 MW. Toto Djatlov však věděl, přesto věřil, že riziko je nepatrné, a proto i nadále trval na svém rozhodnutí se slovy: „*Reaktory chyby nedělají, lidé ano!*“ Toptunov s Akimovem se po těchto slovech již podřídili a dál snižovali výkon reaktoru.

00:36 – V tento okamžik se ozval výstražný poplach – hladina vody v odlučovačích byla nebezpečně nízko. Varovný signál tímto oznámil, že je do aktivní zóny reaktoru při nízkém tepelném výkonu čerpáno příliš mnoho chladicí vody. Následkem bylo, že se toto velké množství studené vody nestačilo dostatečně prohřát, a tím se tvořilo malé množství páry o nízkém tlaku. Tato pára se z reaktoru dále odváděla do odlučovačů, kde se „sušila“ od přebytečné vody a následně se čistá pára odváděla na pohon turbín generátoru. Boris Stoljarčuk, který reguloval proudění vody v reaktoru si s tímto problémem snadno a rychle poradil – poplach vypnul a ignoroval ho. Za normálních okolností by již zasáhly odpovídající systémy havarijního chlazení reaktoru, ty však byly již úmyslně vypnuté.

00:38 – V průběhu přípravy testu měli operátoři problémy s udržení stability výkonu reaktoru. Výkon klesl na 200 MW, avšak chybou Toptunova nastal prudký pokles výkonu reaktoru až na pouhých 30 MW tepelných, což prakticky znamená zastavení štěpné reakce (nestabilní stav). Při práci na tak nízkém výkonu výrazně roste koncentrace Xenonu 135, který vstřebává neutrony, a začíná xenonová otrava.

V tuto chvíli měla obsluha elektrotechniků (tak jak byli školeni) experiment ihned ukončit a reaktor definitivně odstavit alespoň na 24 hodin, během kterých by bylo možné reaktor znovu bezpečně nastartovat. K tomu ovšem nedošlo, což se ukázalo jako obrovská osudová chyba. Reaktor se úplně zastavil. Anatolij Djatlov nařídil Toptunovi, aby pro obnovení výkonu, vytáhl všechny regulační tyče z reaktoru (toto byla další osudová chyba). Toptunov to udělat nechtěl a bránil se slovy: „*Měli bychom reaktor odstavit. Tak jak nás to učili při školení*“. Alexandr Akimov přistoupil a souhlasil s ním, protože pokud se řídicí regulační tyče vytáhnou, ztratí se úplná kontrola nad výkonem reaktoru. Už teď byla situace v kritickém stavu a nemělo by se dál pokračovat v experimentu. Při výkonu reaktoru 30 MW tepelný experiment nejde provádět. Pod nátlakem zástupce hlavního inženýra Anatolije Djatlova se však pokračovalo v testu. Operátoři měli strach z propuštění a přitom se dopustili několika závažných chyb. Aby zvýšili výkon, nechali na příkaz Djatlova vysunout všechny regulační řídicí tyče (schopné zastavit v nouzi reaktor) z aktivní zóny reaktoru výše, než dovolují předpisy. Systém regulace výkonu se bránil značné „otravě“ reaktoru vytahováním regulačních tyčí z aktivní zóny, což snižovalo operativní zásobu reaktivity.

1:00 – Téměř půl hodiny před havárií se tepelný výkon v reaktoru podařilo stabilizovat na 200 MW. Za těchto podmínek bezpečnostní předpisy nedovolují pracovat s reaktorem, ale na příkaz Djatlova operátoři pokračovali v přípravě experimentu, i když byl reaktor v značně nestabilním stavu mimo oblast povoleného provozu.

1:10 – Znovu se ozval poplach. Operátoři se dostali do velkých problémů s udržení správných hodnot tlaku a obsahu páry v reaktoru. Snížený vývin páry v reaktoru měl za následek pokles tlaku a hladiny vody v separátorech. Snížení těchto parametrů je signálem pro spuštění havarijní ochrany 1. stupně, tu však operátor zablokoval, aby zabránil odstavení reaktoru. Hladina chladicí vody v odlučovačích byla nebezpečně nízko. Poplach byl opět vypnut a ignorován. V té době pracoval reaktor pouze s jedním připojeným turbogenerátorem, jehož odstavení bylo požadováno připravovaným experimentem.³⁸

1:22 – Operátor Leonid Toptunov si před zahájením experimentu nechal počítačem (systém SKALA³⁹) zobrazit dokument o aktuálním stavu parametrů reaktoru. V tomto dokumentu zjistili, že se reaktor nachází mimo bezpečnostní hodnoty. Zjistili, že počet regulačních tyčí v aktivní zóně reaktoru odpovídá necelé polovině povolené hodnoty. Po tomto zjištění měli operátoři okamžitě odstavit reaktor – ještě to stále bylo možné udělat, přesto bez ohledu na vzniklou situaci se operátoři s Djatlovem rozhodli v testu pokračovat (další osudová chyba).

Následně Boris Stoljarčuk připojil k šesti dosud ještě pracujícím hlavním cirkulačním čerpadlům, kterými byla přiváděná chladicí voda do aktivní zóny reaktoru, také zbývající dvě čerpadla, která byla záložní. Přitom těchto šest hlavních čerpadel by mělo plně postačit k chlazení aktivní zóny reaktoru, a to i při práci reaktoru na plném výkonu 3200 MW. Jeho rozhodnutí připojit další dvě hlavní záložní cirkulační čerpadla mělo zajistit, že se po provedeném experimentu bude aktivní zóna reaktoru dostatečně chladit. Zvýšený průtok vody v reaktoru produkoval ještě menší množství páry a tlaku, než by bylo potřeba. Při tomto experimentu měla čtyři hlavní cirkulační čerpadla sloužit jako elektrická zátěž dobíhajícího turbogenerátoru.

Následkem zvýšeného průtoku chladiva aktivní zónou reaktoru bylo snížení obsahu páry v chladivu a tím další pokles reaktivity, na který systém regulace výkonu reagoval dalším vytahováním regulačních tyčí. Následně poklesla operativní zásoba reaktivity v reaktoru na hodnotu 6 až 8 tyčí, což bylo v rozporu s předpisy (požadovaná hodnota byla zásoba třiceti

³⁸ Černobylská havárie a její průběh [online]. 21.11.2012 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z:

<http://chernobylzone.cz/cernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>

³⁹ SKALA – informační a výpočetní středisko jaderné elektrárny, které monitorovalo průběh celého experimentu v černobylské elektrárně.

tyčí). Vytažená absorpční regulační tyč je málo účinná při regulaci výkonu reaktoru, protože zasahuje pouze do oblastí s nejnižším neutronovým tokem a velká změna její polohy jen málo dokáže ovlivnit výkon reaktoru. Pokud by došlo k menší změně teploty nebo tlaku chladiva, vyvolalo by to velké změny v obsahu páry a tím i velké změny výkonu v reaktoru.⁴⁰

1:23:04 – Bezpečnostní test začal. Řídící panel žádným způsobem operátory neinformoval o nestabilním stavu, v jakém se reaktor ve skutečnosti již nacházel. Poslední a zároveň osudové chyby se operátoři dopustili tím, že zablokovali havarijní signál (bezpečnostní systém), který by při uzavření přívodu páry na turbínu automaticky odstavil reaktor. Následně uzavřeli přívod páry do turbíny (odpojili ji), která setrvačností poháněla čerpadla chlazení aktivní zóny reaktoru. Reaktor pracoval dál při tepelném výkonu 200 MW. Snížení výkonu čtyř hlavních cirkulačních čerpadel od dobíhajícího turbogenerátoru vedlo k výraznému snížení průtoku chladicí vody reaktorem, čímž rostla její teplota a tlak. To mělo společně s nestabilním stavem reaktoru za následek rostoucí množství páry, což zvyšovalo množství neutronů v aktivní zóně reaktoru, a tím i zvýšení reaktivity a výkonu reaktoru. Tlak páry s výkonem se začal zvyšovat. Xenon, který způsobil otrávení reaktoru, se začal postupně vypalovat.

1:23:30 – Výkon reaktoru začal prudce stoupat, čímž rostla teplota a tlak v aktivní zóně reaktoru. Tlak páry byl vyšší než tlak chladicí vody, která byla přiváděna dobíhajícími cirkulačními čerpadly. Činnost čerpadel se dál postupně snižovala, až se přerušilo chlazení aktivní zóny reaktoru. Tlak páry dokonce začal zvedat 350 kilogramové uzávěry regulačních palivových tyčí. Za těchto podmínek vlivem vysoké teploty a tlaku v aktivní zóně reaktoru dochází k deformacím.⁴¹

1:23:40 – Katastrofa se již neodvratně blížila. Výkon v reaktoru rychle vystoupal až na 1600 MW. To přinutilo obsluhu stisknout tlačítko AZ-5, a tak aktivovat ochranu pro havarijní odstavení reaktoru. „*Musíme spustit AZ-5, abychom snížili výkon.*“, křikl Akimov „*Spouštím havarijní ochranu*“, odpověděl Toptunov a natáhl ruku k červenému tlačítku AZ-5. Po jeho stisknutí se do aktivní zóny reaktoru začaly zasouvat všechny regulační tyče (které se do té doby nacházely nad reaktorem) a také tyče havarijní ochrany.

Vlivem deformací, které uvnitř probíhaly, se řídící tyče nezasunuly do požadované polohy. Téměř všechny tyče byly vytaženy z aktivní zóny, a proto jejich účinek byl příliš pomalý na situaci vzniklou uvnitř reaktoru. Kovové konce tyčí štěpnou reakci ještě více urychlily.

⁴⁰ 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobyli – důsledky a poučení [online]. Praha, 1996 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobyli.pdf

⁴¹ Černobylská havárie a její průběh [online]. 21.11.2012 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>

Špičky tyčí vnikly do reaktoru, ve kterém se už chladicí voda měnila v páru, a rychlost reakce rostla. Výsledkem toho byl nárůst teploty v aktivní zóně reaktoru a ke správnému účinku tyčí nedošlo. Výkon reaktoru tak stoupl na desetinásobek konstrukční hodnoty. Jádro reaktoru bylo rozžhavené a ohromný tlak páry trhal potrubí a dostával se do styku s jádrem. Pára se okamžitě rozkládala na vodík a kyslík. Toptunov, Djatlov, Akimov a Stoljarčuk byli vzniklou situací zmateni. Ze strany centrálního sálu se ozývaly různé údery.⁴²

1:23:47 – Několik sekund poté došlo ke dvěma mohutným explozím, které způsobila výbušná směs vodíku a kyslíku. Po 56 sekundách od počátku experimentu a pokusech ovlivnit některé procesy uvnitř reaktoru popraskaly palivové články. Jejich úlomky napadaly do chladicí vody, která se změnila v páru, a reaktor byl přetlakován. Výbuch dokázal zvednout tisícitonové ocelové víko reaktoru a nastala první exploze. Vodní jaderný reaktor se začal měnit v Papinův hrnec a praskl. Do odkrytého reaktoru začal pronikat vzduch. Hořel grafit (uhlík). Reakcí vodní páry s kovem palivových trubek vznikla třaskavá směs vodíku a kyslíku. Obsah reaktoru explodoval a rozmetal do okolí palivo a 700 tun radioaktivního hořícího grafitu, což způsobilo požár. Došlo k druhému výbuchu. Trosky dopadly na střechu sousedního třetího bloku elektrárny.

Vedoucí noční směny Alexandr Akimov a přítomný provozní inženýr Djatlov nemohli stále uvěřit, že došlo k nehodě. Byli stále přesvědčení, že k žádné vážné nehodě nedošlo. Poslali dva operátory do aktivní zóny, aby to tam zkontrolovali. Byli však okamžitě ozáření smrtelnou dávkou radiace, ale stihli ještě podat zprávu o tom, co viděli. Společně s ředitelem elektrárny Brjuchanovem a inženýrem Fominem tomu stále nevěřili a snažili se marně „chladit“ reaktor vodou.⁴³

Druhá exploze byla mnohonásobně silnější než ta první. Měla sílu 1,0 až 1,5 TJ, což odpovídalo výbuchu cca 300 až 500 tun TNT (vojenská, vysoce brizantní trhavina). Druhý výbuch byl výbuchem atomového typu. Akimov s Djatlovem neustále přikazovali operátorům přidávat chladicí vodu a byli přesvědčení, že se nic vážného neděje. Pět minut po této explozi přišel první telefonát. Hasiči dostali zprávu, že došlo k explozi mezi třetím a čtvrtým reaktorem a že hoří střecha reaktorového sálu.

⁴² Černobylská havárie a její průběh [online]. 21.11.2012 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>

⁴³ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, s. 62-63.

2:20 – Požár se nakonec podařilo na čtvrtém bloku lokalizovat. Hasiči začali bojovat s ohněm, aby se nerozšířil na další bloky elektrárny. Mezitím z poškozeného a rozzhaveného reaktoru unikala do atmosféry radioaktivita. Za deset dnů od výbuchu uniklo do ovzduší asi 4 procenta radioaktivity.

5:10 – Požár byl již uhašen, ale za cenu životů hasičů. Exploze vyzářila asi 300 sievertů⁴⁴ (běžný snímek plic odpovídá 0,035 sievertům). Vzniklý radioaktivní mrak se šířil nejdříve nad Skandinávii (severní Evropa), potom přes Polsko přibližně směrem na tehdejší Československo a Rakousko. Druhá jeho vlna zasáhla Bulharsko. Stav zamořeného území radiaci můžeme pozorovat na mapě.⁴⁵ (viz Příloha č. 9)

3.3 Situace bezprostředně po výbuchu a likvidace následku havárie

Po výbuchu byla situace v černobylské jaderné elektrárně značně nepřehledná (viz Příloha č. 10). Ve čtvrtém reaktorovém bloku vypadla elektřina i telefonní spojení. První, co zaměstnanci napadlo, bylo to, že začala válka nebo zemětřesení. Exploze reaktoru bylo to poslední, co by je v tuto chvíli napadlo. Nikdo z přítomných zaměstnanců nedokázal popsat, co se vlastně stalo. V 1 hodině 26 minut byl aktivován požární poplach. Trosky budovy čtvrtého reaktoru společně s reaktorem hořely, a tak na místo byly ihned povolány hasičské záchranné jednotky z elektrárny, Pripjati, Černobylu a okolních obcí. Jejich prioritou bylo uhasit střechu turbínové reaktorové haly, aby se zabránilo rozšíření ohně na vedlejší budovy, a to především na budovu třetího reaktoru.⁴⁶

Odvážní požárníci neznali příčinu požáru a tím pádem nevěděli ani o smrtící radiaci. Veleli jim poručíci Viktor Nikolajevič Kibenko a Vladimír Pavlovič Pravyk. Jejich jména znala tehdy celá země. Byli vyznamenáni titulem hrdinů Sovětského svazu. Zásah řídil hrdina Sovětského svazu major Leonid Těljatnikov, který také obdržel vyznamenání a havárii přežil. Hasiči pracovali pouze se základním vybavením a bez jakýchkoliv ochranných pomůcek, což se později ukázalo jako obrovská chyba. Zalévali trosky reaktoru vodou, a tímto vzniklou situaci ještě zhoršovali. Doslova se topili v hořícím asfaltu.⁴⁷ Radioaktivní tavenina měla teplotu 2000°C, takže voda se při styku s ní rozkládala na vodík a kyslík, které vzápětí explodovaly. Už po dvou hodinách hasiči začali pociťovat zdravotní problémy. Hašení

⁴⁴ Sievert – značka Sv, je odvozen od soustavy SI pro dávkový ekvivalent vyjadřující biologický účinek ionizujícího záření. Při pobytu v černobylské zóně zaznamenáváme záření v mikrosievertech (mSv). Nazván podle vědce R. M. Sieverta (1896-1966). Přístroj „sieverty“ načítá a signalizuje přípustnou hranici.

⁴⁵ Havárie v jaderné elektrárně Černobyl [online]. 26.4.2014 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://chernobyl.euweb.cz/>

⁴⁶ Černobylská havárie a její průběh [online]. 21.11.2012 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/chernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>

⁴⁷ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, s. 64.

provádělo celkem 29 mužů speciálního požárního útvaru. Během pěti hodin po explozi se podařilo zabránit šíření ohně na další budovy elektrárny. Třetí reaktor byl odstaven čtyři hodiny po výbuchu čtvrtého reaktoru. Teprve po mnoha hodinách zjistila armáda skutečnost, že úroveň radiace úlomků grafitu, povalujících se po celém areálu elektrárny, je velmi vysoká.

V okamžiku výbuchu náhle zahynuli dva operátoři, jednoho z výšky srazila exploze a druhý uhořel. Výbuch reaktoru připravil o život Valerije Chodemčuka, který obsluhoval hlavní oběhová čerpadla. Jeho tělo již nikdy nenalezli. Hned poté zemřel také inženýr a seřizovač automatických systému Vladimír Šašenok, který utrpěl velmi těžké tepelné a radiační popáleniny, poranění páteře a žeber. Akimov, který neustále odmítal uvěřit tomu, že je reaktor zničený, spolu s Toptunovem zemřeli na akutní nemoc z ozáření. Akimov zemřel po 15 dnech a Toptunov po 17 dnech od havárie. Oba získali smrtelnou dávku ozáření, když se pokoušeli zprovoznit nouzové chlazení reaktoru, avšak marně. Mezi první oběti patřili také požárníci, kteří nebyli vybaveni ochrannými pomůckami, respirátory ani obleky. To se týkalo i jednotek, které sloužily přímo v elektrárně. Velitel prvního hasičského týmu Vladimír Pavlovič Pravyk zemřel 9. května 1986 na akutní nemoc z ozáření, na kterou do konce roku 1986 zemřelo celkem 28 lidí.⁴⁸

Při bezprostřední požární operaci kromě něj zahynulo dalších 5 požárníků: Hrdina Sovětského svazu poručík Viktor Nikolajevič Kibenko a seržanti Mykola Vasyljovič Vaščuk, Vasyl Ivanovyč Ihnatěnko, Mykola Ivanovyč Tit'onok a Vladimír Ivanovyč Tyščura. Smrt těchto požárníků se stala varováním. Od té doby se na vteřinu přesně monitoroval pobyt v zamořeném prostředí. Ti, kteří pokynům nedbali, byli potrestáni. Pojem „hrdinství“ dostával jiný obsah. Bezprostředně po havárii jsou účinnou prevencí proti radiaci tablety soli draslíku a jódu. Pokud se reaktor propadne do jódové jámy, uvolňuje se radioaktivní jód 131 s poločasem rozpadu⁴⁹ méně než 6,7 hodin. Když jód pronikne do ovzduší, je potřeba nasytit organismus jódem dřív, než se člověk nadýchá jódem radioaktivního. V prvních hodinách po havárii rozdávali lékaři jódové tablety v okolí elektrárny. Lidé si o ně také říkali sami, když viděli první ozáření. Stejně postupovali lékaři v Pripjati. Primárně byli ozáření ti, kteří patřili k obsluze jaderné elektrárny a osoby podílející se na likvidaci havárie. Sekundárně začal

⁴⁸ Černobylská havárie a její průběh [online]. 21.11.2012 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>

⁴⁹ Poločas rozpadu je doba, za kterou se polovina z přítomných radionuklidů změní (rozpadne). Je to míra rychlosti, se kterou se radionuklid přeměňuje na jiný nuklid. Doba, za kterou z původního počtu radioaktivních jader zůstane polovina.

radioaktivní jód pronikat do organismu až následující den přes kravské mléko s mnohem menší koncentrací s ohledem na poločas rozpadu.⁵⁰

A. S. Djatlov, který dostal velkou dávku záření, přežil. Ředitel Viktor Brjuchanov, Djatlov a Fomin byli odsouzeni k deseti letům vězení za nedodržování bezpečnostních předpisů. Koncem roku 1990 byli již propuštěni. Djatlov žil do roku 1995, kdy zemřel na infarkt. Chybu však nikdy nepřipustil. Valerij Legasov (člen akademie věd SSSR a zástupce ředitele institutu atomové energie) v den druhého výročí havárie, pronásledován pocitem vlastní odpovědností a viny, spáchal sebevraždu.⁵¹

Informace o výbuchu v elektrárně se celý den 26. dubna tajila. V neděli 27. dubna v 7 hodin ráno přijel k hořícímu černobylskému reaktoru generál Pikalov ve speciálním vozidle vybaveném radiační ochranou a dozimetry⁵². Zjistil však, že uvnitř reaktoru hoří grafit a v okolí je množství tepla a radioaktivity. O havárii byla informována sovětská vláda a ustavena vládní havarijní komise. Společně diskutovali o evakuaci města Pripjať a později všech obyvatel v třicetkilometrové zóně kolem elektrárny.

Po třech marných pokusech uhasit požár reaktoru vodou bylo přijato rozhodnutí zasypávat reaktor pískem, olovem a karbidem bóru, shazováním z výšky kolem 300 metrů z rychle přelétajících vrtulníků. Bylo svrženo na 5000 tun materiálu: z 800 tun dolomitu se uvolňoval oxid uhličitý, který dusil plameny, karbid bóru pohlcovao neutrony a brzdil štěpnou uranovou reakci⁵³, 2400 tun olova pohlcovao teplo a záření, a 1800 tun písku a jílu zabraňovao přístupu vzduchu a požár dusilo.⁵⁴

Každý z pilotů provedl 4 až 5 vzletů během 24 hodin, při výšce 300 metrů nad reaktorem, v kabině byla teplota až 60 stupňů. Když shazovaly pytle s pískem, aktivita⁵⁵ dole v reaktoru dosahovao tisíc osm set rentgenů⁵⁶ v hodině. Pilotům se ve vzduchu dělalo špatně. Aby shodili náklad na cíl – do ohnivého jícnu, vysouvali hlavy z kabiny a zaměřovali se podle oka. Jiný způsob neexistoval. Plukovník Vodolažský zemřel. V záznamu o dávkách, získaných nad

⁵⁰ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, s. 46-47.

⁵¹ Havárie v jaderné elektrárně Černobyl [online]. 26.4.2014 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z:

<http://chernobyl.euweb.cz/>

⁵² Dozimetr je zařízení, které slouží k měření dávek ionizujícího záření.

⁵³ Štěpení uranu ²³⁵U může být vyvoláno pohlcením pomalého neutronu. Při této reakci vznikají dva fragmenty a dva až tři neutrony. Štěpení uranu se uskuteční pouze tehdy, zachytí-li se neutron v jádře. Ke zpomalování neutronů se používá například grafit, (lehká) voda H₂O nebo těžká voda D₂O. Při štěpení uranu ²³⁵U se uvolňuje velké množství energie.

⁵⁴ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, s. 65-66.

⁵⁵ Aktivita – počet radioaktivních přeměn radionuklidu za jednotku času. Množství koncentrace radionuklidu v nějaké látce se podle potřeby vyjadřuje odvozeně hmotnostní aktivitou, objemovou aktivitou nebo plošnou aktivitou na povrchu země či předmětu.

⁵⁶ Rentgen – starší jednotka, která vyjadřuje ozáření.

reaktorem, lékaři mu zapsali sedm ber⁵⁷. Ve skutečnosti jich bylo šest set. Vojáci a piloti helikoptér, kteří na reaktor shazovali písek, olovo a další materiál, nebyli zpočátku vůbec chráněni proti radiaci. Trvalo tři dny, než armáda vybavila helikoptéry alespoň základním vybavením, které chránilo posádku.⁵⁸

Reaktor byl překryt vrstvou sypkých materiálů, které uhasily požár grafitu a částečně absorbovaly unikající radioaktivní aerosoly (směs malých pevných nebo kapalných částic v plynu). Požár objektu čtvrtého bloku se sice podařilo uhasit, ale došlo k roztržení reaktoru. Současně s evakuací se musel řešit problém umrtvení reaktoru. V době od 2. do 8. května požárníci odčerpávali vodu ze zásobníku pod reaktorem, což bylo velice nebezpečné. Následně 4. května byly do země pod reaktorem vrtány díry a jimi se pumpoval tekutý dusík, který půdu zmrazil. Do 6. května únik radiace byl prakticky zastaven. Od 7. května byla aktivní zóna reaktoru chlazena dusíkem a 8. května teplota v ní klesla na 300°C.

Dva týdny po havárii speciální vládní komise vedena Valerijem Legasovem, zabývající se havárií černobylské jaderné elektrárny, naplánovala v polovině května 1986 stavbu železobetonové konstrukce (desky), která by měla zakrýt celý havarovaný čtvrtý blok včetně strojovny a zabránit dlouhodobému úniku radioaktivního záření. Horníci z Donbasu pracovali nepřetržitě osm směn denně, každá směna po třech hodinách. Kromě Rusů se tam střídali raziči z Uralu, Tádžikistánu a dalších míst. I zde se pečlivě měřila radiace. Zpočátku dosahovala 3 až 4 rentgeny za hodinu. Později klesla. Ochranná betonová konstrukce s vestavěným chladicím systémem byla označena jako tzv. sarkofág. Tento sarkofág zabránil dlouhodobému úniku radioaktivního záření, ale už během prvních deseti dnů od výbuchu proniklo do atmosféry poměrně velké množství radionuklidů (radioaktivní nuklid s nestálými jádry), které již způsobilo rozsáhlou kontaminaci prostředí. Radionuklidy se dále šířily do ovzduší vlivem povětrnostních podmínek a dešťových srážek.⁵⁹

Pověstný a světoznámý sarkofág se podařilo dokončit v listopadu 1986 (viz Příloha č. 11). Dovnitř ohromné konstrukce nalili 340 000 metrů krychlových betonu. Dále spotřebovali 3000 tun železných konstrukcí a 340 000 m² železobetonových desek. Sarkofág postavili montéři, stavitelé, jeřábníci, vojáci a další dnes neznámí hrdinové velice rychle. Za běžných okolností by stavba trvala rok. Na jeho stěny psali tehdy svá jména. Dnes jsou tito lidé

⁵⁷ Becquerel, značka Bq – jednotka ze soustavy SI pro aktivitu zářiče. Aktivita radioaktivního zářiče 1 Bq odpovídá jedné radioaktivní přeměně za vteřinu. Odpovídající veličinou je aktivita.

⁵⁸ ALEKSIJEVIČOVÁ, Světlana Alexandrovna. *Modlitba za Černobyl: kronika budoucnosti*. Vyd. 1. Brno: Doplněk, 2002, s. 126-127.

⁵⁹ 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 1996 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobylu.pdf

rozptýlení po celém bývalém Sovětském svazu a řada z nich obdržela vyznamenání „*Účastník likvidace následku Černobylské atomové elektrárny*“. Tato vyznamenání skončila na burzách a stojí kolem 500 Kč. Hrdinové však neumírají! Tehdejší tisk v době havárie zaznamenal stovky příkladů lidské obětavosti, v té době „sovětských rozměrů“.

Po černobylské havárii další tři bloky odstavili a drželi pod kontrolou v režimu „očekávání“. Probíhala důkladná deaktivace území. Zpočátku ji prováděly na dálku řízení roboti a buldozery. Následně začala příprava opětového spuštění 1., 2. a 3. energobloku (reaktoru) a jejich zapojení do sítě. V té době ještě stále byla naděje, že dojde k dokončení 5. a 6. bloku. Evropská unie však rozhodla jinak.⁶⁰

Likvidaci následků černobylské havárie značně zkomplikoval rozpad Sovětského svazu v roce 1991. Uzavřená území a místa s mírně zvýšenou radiací jsou přesně na hranici tří republik – Ruské federace, Ukrajiny a Běloruska. Mezi Ukrajinou a dalšími dvěma sousedy probíhá nemalé napětí.⁶¹

3.3.1 Evakuace obyvatel

Další etapou likvidace následků havárie byla evakuace obyvatelstva z širokého okolí elektrárny. Ztratil se celý den jednáním, na druhé straně se důkladná příprava ukázala jako výhoda a lidé se tak uklidnili. Výzva k evakuaci přišla v sobotu 26. dubna 1986 ve 23 hodin. Výzvu k občanům města Pripjati vysílal rozhlas čtyřikrát: „*Soudruzii! V souvislosti s havárií jaderné elektrárny v Černobylu je vyhlášena úplná evakuace města. Vezměte si s sebou osobní doklady, nejnnutnější věci a podle možností zásoby potravin na tři dny. Začátek evakuace ve 14 hodin.*“

V neděli 27. dubna v 7:00 hodin ráno potvrdil vedoucí vládní komise konečné rozhodnutí o evakuaci města Pripjat'. V 10 hodin se setkal se zástupci města a dal jim instrukce, aby připravili evakuaci města ve 14 hodin. V blízkosti města bylo shromážděno 1200 autobusů, které vytvořily řadu dlouhou mnoho kilometrů. Evakuace byla zahájena 36 hodin po havárii. Počet přepravovaných osob byl menší než předpokládaných 44 600, jelikož někteří lidé již město opustili a jiní byli ještě někde na víkend. K dispozici byl dostatek dopravních prostředků a evakuace proběhla hladce. Za necelé tři hodiny zůstalo město prázdné s výjimkou osob plnicích určité povinnosti. Evakuovaní obyvatelé byli umístěni v blízkých městech nebo vesnicích. Následující den 28. dubna navrhly orgány civilní obrany Ukrajiny a SSSR, aby bylo vytvořeno desetikilometrové zakázané pásmo kolem elektrárny. 2. května

⁶⁰ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, s. 69-70.

⁶¹ Tamtéž.

bylo rozhodnuto o evakuaci obyvatelstva z okruhu třiceti kilometrů od elektrárny. Tato oblast byla později označována jako zakázaná zóna. Evakuace celé zóny byla ukončena 6. května. Bylo nezbytné přestěhovat tisíce lidí a hospodářských zvířat. Zakázaná zóna byla oplocena a přístup do ní je kontrolován až do současnosti.⁶²

Někteří lidé odjížděli sami k příbuzným a přátelům. Hodně jich odjelo z železniční stanice Janov do města Černigov. Je pozoruhodné, že sídliště v Pripjati, kde žilo 15 tisíc lidí, se podařilo evakuovat za pětasedmdesát minut. Lidé se shromažďovali před vchody domů, přijížděly autobusy a odvážely je z jejich domovů. Podobně jako požárníci, tak i řidiči s autobusy se sjeli z celé Kyjevské oblasti. Autobusy odvážely občany nejen z Pripjati, ale i z dalších 36 bezprostředně ohrožených míst do vzdálenějších okresů Poleského a Ivanovského. Černobylský okres (později třicetikilometrová zakázaná zóna) byl evakuován 4. a 5. května. Havárie postihla i starší generaci obyvatel. Lidé byli vycvičeni tak, že měli vždy sbaleno do půl hodiny. Trvalo několik dnů, než se celková situace stabilizovala a rodiny se navzájem našly. Koordinátory byly vždy okresní výbory KSSS.⁶³

Autobusy zastavily ve vesnicích, lidé vystoupili a ubytovali se. Mohl nastat případ, že dozimetrická kontrola mohla zjistit, že v místě se změnila radiace a je potřeba odjet. Znovu nová evakuace. Nejdříve naložili těhotné ženy, potom matky s dětmi atd. V průběhu evakuace se rodily děti i umírali lidé. Přes menší nedostatky působila evakuace nejsilnějším dojmem z celé havárie. Všichni se shodují, že evakuace z okolí černobylské atomové elektrárny proběhla přesně, hladce a organizovaně. Pro postižené lidi se organizovala zdravotní péče z celé Ukrajiny. Do míst, kam byli lidé evakuováni, zamířilo 17 300 lékařů a zdravotních sester. Na silnicích probíhaly dozimetrické kontroly a nacházela se deaktivční stanoviště, na kterých prováděli přísné kontroly.

Z třicetikilometrového pásma (zóny) bylo evakuováno 115 000 osob. Po nějakou dobu v Pripjati ještě pobývalo několik set osob a v celé zóně kolem 10 000 osob. Řada lidí se totiž odmítla přestěhovat a někteří se sem postupně vraceli. Jde převážně o staré lidi. Problém není v tom, že lidé žijí v černobylské zóně. Jedná se o zanedbatelnou radiaci s minimální koncentrací záření (většinou dokonce žádnou). Těžko se však daří pro rozptýlené jednotlivé osoby zajistit normální zásobování potravinami, lékařskou péči a komunální služby. Někteří obyvatele, kteří opustili své domovy, se později vrátili tajně a několika rodinám bylo

⁶² *Mezinárodní projekt Černobyl: rozbor radiačních následků a vyhodnocení ochranných opatření*. Praha: Florenc, 1992, s. 44-45.

⁶³ ŠTRAIT, Jaroslav. *Ve správný čas na špatném místě, aneb, Prožil jsem černobylskou havárii*. Říčany u Prahy: Orego, 2002, s. 48-50.

dovoleno vrátit se do méně kontaminovaných oblastí zakázané zóny. Při evakuaci města Pripjat' jistě došlo k překonání rekordu. Celkem 43 000 osob se podařilo odvést autobusy za 3,5 hodiny. Po evakuaci měli také hodně práce učitele. Školy začaly pracovat na dvě směny. V první, dopolední, byly evakuované děti, v druhé, odpolední, děti místní. Děti z Kyjeva a zasažených oblastí strávily celé léto v táborech u Černého moře, na Kavkaze, ve Střední Asii, v Moskvě a Leningradu.⁶⁴

Kromě třicetikilometrové zakázané zóny byla evakuace provedená i u oblastí na východ a západ od této zóny, kde byly radiační dávky vyšší než 0,05 mSv/h. Z kontrolované zóny byly dočasně evakuovány těhotné ženy a děti. Mapy území kontaminovaného dlouhodobými radionuklidy z června a července 1986 ukázaly, že je nutné ještě přestěhovat obyvatelstvo z 29 sídlišť v Bělorusku a čtyř sídlišť v Rusku. 10. května byla vypracována mapa s hranicemi zakázané zóny, kde tvořil radiační příkon 0,2 mSv/h (plocha asi 1100 km²), evakuační zóny s 0,05 mSv/h (asi 3000 km²) a kontrolovaná zóna s 0,03 mSv/h (plocha 8000 km²).⁶⁵

3.3.2 Účinek a vliv radiace na lidské tělo

Radiace a ionizující záření tvoří neoddelitelnou součást našeho života, ačkoliv je většinou nemůžeme vnímat smysly. Různé tkáně a orgány jsou různě citlivé vůči radiačnímu poškození, proto je nutné brát v potaz, jaká část těla byla ozářena. K tomu slouží váhový faktor, kterým se přenásobí dávka nebo dávkový ekvivalent. Nazývá se efektivní dávka a slouží k popisu nerovnoměrného ozáření.⁶⁶

Účinek radiace na lidské tělo se vyjadřuje dávkovým ekvivalentem, jehož jednotkou je sievert (Sv). 1 Sv = 1000 mSv. Za rok obdrží člověk přirozenou dávku 2,5 až 3,0 mSv. K této hodnotě připočteme individuální dávkový ekvivalent. Například člověk sledující televizi jednu hodinu denně obdrží 0,01 mSv/rok, člověk žijící v okolí uhelné elektrárny 0,01 mSv/rok, člověk žijící v okolí jaderné elektrárny 0,002 až 0,005 mSv atd. Povšimneme si, že lidé žijící u uhelné elektrárny jsou ozářeni více než lidé žijící v blízkosti jaderné elektrárny.⁶⁷

Roční limit pro celkové ionizující záření obyvatel v České republice je 1 až 5 mSv/rok pro součet ozáření ze všech záměrných činností se zdroji ionizujícího záření. To neplatí pro lékařská vyšetření za použití rentgenového záření nebo počítačové tomografie (CT). Při těchto

⁶⁴ Tamtéž.

⁶⁵ *Mezinárodní projekt Černobyl: rozbor radiačních následků a vyhodnocení ochranných opatření*. Praha: Florenc, 1992, s. 45.

⁶⁶ Sievert, becquerel, rentgen... Jak měříme radioaktivitu [online]. 8.5.2012 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://atominfo.cz/2012/05/sievert-becquerel-rentgen-jak-merime-radioaktivitu/>

⁶⁷ Havárie v jaderné elektrárně Černobyl [online]. 26.4.2014 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://chernobyl.euweb.cz/>

vyšetřeních člověk může obdržet jednorázovou dávku až 10 mSv. Pro pracovníky se zářením (např. v elektrárnách) platí limit 50 mSv/rok a 100 mSv za 5 let. Na planetě se nacházejí místa, která se vyznačují přirozenou radioaktivitou hornin. Na těchto místech žijí trvale statisíce lidí bez jakýchkoliv zdravotních potíží, jelikož radiační dávky jsou zde malé. Pro člověka je škodlivá radiační dávka nad 3000 mSv, kdy již dochází ke změnám pokožky, pokud obdrží dávku 8000 mSv dochází k průjmům, dýchacím potížím a jedinou cestou přežití je podstoupit transplantaci kostní dřeně. Smrtebnou dávkou pro člověka po jednorázovém ozáření je 10 000 mSv.⁶⁸

Podle podrobných měření byla průměrná efektivní dávka obyvatelstva na našem území v roce 1986 0,26 mSv, což je asi desetina dávky obdržená občanem z přírodního radioaktivního pozadí. V České republice činí průměrné radiační ozáření z přírodních zdrojů 3 mSv/rok. Havárie v Černobylu vyzářila kolem 300 000 mSv.⁶⁹

Odhaduje se, že z aktivní zóny reaktoru bylo uvolněno 25-50 milionů radioaktivních prvků. Vysoké teploty vedly ke zvýšení úniku těkavých isotopů a cesia. Do atmosféry se dostalo přibližně 10 milionů Ci jódu a 2 miliony Ci cesia. Vysoké radiační dávky donutily vládní komisi, aby své řídicí středisko přestěhovala 4. května z města Pripjat' (vzdáleného od reaktoru 2 kilometry) do Černobylu, asi 15 kilometrů od elektrárny. V té době bylo již v lokalitě několik tisíc lidí a odpovědnost za organizační zajištění, vybavení a potravy převzal náměstek rady ministrů SSSR, který vytvořil středisko pro řízení operací.⁷⁰

⁶⁸ 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 1996 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobylu.pdf

⁶⁹ Havárie v jaderné elektrárně Černobyl [online]. 26.4.2014 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://chernobyl.euweb.cz/>

⁷⁰ *Mezinárodní projekt Černobyl: rozbor radiačních následků a vyhodnocení ochranných opatření*. Praha: Florenc, 1992, s. 43-45.

3.4 Příčiny havárie

O příčinách havárie se polemizovalo od samého začátku a polemizuje se dodnes. S využitím výsledku odborných analýz mnoha světových specialistů a detailnějších informací ze strany ruských a ukrajinských míst, je pravděpodobné, že havárie čtvrtého bloku byla souhrou mnoha faktorů zasahujících do všech oborů a stupňů využívání jaderné energie.⁷¹

Příčinou katastrofy v černobylské jaderné elektrárně byla zřejmě chyba personálu, který se během testování dopustil hrubého porušení bezpečnostních pravidel. Můžeme tedy říci, že havárie byla způsobena výhradně lidským faktorem. Tvrdohlavost a neústupnost Djatlova a z toho vyplývající dvě porušení trvale platných předpisů, nedodržení postupu experimentu a úmyslné zrušení tří automatických ochran reaktoru. Podle mnoha odborníků měla podíl na tomto neštěstí i chybná konstrukce sovětského reaktoru RBMK 1000, o jehož nedostatcích nebyla obsluha dostatečně informována. Tento reaktor měl potenciální tendenci k nestabilitám (špatnou koncepci) – byl „nestabilní“ a měl kladnou zpětnou vazbu. Podle odborníků bylo také možné havárii zabránit i několik minut předem, a to zastavením experimentu a manuálním snížením výkonu reaktoru.⁷²

Je prokázáno, že nešlo o technickou závadu. Největším rizikem pro složité mechanismy jsou lidé. Zkušebními testům se nevyhne žádná jaderná elektrárna. Zadáním úkolu testu obsluhy čtvrtého bloku bylo: „*vyzkoušet, jak dlouho mohou generátory vyrábět elektrickou energii pouhou setrvačností bez dodávky páry*“. Vyrobená elektřina je nejen dodávána do sítě, ale také pohání vlastní čerpadla chladicí vody, kterou potřebuje reaktor. Jednotlivé interpretace příčin a průběhu havárie se trochu liší, ale v hlavním se shodují.

Experiment byl naplánován vedením na 26. dubna 1986. Na tento pokus připravovali odpolední směnu. Ta již v poledne vypnula automatické systémy, které mohly havárii zabránit. Pokud by došlo k přerušení přívodu páry do alternátoru, havarijní systém by ohlásil poruchu, a tak automaticky spustil regulační tyče do reaktoru a omezil štěpnou reakci. Odpoledne však k pokusům nedošlo, jelikož dispečer potřeboval, aby i čtvrtý reaktor dodával elektrickou energii do sítě. Test začal v 1:23:04 hodin. Obsluha reaktoru uzavřela přívod páry do turbíny. Obsluha reaktoru se dopustila pěti fatálních chyb.⁷³

⁷¹ Patnáct let od havárie v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 2001 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/15let_od_havarie_Cernobylu.pdf

⁷² Co právě v Černobylu zakryli na 100 let? [online]. 30.11.2016 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://cernobyl-25.webnode.cz/news/co-prave-v-cernobylu-zakryli-na-100let/>

⁷³ ŠTRAIT, Jaroslav. *Ve správný čas na špatném místě, aneb, Prožil jsem černobylskou havárii*. Říčany u Prahy: Orego, 2002, s. 25-28.

- 1.) Kolem půlnoci nařídil dispečer omezit výrobu energie a noční směna začala s experimentem. Neměla právo začít s testem, jelikož na to nebyla vyškolená. Šlo totiž o jinou skupinu zaměstnanců elektrárny. Z nepochopitelných důvodů obsluha čtvrtého reaktoru vypnula i protihavarijní systém na druhém alternátoru (zdroji elektrické energie). Nad povolenou hranici vysunuli i regulační tyče.

Při pozdějším vyšetřování se ptali na názor operátora ranní směny Uskova, proč se jeho kolegové dopustili tak hrubých chyb. Řekl doslova toto: „*Často nepovažujeme za potřebné doslovně plnit pokyny, to bychom se do něj doslova zamotali*“. Potom sdělil, že již během školení operátorů slyšel znovu a znovu, že jaderná elektrárna nemůže explodovat. Pravděpodobnost je dokonce 1: 10 000 000.⁷⁴

- 2.) Operátoři podstatně snížili výkon reaktoru. Dokonce takovým způsobem, že přešel ze systému automatizovaného chlazení na ruční ovládání. Ovládat manuálně atomový reaktor je daleko těžší než ručně řídit velké dopravní letadlo, obzvláště při tak nízkých hodnotách. Výsledkem bylo, že došlo k tomu nejhoršímu, reaktor vyhasl.

Před vyhasnutím, tzv. stacionární „otravou xenonem“ a propadem do „jódomé jámy“ varují všechny jak vědecké, tak populárně naučné příručky o jaderných reaktorech. Pokud pracuje reaktor v normálním vyváženém režimu s konstantní hustotou neutronů, tak jsou plynule absorbovány ionty jódu a xenonu. Ten vzniká z 95 % rozpadem jódu. Protože jód při zastavené jaderné reakci nemůže absorbovat nově vznikající xenon, reaktor byl zahlcen. Xenon má poločas rozpadu 6,7 hodin. Pokud by šlo vystihnout moment, kdy „otrava xenonem“ nedosáhla maxima, bylo by možné ještě reaktor spustit. Pokud se takový okamžik správně nevystihne, tak se reaktor propadá do „jódomé jámy“, a to velmi radioaktivního jódu. Jestli vše probíhá v uzavřeném prostředí, nic zvláštního se neděje.

- 3.) Nechtěli se smířit s vyhasnutím reaktoru a vytáhli ještě další regulační tyče grafitového moderátoru. Provoz se sice podařilo obnovit, ale reaktor se dostal do velmi složitého a obtížně definovatelného režimu provozu. V takovém stavu již nešel bezpečně řídit.
- 4.) Obsluha spustila čerpadla chladicí vody. Místo toho, aby začal běžet normální režim, tak došlo k dalšímu podchlazení reaktoru. Chladicí voda v reaktoru nejen přenáší tepelnou energii, ale její teplota také působí na tepelný režim prostředí. Zpomaluje neutrony a definitivně pohřbila reaktor do „jódomé jámy“.

⁷⁴ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, s. 61.

5.) Operátoři již ze zoufalství vytáhli ven zbytek regulačních tyčí. Výsledkem bylo velmi rychle přehřátí reaktoru. Jeho výkon začal narůstat a během 4 sekund vzrostl o 400 %. Jiné prameny uvádí, že se dokonce zvýšil stokrát oproti normálnímu výkonu. Došlo k nevratnému poškození. V předposledním pokusu se obsluha ještě pokusila spustit regulační tyče moderátoru, aby se reakce zbrzdila. Tyče se však zasunovaly velice pomalu, a tak nemohly dostatečně zbrzdit štěpnou reakci. Poslední pokus zabránit havárii učinili tím, že se pokusili rychle zasunout regulační tyče. Bylo už pozdě. Nezapadly do reaktoru, který byl náhlou změnou teploty během krátké doby nenávratně deformován. Štěpná reakce v následujících sekundách probíhala již samovolně.

Podle inženýra Jurije Badajeva, jednoho z obsluhy počítače, vše probíhalo normálně do okamžiku, než starší inženýr u řídicího panelu odstavil reaktor a obsluha se snažila vše manuálně ovládat (chyba číslo 2). Dobu dalších operací až do prvního výbuchu odhadoval na 15 sekund. Bylo velmi málo času pro kvalifikována rozhodnutí (chyby číslo 3, 4 a 5).⁷⁵

3.5 Hodnocení černobylské jaderné havárie

„Černobylský výbuch se stal počátkem nové etapy lidské civilizace, jejíž podobu prozatím jen matně a intuitivně tušili autoři vědeckofantastických románů. Většina racionálně uvažujících a optimisticky orientovaných vědců či pragmaticky smýšlejících technokratů nic takového tušit nemohla a vlastně ani nechtěla.“⁷⁶

Exploze, která roztrhla nádobu černobylského reaktoru, a následný požár, který začal 26. dubna 1986 a trval 10 dnů, měly za následek obrovský únik radioaktivních materiálů do životního prostředí. IAEA (mezinárodní agentura po atomovou energii) charakterizovala tuto událost jako „největší jadernou katastrofu v lidské historii“.⁷⁷

Historie jaderné energetiky je plná nehod. Od těch největších katastrof, kterou je bezpochyby havárie v Černobylu, až po úniky radioaktivních látek, kterých bylo po černobylské katastrofě nahlášeno Mezinárodní agentuře pro rozvoj atomové energie přes 800. Mezinárodní agentura pro atomovou energii klasifikuje mimořádné události v jaderných elektrárnách (i ve výzkumných reaktorech a uložištích jaderného paliva) pomocí mezinárodní

⁷⁵ Tamtéž. s. 62-63.

⁷⁶ ŠČERBAK, Jurij. *Černobyl*. Praha: Práce, 1990, s. 10.

⁷⁷ *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady: Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny*. Praha: Česká nukleární společnost, 2006, s. 6.

stupnice INES (The International Nuclear Event Scale). Tato stupnice byla vytvořena v březnu 1990 skupinou expertů svolaných společně Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (IAEA) a Agenturou pro jadernou energii při Organizaci pro ekonomickou spolupráci a rozvoj. Stupnice má 7 hodnot (stupňů), přitom platí, že čím větší hodnota, tím je daná katastrofa většího rozsahu. Vyšší stupně (4-7) se označují jako havárie, nižší stupně (1-3) jako nehody. Události stupně 0 se nazývají jako odchylky a nemají žádný bezpečnostní význam. Havárie se rozlišují na základě jejich vlivu na lidi a životní prostředí, nebo podle toho, který bezpečnostní systém byl porušen.

Nejvyšším stupněm 7 byly do současnosti ohodnoceny jen 2 velké jaderné havárie, a to havárie v jaderné elektrárně v Černobyli a ve Fukušimě. Stupeň 6 nemá zatím žádná událost. Stupeň 5 obdržely tyto jaderné havárie: v jaderné elektrárně ve Windscale (Velká Británie) a v jaderné elektrárně na Three Mile Island (USA). V jaderných elektrárnách v České republice byl k vyhodnocení použit nejvýše stupeň číslo 2.⁷⁸

Výbuch v reaktoru v Černobyli nebyl výbuch nukleární (jako jaderná bomba), ale šlo o výbuch „klasický“. První výbuch způsobil přetlak v uzavřeném prostoru a druhý rozžhavený grafit a vodík. Černobylská havárie je trestuhodným příkladem odpovědných lidí a úřadů. Pravda pro ně znamenala větší nebezpečí než neviditelný zabiják, který se šířil všude kolem v ovzduší. Havárii v Černobyli mnozí lidé považují za první krok ke zhroucení komunistického režimu v Rusku.⁷⁹

V důsledku neustálého působení malých dávek radiace se v Bělorusku každý rok zvyšuje počet nemocných rakovinou, duševně postižených, lidí s nervověpsychickými poruchami a genetickými mutacemi. Černobylská katastrofa se stala největší technologickou katastrofou 20. století.⁸⁰

⁷⁸ Jaderné havárie [online]. 25.11.2008 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:

http://www.greenpeace.org/czech/cz/Kampan/klima_a_energetika/jaderna-energetika/jaderna-havarie/

⁷⁹ Havárie v jaderné elektrárně Černobyl [online]. 26.4.2014 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:

<http://chernobyl.euweb.cz/>

⁸⁰ ALEKSIJEVIČOVÁ, Světlana Alexandrovna. *Modlitba za Černobyl: kronika budoucnosti*: Vyd. 1. Brno: Doplněk, 2002, s. 9.

4. ÚZEMÍ, ZASAŽENÁ ČERNOBYLSKOU HAVÁRIÍ

4.1 Černobylská uzavřená zóna

Po havárii v jaderné elektrárně v Černobylu byla vytvořena třicetikilometrová černobylská uzavřená zóna (pásma), která má rozlohu 2 600 km². Zóna je rozdělena na 3 základní části: vnější o průměru 30 kilometrů od místa havárie, vnitřní - 10 kilometrů od místa nehody a třetí částí je město Pripjat' a bezprostřední okolí elektrárny (mimořádná zóna).

Do vnitřní zóny a Pripjati (mimořádné zóny) mají vstup povolen pouze zaměstnanci elektrárny, vědci a na omezené povolení také účastníci turistických výprav. Do vnější zóny se pomalu, ale již na vlastní nebezpečí dobrovolně vracejí lidé, kteří byli odtamtud dříve vystěhováni při evakuaci po černobylské havárii. Jsou to lidé spíše vyššího věku, kteří dostávají od státu příspěvek na nákup a dovoz vody a bezpečných potravin vypěstovaných mimo oblasti černobylské uzavřené zóny. Správním centrem černobylské zóny je obec Černobyl. Žije v něm několik obyvatel, kteří se vrátili do svých opuštěných obcí, do svých rodných domovů, které kdysi museli opustit.

Černobylská zóna zahrnuje severní část Kyjevské oblasti, kde nalezneme například tyto obce: obec Černobyl, město Pripjat', Dityatky, Lelev, Zálesí, Kopači, Krásno, Paryšev nebo také železniční stanici Janov. Vnější zóna sahá až za hranice Ukrajiny, přesně zasahuje až do Běloruska a části Ruska. Právě Bělorusko bylo zasaženo nejvíce a na největším území. Silné zamoření zde sahá i za hranice třicetikilometrové zóny. Tuto zasaženou oblast vyhlásilo Bělorusko jako národní rezervaci, do které je vstup zakázaný, nebo nedoporučený.⁸¹

Po evakuaci obyvatel v černobylské zóně dostala příroda možnost projevit se naplno. Černobylská příroda se s havárií vypořádala překvapivě dobře. Tím, že zde přestal působit člověk, stala se zdejší krajina v třicetikilometrovém pásmu divočinou. I přes vyskytující se radioaktivitu dnes v zóně vznikla jedinečná přírodní rezervace, kam se postupně vrací mnoho divoké zvěře. Zvířata se zabydlují i v lidmi opuštěných budovách, tím vzniká jedinečná rozmanitost druhů. V této oblasti žijí divoká prasata, vlci, jeleni, bobři, lišky a také rys a los. Hnízdí tu například jeřábi, čápi černí, orlovci říční nebo orlí mořští. U organismů žijících v této zóně se nepodařilo prokázat výskyt mutací. Na konci 90. let v zóně vypustili koně Převalského a navzdory radioaktivní potravě se jim zde daří dobře. Populace se rychle

⁸¹ Základní informace o černobylské zóně [online]. 28.11.2012 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/zakladni-informace-o-cernobylske-zone/>

rozšířila, a to dnes láká pytláky. Rovněž místní vody a řeky jsou plné ryb a vodních živočichů.⁸²

Na Ukrajině v posledních letech převažují názory odborníků, že nastal čas přehodnotit současné hranice třicetikilometrové zóny. Podle vědců se na spoustě míst zóny již snížila radioaktivní kontaminace tak významně, že už téměř pominuly důvody k tomu, aby tato území byla i nadále izolována od zbytku Ukrajiny. Jako důkaz předkládají dlouhodobé výsledky měření radioaktivního zamoření, které v černobylské zóně probíhá nepřetržitě od roku 1986, kdy došlo k černobylské havárii.

Situací se už začal zabývat ukrajinský parlamentní výbor životního prostředí, přírodních zdrojů a pro odstraňování následků černobylské havárie. Výbor v současné době rozhoduje o snížení oblasti ze třicetikilometrové na desetikilometrovou černobylskou zónu. Většina poslanců se ke změně staví kladně, ale konečné rozhodnutí zatím nepadlo, protože vědci ještě na řadu otázek nestačili odpovědět.

Pokud by ke změně hranic černobylské zóny skutečně došlo, řídila by se s největší pravděpodobností jejím původním rozdělením (tři základní části). Po změně hranic by černobylská zóna měla zahrnovat už jen desetikilometrovou vnitřní část a město Pripjat'. V uvolněném území by mohla vzniknout biosférická rezervace, kde by se mohly provádět odborné studie flóry a fauny, část by se mohla využít v zemědělství, kterému by předcházela ještě další výzkum.

Zmenšení černobylské zóny na desetikilometrovou může být dobrou zprávou pro přilehlé regiony, které trpí vysokou nezaměstnaností a patří k nejchudším oblastem Ukrajiny. Podle odborníků by do těchto míst měli začít více přicházet investice. Většině obyvatel města Ivankov, které leží v blízkosti černobylské zóny, určitě zmenšení zóny radost neudělá. Ve městě byla nedávno zprovozněna elektrárna na biopaliva a reálně hrozí, že se v ní bude spalovat i nelegálně dovážené dříví ze zamořených černobylských lesů. Místní obyvatelé proti jejímu vybudování a zprovoznění několikrát protestovali (2. 8. 2013), avšak marně. Elektrárna svůj provoz již zahájila a pokud by se třicetikilometrová zóna nakonec zmenšila, tak by se kontaminované dříví prakticky zlegalizovalo, protože by už oficiálně ze zóny nepocházelo. Jak to se změnou velikosti černobylské zóny dopadne, ukáže čas a ukrajínští poslanci.⁸³

⁸² Havárie v jaderné elektrárně Černobyl [online]. 26.4.2014 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://chernobyl.euweb.cz/>

⁸³ Ukrajina zvažuje, že zmenší velikost černobylské zóny [online]. 22.2.2015 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/ukrajina-zvazuje-ze-zmensi-velikost-cernobylske-zony/>

Podle názoru odborníků a specialistů je obec Černobyl a třicetkilometrová černobylská zóna již vhodná k tomu, aby zde znovu mohli žít lidé. Žádné překážky prakticky nejsou, ale zákony zakazují zabydlovat se v této zóně. Mohli by zde bydlet pracovníci černobylské elektrárny. Pro ně maximální povolená dávka radiace na jeden rok činí 20 mSv, ale většinou nepřevyšuje 1,2 mSv za rok. Dnes v černobylské zóně kromě lidí, kteří se tam znovu nastěhovali a je jich kolem 300, žijí i jiní lidé. V zóně by bylo možné otevřít a zprovoznit investiční a hospodářskou činnost, chov zemědělských zvířat, pěstovat různé rostliny za účelem jejich dalšího využití, například len. Černobyl by mohl být znovu osídlen po obnovení sociální infrastruktury.⁸⁴

4.2 Červený les

Původně převážně borovicový les, který leží v bezprostřední blízkosti elektrárny. Říká se mu červený (nebo také rudý les), protože v prvních dnech po černobylské havárii, kdy přes něj přešel radioaktivní mrak, a dopadlo do něj vysoké množství radioaktivního spadu, odumíral a zbarvil se vlivem radioaktivních látek do temně rudé barvy.

Následně více jak čtyři km² nejzamořenější části lesa muselo být pokáceno a vypáleno. Myslivci potom nuceně vybijeli všechna zvířata žijící v červeném lese a jeho okolí.

I když se jedná o jedno z nejkontaminovanějších míst na světě, v současné době se les již plně zotavil a uhynulé stromy nahradily nové (převážně borovice a břízy) a je plný života. Dokonce se stal domovem i několika ohrožených druhů živočichů.

Les je pod neustálým dohledem vědců. V minulosti se v něm objevily případy mutací rostlin a živočichů. V současné době nebyly nalezené žádné nové anomálie a přímé důkazy o vlivu radiace na tamější život, a to i přes to, že pro zdraví člověka je radiace v lese stále vysoká. Například ptáci nebo hlodavci se sem vracejí velmi pomalu. Situaci je nezbytné pozorovat z dlouhodobějšího hlediska a na konečné závěry o vlivu radiace na přírodu je ještě brzy.⁸⁵

⁸⁴ Чернобыль и часть зоны отчуждения уже пригодны для проживания людей – эксперты [online]. 15.8.2012 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://interfax.com.ua/news/general/114349.html>

⁸⁵ Červený les [online]. 26.11.2012 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cervený-les/>

4.3 Nejvíce zasažená místa v okolí černobylské elektrárny

Nejpostiženějšími místy, která byla zasažena radiací po černobylské havárii, byly obce v černobylské zóně a město Pripjať. Jednalo se mimo jiné o tyto obce: Obec Černobyl, Dityatky, Lelev, Zálesí, Kopači, Krásno, Janov, Paryšev.

4.3.1 Obec Černobyl

Obec Černobyl se nachází na severu Ukrajiny v Kyjevské oblasti 130 kilometrů severně od Kyjeva a 20 kilometrů od hranic Běloruska v kraji Polesí. Leží na řece Pripjať v nadmořské výšce 140 m. n. m., poblíž se nachází nejpostiženější město Pripjať.

Město je neslavně velmi proslulé havárií jaderné elektrárny Černobyl, která se stala v roce 1986 a byla a stále je svým rozsahem a následky považovaná za nejhorší jadernou havárii v dějinách jaderné energetiky.⁸⁶

První písemná historická zmínka o obci Černobyl pochází z 12. století (z roku 1193). V tomto období zde bylo významné centrum obchodu. Ve 2. polovině 19. století tu žilo přibližně 9 tisíc obyvatel. Převažovalo zde spíše židovské obyvatelstvo (Černobyl byl jedním z center chasidismu). V 70. letech 20. století (v roce 1970) se začala budovat jaderná elektrárna, ležící 18 kilometrů severně od města Černobylu, po němž je pojmenována.

V době největší slávy města zde žilo 10 tisíc obyvatel. Během havárie se Černobyl stal součástí černobylské zóny. Výhodou je to, že město nebylo tak silně kontaminované radiací jako ostatní okolní města, ale přesto se obyvatelé museli vystěhovat. Město Černobyl bylo kompletně dekontaminované, a tak patří k nejčistějším místům v této zóně. Po nějaké době se sem začali vracet na vlastní žádost původní obyvatelé, převážně starší lidé. V roce 2001 zde žilo přibližně 500 obyvatel. Obec má svého starostu, kterým je Mykola Vasylenko.

V dnešní době je město i nadále oficiálně opuštěným, je to „*centrum zakázané zóny*“. Jsou tu různé firmy, obchody se smíšeným zbožím, bar, kavárna, muzeum, autobusové nádraží, policie, hasiči, jídelna a ubytovny, sloužící pro zaměstnance a turisty.

V Černobylu se nachází pomník znázorňující černobylskou zónu, kde je vytvořena alej s 94 cedulí zaniklých obcí v zóně (viz Příloha č. 12). Dále tam najdeme opravený pravoslavný kostel (viz Příloha č. 13), který nesmí chybět v žádném ukrajinském městě, jediný fungující v celé zóně. Dnes ve městě Černobyl žije asi 3500 lidí, jedná se hlavně o úředníky, obyvatele, zaměstnance elektrárny a pracovníky, kteří udržují celou zónu v provozu. Střídají se po týdnů, který má 4 pracovní dny. Stále zde žije cca 700 obyvatel, kteří se rozhodli do města vrátit.⁸⁷

⁸⁶ Město Černobyl [online]. 2016 [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://hroch.spseol.cz/~kal34135/index.html>

⁸⁷ Město Černobyl [online]. 26.11.2012 [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/mesto-cernobyl/>

4.3.2 Město Pripjať

Velmi důležitým a významným městem, které bylo postižené černobylskou katastrofou, je město Pripjať. Toto město se nachází v bezprostřední blízkosti elektrárny. Bylo budováno od roku 1970, mělo sloužit především pracovníkům jaderné elektrárny s rodinami. Bydleli tu hlavně mladí lidé kolem třiceti let, proto se také městu přezdívalo „město mladých“, ale našli se zde i starší věkové kategorie. V době černobylské havárie v roce 1986 ve městě žilo téměř padesát tisíc lidí.⁸⁸

Město se nachází 2 kilometry od černobylské jaderné elektrárny, nedaleko ukrajinsko-běloruských hranic, v oblasti Polesí. Nazývá se podle řeky Pripjať, která zde protéká. V původním projektu města se předpokládalo, že zde bude bydlet 80 tisíc obyvatel. Pripjať byla oficiálně založená 4. února 1970, ale status město získalo až v roce 1979 na základě nařízení Vrchního sovětu Ukrajinské SSR pod číslem 1264/686. O době vzniku nám vypovídá místní architektura a názvy ulic, které jsou v čistě socialistickém duchu (např. Leninová třída, ulice Družby národů, ulice Stalingradských hrdinů apod.) Černobylská jaderná elektrárna byla jak k Pripjati, tak k zaměstnancům velice štedrá, a proto kvalita bydlení, nabídka služeb a také mzdy byly na tehdejší Sovětský svaz silně nadprůměrné. Podle posledního sčítání v roce 1985 před havárií zde žilo 47 500 obyvatel. Roční průměrný přírůstek činil přibližně 1500 lidí, z toho 800 narozených dětí. V době havárie Pripjať již měla celkem 49 360 obyvatel, mezi kterými bylo 25 různých národností s průměrným věkem 26 let. Dnes je Pripjať nazývaná „*městem duchů*“ nebo „*mrtvým městem*“.⁸⁹

O tomto novém městě, vzniklém na březích čisté řeky, obklopeném krásnými borovými lesy a vybaveném bohatě zásobenými obchody, se po tehdejších SSSR šířily neskutečné zvěsti. Pripjať vzhledem ke strategické důležitosti jaderné elektrárny a nutnosti jejího nepřetržitého chodu patřila mezi přednostně zásobovaná města. Město mělo právo na tzv. stupeň číslo 1, což znamenalo bezdeficitní dodávky potravin a spotřebního zboží. Obchody praskaly ve švech pod množstvím (i kvalitou) zboží, na které se v hlavním městě Kyjevě staly hodinové fronty.

Pripjať byla také pověstná lékařskou péčí a možnostmi jak sportovního, tak i kulturního vyžití. Ve zdejší dětské nemocnici (viz Příloha č. 14, 15) léčili a operovali děti vysoce postavených prominentů, kteří žili v Moskvě. V plaveckém bazénu (viz Příloha č. 16), kam

⁸⁸ Černobyl – do epicentra jaderné katastrofy [online]. 2006 [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://ukrajina.svetadily.cz/clanky/Cernobyl-do-epicentra-jaderne-katastrofy>

⁸⁹ Město Pripjať [online]. 27.11.2012 [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/mesto-pripjat/>

měli všichni místní vstup zdarma, se pořádala mistrovství Ukrajiny. V Domě kultury Energetik (viz Příloha č. 17) vystupovali nejlepší umělci Sovětského svazu, hotel Polesí (viz Příloha č. 18) byl srovnáván s čtyřhvězdičkovými hotely v Evropě a jako první v zemi měl i svůj heliport.

Toto všechno bylo pro normální, obyčejné lidi v SSSR, kteří nežili v Pripjati, nedostupné. Nebylo možné, aby do města přijela rodina z Kyjeva strávit víkend – celá oblast byla totiž prohlášena za „zakrytou (tj. uzavřenou) zónu“, kterou mohli volně opouštět a vracet se do ní jen ti, kteří zde trvale žili, nebo měli tzv. propisku⁹⁰. Pripjat' tak byla svým způsobem městem pro vyvolené – vysoce kvalifikované odborníky, organizátory, logisty ve sféře služeb a ostatní špičkové profese. Většinu z nich právě tyto jejich odbornosti paradoxně odsoudily po havárii v Černobylu k smrti.⁹¹

Během desetidenního požáru černobylské elektrárny do ovzduší proniklo velké množství radioaktivních látek a to údajně devadesátkrát více než z atomové bomby shozené na japonské město Hirošimu. Podle IAEA⁹² šlo vlastně o nejhorší jadernou katastrofu v historii lidstva. Tato havárie zasáhla životy a zdraví především těch, kteří žili nejbližší černobylské jaderné elektrárny, tudíž i lidí v Pripjati. Na spoustě míst tam dodnes najdeme viditelné známky odchodu vyděšených obyvatel. Po podlahách se ještě válí věci tak, jak je tenkrát lidé v rychlém spěchu opustili: hračky, knihy, fotky, léky, nábytek, oblečení, plynové masky apod.

Další obrovskou zkázu městu způsobily nájezdy rabujících vandalů, kteří ve městě rozkradli značnou část věcí, které zbyly po původních obyvatelích. Velice smutný až ponurý pohled ve městě nám skýtají obzvlášť nemocnice a školní budovy. V dětských postýlkách ve školce dnes odpočívají už jen cáry roztrhaných matrací a na zemi smutně leží zaprášené panenky, s nimiž si ještě těsně před havárií vesele hrály děti. Všude kolem to tu vypadá skutečně jako po výbuchu. V dětském zábavním parku, který měl být k radosti dětí otevřen čtyři dny po jaderné havárii (1. května 1986) vládne dodnes mrtvolné ticho. Kvůli výbuchu a následné evakuaci obyvatel k otevření již nikdy nedošlo. V dětském lunaparku najdeme obrovské ruské kolo (viz Příloha č. 19), houpačky, kolotoče a autodrom (viz Příloha č. 20).

⁹⁰ Propiska – úřední razítko na potvrzené adrese v průkazu totožnosti, které svědčilo o tom, že dotyčný má právo pobytu na daném území.

⁹¹ František Prachař, Marian Balog, Veronika Kynclová, Štěpán Šimůnek a Saša Malachovský. *1986-2016: Zkáza Černobylu*: Vyd. 1. Praha: CZECH NEWS CENTER a.s., 2016, s. 64-65.

⁹² IAEA = Mezinárodní agentura pro atomovou energii (zkráceně MAAE, anglicky: *International Atomic Energy Agency*, zkráceně *IAEA*) je mezinárodní organizace, která dohlíží a stanovuje pravidla pro mírové využívání jaderné energie. Je rovněž orgánem zodpovědným za kontrolu dodržování Smlouvy o nešíření jaderných zbraní.

Všechny tyto zábavné atrakce tam teď nehybně stojí a reziví, a také slouží k obdivu turistům černobylské zóny.

Pripjat' každým rokem čím dál více zarůstá lesem a domy, které od roku 1986 zůstávají neobydlené, se pomalu, ale jistě rozpadají. Nikdo v nich nežije a nestará se o ně. Pouze tráva tu hojně vegetuje a prodírá se skrze praskliny dříve tak krásného a rušného města. Odborníci předpovídají Pripjati posledních 10 let života. Potom město bude pohřbeno pod troskami odstřelených zchátralých budov. Stejně tak jako nedaleký Černobyl je i město Pripjat' cílem takzvané nukleární turistiky. Návštěvníky to podivně láká a táhne na místa katastrof, kde žijí už jen duchové a kde to zavání záhadnou ponurou atmosférou. Já sama jsem Černobyl a město duchů Pripjat' v nedávné době osobně navštívila a přesvědčila se o tom na vlastní oči.⁹³

Dnes je toto významné město zcela opuštěné, navštěvují ho pouze turisté, kteří míří do černobylské oblasti na organizované exkurze (časopis Forbes vybral město Pripjat' jako jedno z nejexotičtějších míst na světě, které lze navštívit). Vysoké záření tu z vysoké části již ustoupilo, radiace je ale stále zvýšená. Může zde také hrozit nebezpečí zřícení staveb a následných úrazů, a proto všichni návštěvníci černobylské zóny musí dodržovat určitá bezpečnostní pravidla při pobytu jak v Pripjati, tak i v celé zóně. Vlivem počasí a eroze město chátrá a pomalu se rozpadá. V celkové koncepci dekontaminace celé černobylské oblasti je v plánu i jeho zbourání.⁹⁴

4.3.3 Obec Dityatky

Obec Dityatky se nachází na samém okraji černobylské zóny a to 80 kilometrů severně od Kyjeva a 30 kilometrů jižně od černobylské jaderné elektrárny. Leží na rozvodí řek Už a Teteriv. Rozloha obce je 2,1 km² a v roce 2001 zde žilo 571 lidí.

Historickým zlomem pro Dityatky byla černobylská havárie. Při likvidování jejích následků byla většina místních obyvatel zapojena do záchranných prací. Dnes v obci žije 205 likvidátorů, kterým práce v kontaminovaném prostředí způsobila nenapravitelné škody na zdraví. Obec Dityatky i její obyvatelé měli velké štěstí. Díky tomu, že leží v dostatečné vzdálenosti od černobylské elektrárny, nebyla kontaminace radioaktivním spadem tak vysoká, a proto obec nemusela být evakuována. Přispěly k tomu i povětrnostní podmínky, které byly

⁹³ Ukrajinské město Pripjat' vypadá opravdu jak po výbuchu! Už skoro 30 let tam nikdo nežije [online]. 9.9.2014 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://extrastory.cz/ukrajinske-mesto-pripjat-vypada-opravdu-jak-po-vybuchu-uz-skoro-30-let-tam-nikdo-nezije.html#prettyPhoto>

⁹⁴ Město Pripjat' [online]. 27.11.2012 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/mesto-pripjat/>

po havárii pro obec příznivé. To ale nelze tvrdit o jiných, hůře postižených a zaniklých obcích v černobylské zóně.

Po černobylské havárii byl na okraji této obce zřízen hraniční přechod (viz Příloha č. 21), který odděluje dva různé světy – běžný svět a Černobyl. Využívá ho armáda, pracovníci zóny a také účastníci exkurzí. Probíhá zde kontrola osob, kteří vstupují do černobylské zóny a při jejich návratu pak radiační kontrola. Dytiatky jsou (při cestě od Kyjeva) posledním místem před černobylskou zónou, kde je možné se ještě volně pohybovat. Vliv uzavřené zóny je zde i nadále velice silný a pro místní obyvatele to přináší řadu omezení. To se může ještě v budoucnosti změnit, protože někteří odborníci jsou názoru, že nastal čas přehodnotit hranice černobylské zóny.⁹⁵

4.3.4 Obec Lelev

Obec Lelev je dnes zcela opuštěná. Nachází se na levém břehu chladícího rybníku mezi městem Černobyl a obcí Kopači. Od čtvrtého bloku černobylské elektrárny leží ve vzdálenosti 8,5 kilometrů.

Historie této zaniklé obce není dnes příliš známa. Podle archeologických nálezů bylo její území osídlené již v době bronzové a další zmínky o obci pocházejí ze 12. - 13. století. Místní lidé se živili hlavně chovem hospodářských zvířat, pěstováním zemědělských plodin, nebo rybolovem v nedaleké řece Pripjati. Když přišla druhá světová válka, bylo mnoho mužů z Lelevi povoláno do armády. Zahynulo jich 84 a na uctění památky padlých spoluobčanů si zde lidé nechali postavit v roce 1980 pomník. V roce 1986 měla obec 1233 obyvatel a nacházel se zde kolchoz (zemědělské družstvo), škola, obchod nebo autobusová zastávka.

Černobylská havárie měla pro Lelev katastrofální následky. Obec byla silně zasažena radioaktivním spadem, z toho důvodu bylo rozhodnuto o jejím kompletním vysídlení, což znamenalo její zánik. Evakuace obyvatel začala 3. 5. 1986. Většinu lidí přesídlili do ukrajinské obce Nedry (v Baryšivském okrese 70 kilometrů východně od hlavního města Kyjeva). Domy v opuštěné obci byly i přes vysokou kontaminaci zachovány a Lelev tak nepotkal stejný osud, jako nedalekou Kopači, kde byla většina domů srovnána se zemí.

Na jižním okraji Lelevi bylo po černobylské havárii zřízeno kontrolní stanoviště, které odděluje vnitřní část desetikilometrové zóny od vnější třicetikilometrové (viz Příloha č. 22). Probíhá zde kontrola veškerých potřebných povolení, která jsou nutná pro vstup do vnitřní

⁹⁵ Obec Dityatky – vstupní brána do černobylské zóny [online]. 7.11.2013 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-dityatky-vstupni-brana-do-cernobylske-zony/>

části, a naopak při výstupu probíhá radiační kontrola osob a vozidel. Kontrolní stanoviště využívají zaměstnanci elektrárny, pracovníci černobylské zóny, nebo turisté, kteří se účastní černobylských exkurzí.⁹⁶

4.3.5 Obec Zálesí

Zálesí patří k zaniklým a opuštěným obcím v černobylské zóně. Leží na levém břehu řeky Už přibližně 3 kilometry jihozápadně od města Černobylu. Před černobylskou havárií se v dobře prosperující obci nacházela veškerá základní občanská vybavenost, např.: obchod, škola, zdravotní středisko, autobusová zastávka atd. V Zálesí žilo necelých 3000 obyvatel, kteří se živilí hlavně zemědělskou výrobou.

V důsledku černobylské havárie byla obec kontaminována radioaktivním spadem v množství, které ohrožovalo životy a zdraví lidí i domácích zvířat. Proto 4. 5. 1986 byla nařízena kompletní evakuace obce. Všichni obyvatelé museli ze dne na den opustit své domovy a vzdát se všeho, co měli. Naštěstí nebylo Zálesí kontaminováno tak silně, aby došlo na bourání domů a jejich srovnání se zemí, tak jako tomu bylo v 11 kilometrů vzdálené obci Kopači. Obec byla proto i po evakuaci zachována.

Několik starších lidí se sem nakonec vrátilo. Dnes v Zálesí žije pouze jedna stařenka, která kdysi pracovala jako učitelka. V opuštěné vesnici jsou ulice zarostlé a ze zahrad se staly nepropustné džungle. Domy jsou po mnoha letech chátrání ve velice špatném stavu a z některých zbývají pouze zarostlé ruiny. Bohužel stejný osud, který postihl tuto vesnici, má v černobylské zóně i mnoho dalších obcí.⁹⁷

4.3.6 Obec Kopači

Obec se nachází necelé 4 kilometry jižně od černobylské elektrárny. V roce 1986 zde žilo 1114 obyvatel, kteří byli po havárii vystěhováni a evakuováni z černobylské zóny. Většina z nich odešla do města Lekhnovka v kyjevské oblasti, vzdáleného 150 kilometrů.

Vesnice byla kvůli vysoké kontaminaci radioaktivním spadem srovnána se zemí a trosky domů pohřbili. Šlo o jakýsi experiment v likvidování kontaminovaných budov, kdy každý zbouraný dům byl zasypán vrstvou zeminy. Tak vznikly po celé vesnici pahorky, kde jeden pahorek je jeden dům. Byla zachována pouze mateřská školka (viz Příloha č. 23, 24) a obecní úřad. Proč právě byly tyto domy zachovány, dnes již nikdo neví. V Kopači zůstal také

⁹⁶ Obec Lelev a kontrolní stanoviště vnitřní zóny [online]. 28.1.2014 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-lelev-a-kontrolni-stanoviste-10-km-vnitri-zony/>

⁹⁷ Obec Zálesí [online]. 3.7.2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-zalesi/>

zachován pomník vojákům Rudé armády z válečných let 1941-1945. Dnes si obec a její zbytky oblíbila divoká zvěř.⁹⁸

4.3.7 Obec Krásno

Zaniklá obec Krásno, které se přezdívá i Krasnoe, leží na levém břehu řeky Pripjatě, 7 kilometrů severovýchodně od města Pripjati, 7,5 kilometrů od černobylské elektrárny a 20 kilometrů od města Černobylu. Název Krásno pochází ze staroukrajínštiny, což v překladu znamená krásný, nádherný.

Historie Krásna je už prakticky neznámá. O jeho založení nejsou dostupné žádné písemnosti a krom několika málo informací se moc dokumentů nedochovalo. V roce 1887 obec měla 383 obyvatel, z nichž 101 byli ortodoxní Židé. V roce 1986, tedy v době černobylské havárie zde žilo 325 obyvatel, kteří museli být kvůli vysoké kontaminaci přesídleni do jiných částí Ukrajiny. O 15 let později v roce 1999 bylo Krásno oficiálně vyřazeno z evidence ukrajinských měst a obcí, čímž oficiálně zaniklo.

Dnes je Krásno opuštěným místem, kde žije divoká zvěř, a kvůli špatné dostupnosti a poničené infrastruktuře je i poměrně málo navštěvované. Důvodů, proč toto místo lidé rádi navštěvují, je několik, největším lákadlem je krásně zachovalý dřevěný pravoslavný kostel archanděla Michaela, který byl postaven v roce 1800 a sloužil i jako svatostánek pro okolní obce. Krásno je oproti nejnavštěvovanějším místům černobylské zóny daleko více zachováno. Několik vesnických domů se už zřítilo, ale vandalismus je zde menší než v ostatních obcích, a tak interiéry domů a základní škola jsou i po třiceti letech celkem dobře zachovány.⁹⁹

4.3.8 Obec a železniční stanice Janov

Nachází se jižně od Pripjati a k roku 1986 měla necelých sto obyvatel. Po černobylské havárii obec byla silně zamořena radioaktivním spadem, a proto byli 27. dubna 1986 všichni její obyvatelé evakuováni a vesnice byla srovnána se zemí. Trosky domů byly zavezeny vrstvou zeminy. Janov tedy potkal stejný osud jako 7 kilometrů vzdálenou obec Kopači.

K obci Janov patří také železniční stanice, zprovozněná v roce 1925. Před černobylskou havárií byla železnice využívána pro osobní a nákladní dopravu města Pripjati a elektrárny. Dnes je stále část tratě v provozu. Využívají ji lidé dojíždějící vlakem za prací do elektrárny z 50 kilometrů vzdáleného Slavutyče. Po části trati se také přepravoval materiál pro výstavbu nového sarkofágu.

⁹⁸ Obec Kopači [online]. 4.3.2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-kopaci/>

⁹⁹ Obec Krásno [online]. 20.8.2016 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-krasno/>

Nedaleko železniční stanice vede nad kolejemi most, na němž vede hlavní příjezdová cesta do Pripjati. V době havárie lidé chodili na most pozorovat hořící čtvrtý reaktor.¹⁰⁰

4.3.9 Obec Paryšev

Paryšev (ukrajinsky Парисів) je zaniklá obec v černobylské zóně, kterou je možné navštívit během černobylských exkurzí. Leží 7 kilometrů východním směrem od města Černobylu a 19 kilometrů od černobylské elektrárny na levém břehu řeky Pripjati. Jde o oblast mezi řekami Dněprem a Pripjati, která se vyznačuje velkým množstvím rašelinišť. Hlavním rysem obce je historický vzhled se srubovými domy s dřevěnou střechou a různá hospodářská stavení.

V roce 1986 zde žilo 678 obyvatel a nacházela se zde škola, knihovna, zdravotní středisko, kaple, nebo i 2 větrné mlýny. Díky povětrnostním podmínkám, které panovaly po havárii, patřila obec k nejméně kontaminovaným v celém okolí a hlavním důvodem, proč byli její obyvatelé vystěhováni, byla vysoká vzdálenost od ostatních „čistých míst“.

Po havárii se do obce vrátilo několik původních obyvatel, především starších lidí, ale jejich počet se snižuje s narůstajícím věkem. V roce 2011 zde žilo 9 lidí a v roce 2014 jen 3 lidé. Chod obce dnes zajišťují hasiči, kteří zde mají vybudovanou základnu. V obci se nachází také základna lesního podniku černobylských lesů.¹⁰¹

¹⁰⁰ Obec a železniční stanice Janov [online]. 2.4.2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-a-zeleznicni-stanice-janov/>

¹⁰¹ Obec Paryšev [online]. 18.6.2014 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-parysev/>

5. ZASAŽENÁ ÚZEMÍ EVROPY

5.1 Severní Evropa

Radioaktivní mrak nad atomovou elektrárnou se rozrostl, překryl polovinu oblohy a pomalu se pohyboval na sever, kam vanul slabý vánek, na zemi sotva citelný.¹⁰²

Kromě Sovětského svazu, byly jako první zasaženy radioaktivním mrakem státy severní Evropy, sem patří především Švédsko, částečně Finsko, Norsko a Dánsko.¹⁰³

V den havárie mířila první vlna radioaktivního mraku na Skandinávii, kde se stočila zpět na východ do SSSR. První signály úniku radionuklidů zachytilo Švédsko. Oficiální zjištění a upozornění přišlo ze švédské jaderné elektrárny FORSMARK, ležící asi 100 kilometrů severně od Stockholmu, 28. dubna 1986. Jeden z pracovníků zde při průchodu přes detektor spustil alarm. Odborníci přišli na to, že radiaci pracovník přinesl z venku na podrážkách. Domnívali se, že jde o radioaktivní spad, který musel přijít v mraku ze Sovětského svazu. Byl zaznamenán únik radionuklidů a po prošetření, že se nejedná o havárii na žádné ze švédských jaderných elektráren se soustředili na blízké sovětské elektrárny.¹⁰⁴

Ke zjištění, že šlo právě o černobylskou jadernou elektrárnu napomohlo vyhodnocení amerických družicových snímků, z nichž byla později podle oblasti spáleného lesa odhadnuta i dávka, která může takový efekt způsobit, a tedy i velikost úniku radiace. Švédští odborníci již 28. dubna 1986 na základě vlastních měření odhadli, o jak velkou nehodu se jedná.

Nejvíce zasaženo bylo 28. dubna Finsko, kdy radioaktivní mrak byl nad střední a jižní částí Finska. Krátkodobé dešťové srážky způsobily, že se v těchto oblastech vytvořila určitá kontaminovaná pásma.

Podle směru proudění vzduchu sovětské orgány nejspíše očekávaly, že se radioaktivní mrak dostane na východ a že v severní a západní Evropě se černobylská havárie neprojeví. Ve dnech havárie byl vítr velmi slabý a jeho rychlost se neustále měnila. Výbuch černobylského čtvrtého reaktoru vynesl radioaktivní látky do výšky asi 1500 metrů a v této výšce proudil vzduch z jihovýchodu rychlostí 8 až 10 m/s. Vlivem výbuchu a vysokých teplot z požáru se do této výšky dostaly i radioaktivní látky, které byly unášeny přes západní část SSSR směrem na Finsko a Švédsko.¹⁰⁵

¹⁰² JAVORIVS'KYJ, Volodymyr. *Marie z Černobylu*. Praha: Odeon, 1990, s. 122.

¹⁰³ Patnáct let od havárie v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 2001 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/15let_od_havarie_Cernobylu.pdf

¹⁰⁴ POLEDNE, Aleš. *Největší katastrofy 20. století*. Praha: Volvox Globator, 2001, s. 133.

¹⁰⁵ Patnáct let od havárie v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 2001 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/15let_od_havarie_Cernobylu.pdf

5.2 Střední a východní Evropa

Dne 30. dubna 1986 se změnil směr větru a vzduch proudil ze severovýchodu. Do střední Evropy, a tedy i na území tehdejšího Československa se dostaly kontaminovaná vzdušná pásma více směry. Kontaminovaný černobylský mrak ze Skandinávie se obrátil a se zpožděním se dostal nad Polsko a Československo, ale postupně se rozptyloval.

Na našem území se radioaktivní mrak rozptýlil 30. dubna a 1. května 1986, kdy byly objemové aktivity jódu ve vzduchu nejvyšší, bylo 30 % jódu ve formě aerosolu, asi 35 % elementárního v plynné formě a asi 35 % organicky vázaného. Celkově z paliva uniklo asi 50 až 60 % jódu. Další těkavé prvky a sloučeniny jako je cesium a telur byly vzduchem šířeny ve formě aerosolů velikosti 0,5 až 1 milimetr nebo společně s částicemi rozprášeného paliva na aerosolech o větších rozměrech. Únik těchto radionuklidů z paliva se odhaduje na 20 až 60 %. V menším množství se dostaly i do velké vzdálenosti a byly identifikovány i na území Československa. Radioaktivní spad nejvíce postihl Moravu, Slezsko a východní část Čech.¹⁰⁶

Přes Evropu se šířil radioaktivní mrak. Nejvíce bylo radioaktivním spadem zasaženo Bělorusko, kde zasáhnul 1,35 miliónu hektarů, v Rusku 0,73 miliónu hektarů a na Ukrajině 0,38 miliónu hektarů. Radioaktivní mrak se rozptýlil nad velkou částí Evropy a obsahoval zejména radionuklidy jódu (poločas rozpadu je 8 dní) a cesia (poločas rozpadu je 30 let).¹⁰⁷

Nerovnoměrné rozložení spadu bylo nejvýraznější na vysoce kontaminovaných územích Ukrajiny, Běloruska a Ruské federace. Území bylo podle velikosti rozděleno do čtyř skupin, které se lišily režimem a opatřeními na ochranu obyvatelstva.¹⁰⁸

Černobylská havárie zasáhla Bělorusko nejhůře ze všech zemí. Téměř desetimiliónová země, která v současnosti nevlastní žádnou jadernou elektrárnu (zatím), vnímá černobylskou havárii jako celonárodní katastrofu, která má obrovský kulturní, zdravotní a sociálně-ekonomický dopad na celou zemi. Odhaduje se, že škody způsobené černobylskou havárií dosahují jen v Bělorusku přibližně 235 miliard dolarů (4,6 biliónů Kč).

Černobylská jaderná elektrárna se nachází necelých 15 kilometrů jižně od běloruských hranic. Vlivem této blízkosti a špatnými povětrnostními podmínkami, které panovaly po černobylské havárii, dopadlo na území Běloruska téměř 70 % veškerého radioaktivního spadu. Následkem toho bylo v Bělorusku evakuováno a přesídleno na 485 obcí, z nichž 70 obcí bylo srovnáno se zemí (potkal je stejný osud, jako ukrajinskou obec Kopači).

¹⁰⁶ Patnáct let od havárie v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 2001 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/15let_od_havarie_Cernobylu.pdf

¹⁰⁷ POLEDNE, Aleš. *Největší katastrofy 20. století*. Praha: Volvox Globator, 2001, s. 135.

¹⁰⁸ 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 1996 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobylu.pdf

Kontaminace Běloruska cesiem 137 je rozsáhlé, s různou intenzitou je kontaminováno přibližně 23 % území, na kterém dnes žije 2,1 miliónu obyvatel, včetně 700 tisíc dětí. Z toho vyplývá, že každý pátý obyvatel Běloruska žije v zamořené oblasti. Nejvíce postižené jsou kraje Gomelský, Mohylevský a Brestský. Stejně zamořených území jako v Bělorusku je na 4,8 % Ukrajiny a 0,5 % Ruska.¹⁰⁹

Dva roky po černobylské havárii byla běloruská část černobylské zóny rozšířena o další vysoce kontaminované území. V zemi poté vznikla uzavřená přírodní rezervace o rozloze 1313 km². Byla založena 18. července 1988 a její oficiální název je Polesská státní radiační a ekologická rezervace (PSRER).

V rezervaci se vykonávají různá opatření, aby se zmenšil přenos radioaktivních látek mimo rezervaci, a také v ní probíhá výzkum a studium ionizujícího záření a jeho účinky na faunu a flóru. Hlavním cílem PSRER je chránit veřejnost před nepříznivými účinky ionizujícího záření zamořeného prostoru.

V roce 1993 byla rezervace rozšířena ještě o 849 km². Následně její celková rozloha činila 2150 km², a tím se stala největším běloruským územím, které chrání přírodu, a zároveň jednou z největších rezervací v celé Evropě.¹¹⁰

¹⁰⁹ Bělorusko – oběť jaderné havárie [online]. 8.9.2013 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/belorusko-obet-jaderne-havarie/>

¹¹⁰ PSRER – Běloruská část černobylské zóny [online]. 1.10.2013 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/psrer-beloruska-cast-cernobylske-zony/>

6. ZDRAVOTNÍ, EKOLOGICKÉ A SOCIÁLNĚ-EKONOMICKÉ DOPADY

6.1 Zdravotní dopady

Zdravotní následky byly a jsou stále hlavním a důležitým hlediskem uvažovaným při likvidaci nebo omezování následků havárie černobylského reaktoru na postižených územích. Při posuzování následků je nezbytné brát v potaz pět skupin osob, které zasáhlo radioaktivní záření nebo jsou i nadále vystaveny jeho nezanedbatelným dávkám:

1. Několik stovek osob vystavených vysokým dávkám v průběhu havárie
2. Několik set tisíc osob podílejících se na likvidaci nehody a jejích následků (likvidátoři)
3. Zhruba sto tisíc osob evakuovaných po 36 hodinách od havárie z města Pripjat' a třicetikilometrové zóny
4. Populace (obzvláště děti) vystavená vysokým únikům radioaktivního jódu
5. Populace stále žijící v oblastech s vysokou kontaminací (zejména cesia 137)

Velmi vysoké dávky ozáření se objevily pouze u osob první skupiny, do které patřil zejména personál elektrárny a požární oddíl. Ve skupině bylo 499 osob, které v průběhu havárie obdržely vysoké dávky ozáření překračující práh pro vznik deterministických účinků. Akutní nemoc z ozáření byla diagnostikována u 237 osob a potvrzena u 134 osob, z nichž 28 zemřelo v důsledku ozáření v prvních čtyřech měsících po havárii. Zatím není prokázáno (ale ani nelze vyloučit) souvislost těchto úmrtí s prodělanou akutní nemocí z ozáření.

Problém představují studie zdravotních následků u osob, které v letech 1986 až 1990 pracovaly v areálu elektrárny a jejím okolí na dekontaminaci, výstavbě ochranného sarkofágu nad havarovaným reaktorem a další obnově zařízení. Velká část registrovaných likvidátorů (zhruba 800 000) je v současné době rozptýlená v řadě bývalých svazových republik.

Zatím není dostatek podkladů k závěrečnému zhodnocení zdravotních následků u této skupiny. Obecně se u těchto osob, které se podílely na likvidaci havárie, vyskytuje vyšší nemocnost a úmrtnost než u běžné populace a byl pozorován zvýšený výskyt násilných úmrtí například v důsledku sebevražd, což můžeme považovat za důsledek havárie, nikoliv radiačního poškození. Nicméně není dokázáno, že by to bylo kvůli černobylské havárii. Do budoucna se může projevit zvýšení incidence¹¹¹ leukémie u likvidátorů, kteří obdrželi dávky¹¹² na úrovni 0,25 Gy¹¹³, prokázání tohoto zvýšení vyžaduje další studie a výzkum.¹¹⁴

¹¹¹ Incidence – nemocnost, demografický ukazatel – poměr nově vzniklých případů onemocnění v daném časovém období k celkovému počtu osob ve sledované populaci.

¹¹² Dávka je množství energie předané látce ionizujícím zářením v objemu s jednotkovou hmotností. Míra účinku ionizujícího záření.

¹¹³ Gray je jednotka SI pro dávku ionizujícího záření, 1 gray (Gy) je 1 joule na kilogram (J/kg).

Stejně obtížné jako u likvidátorů je sledování zdravotního stavu osob, které byly evakuovány z třicetikilometrové zóny. Úroveň ozáření evakuovaných obyvatel Černobylu byla také znepokojivá. Dávky, které bylo možné odhadnout až po nějaké době, byly u evakuovaných Ukrajinců v průměru 17 mSv, přičemž u jednotlivců se pohybovaly od 0,1 do 380 mSv. Průměrná dávka u evakuovaných Bělorusů byla 31 mSv s tím, že nejvyšší průměrná dávka ve dvou vesnicích byla kolem 300 mSv.

Zatím nebyl prokázán vyšší výskyt leukémií ani zhoubného bujení jiných orgánů mimo štítnou žlázu. Ozáření štítné žlázy se pohybovalo v širokém rozmezí podle věku, úrovně kontaminace půdy jódem a množství konzumovaného mléka. Nebyly nalezeny poruchy krvetvorby ani funkční poruchy štítné žlázy. Pití mléka od krav bylo jednou z hlavních příčin vysokých dávek ozáření štítné žlázy u dětí a také důvodem, proč se u tolika dětí rozvinul karcinom štítné žlázy. Zvýšený výskyt rakoviny štítné žlázy u dětí se začal projevovat už od roku 1990, to je čtyři roky po havárii. V současné době jsou o výskytu rakoviny štítné žlázy a osudech lidí postižených akutní nemocí z ozáření k dispozici informace z období do roku 1998. Zatím nejsou žádné informace o genetických následcích, ale je potřeba počkat na výsledky pokračujících vědeckých studií.¹¹⁵

Zdravotní následky ozáření se dosud projevily ve větší míře zvýšeným výskytem rakoviny štítné žlázy u dětí a v posledních letech i u dospívající mládeže. Tento vzestup je pozorován v Bělorusku a na Ukrajině od roku 1990 a od roku 1992 i v postižených částech Ruska. Patologie nádorů vedla k závěru, že zvýšení incidence je opravdu vyvoláno ozářením v důsledku černobylské havárie. Do konce roku 1995 bylo zaznamenáno téměř 900 případů, což v nejvíce postižených lokalitách Běloruska v okolí Gomelu představuje až stonásobné zvýšení nad dřívější úroveň. Tři z postižených dětí zemřely a tento počet do budoucna nejspíše vzroste.¹¹⁶

¹¹⁴ 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 1996 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobylu.pdf

¹¹⁵ *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady: Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny*. Praha: Česká nukleární společnost, 2006. s. 8-9.

¹¹⁶ 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobylu – důsledky a poučení [online]. Praha, 1996 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobylu.pdf

6.1.1 Oběti havárie

O obětech havárie se často uvádějí různé informace. Přírodními oběťmi havárie se stali především pracovníci elektrárny a zasahující hasiči. Dostali smrtelné dávky radiace. Většina z nich je pochována na hřbitově Mitino v Moskvě. Všechna těla jsou zalita v betonu, protože byla vysoce radioaktivní. Oficiálně se uvádí, že havárie jaderné elektrárny Černobyl nějakým způsobem zasáhla zhruba šest set tisíc lidí.¹¹⁷

Počet obětí, které zemřely v důsledku černobylské havárie se stal středem zájmu široké veřejnosti, odborníků, vědců, médií a politiků. Šířily se zprávy o tom, že desítky nebo dokonce stovky tisíc lidí zemřely vinou této katastrofy. Taková tvrzení jsou však přehnaná. Celkový počet osob, které mohly nebo mohou ještě zemřít v důsledku radioaktivního ozáření způsobeného havárií se odhaduje na 4000. Tento počet zahrnuje asi 50 havarijních pracovníků, kteří zemřeli na syndrom akutního ozáření (ARS) v roce 1986 a z jiných příčin v dalších letech, 9 dětí, které zemřely na rakovinu štítné žlázy, a odhadem asi 3940 lidí, kteří mohli zemřít na rakovinu způsobenou ozářením. Toto číslo se vztahuje na 200 000 pracovníků, kteří se podíleli na likvidaci následků havárie a nápravných operacích z let 1986 – 1987, 116 000 evakuovaných lidí a 270 000 obyvatel nejvíce kontaminovaných oblastí.¹¹⁸

Na důsledky havárie nejsou dosud stejné názory. V prvních letech po havárii se dětská úmrtnost dokonce podstatně snížila, a to díky tomu, že „maminkám ze zóny“ byla věnována nadstandardní péče. Od dlouhodobé rekreace na Krymu a v cizině, po hodnotnou výživu. Zdravotníci byli a stále jsou opatrní. Média si všimají černobylské havárie vždy za 5 a 10 let. Latentní období pro vznik novotvarů je 10 - 40 let.¹¹⁹

Zmatek ohledně dopadů černobylské havárie vznikl vlivem skutečnosti, že v období od roku 1986 zemřely tisíce pracovníků podílejících se na likvidaci následků havárie, na nápravných operacích a také lidí žijících na kontaminovaných územích, a to z různých přirozených příčin, které nelze přičíst ozářením. Všeobecné očekávání špatného zdravotního stavu a tendence přisuzovat všechny zdravotní problémy ozáření vedly místní obyvatele k tvrzení, že úmrtnost v důsledku černobylské havárie byla mnohem vyšší.

Počet úmrtí během posledních dvaceti let, které můžeme přisoudit havárii, je jen odhadem se středně velkým rozpětím nejistoty. Důvodem je skutečnost, že lidé, kteří byli ozáření radiačními dávkami nízké úrovně, umírají ze stejných příčin jako neozáření lidé. Odhady

¹¹⁷ Oběti černobylské katastrofy [online]. 2017 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <https://www.chernobylwel.com/CZ/724/chernobyl/>

¹¹⁸ *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady: Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny*. Praha: Česká nukleární společnost, 2006. s. 10-11.

¹¹⁹ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, s. 70.

předpokládaných úmrtí v budoucnu jsou nejisté. Ve skutečnosti je značně nepravděpodobné, že bude někdy přesně známý skutečný počet úmrtí způsobených havárií.

Přímé epidemiologické studie provedené od roku 1986 zatím neodhalily u široké veřejnosti žádný nárůst úmrtnosti vyvolaný ozářením, především způsobené leukémií a nádorovými onemocněními (jinými než rakovina štítné žlázy u dětí) nebo nerakovinným onemocněním nad běžnou úroveň. V dnešní době se eviduje 9 doložených úmrtí na rakovinu štítné žlázy u dětí a adolescentů v Bělorusku, Ruské federaci a na Ukrajině.

Ozářením vyvolaný nárůst nemocnosti a úmrtnosti konkrétně na leukémii, nádorová onemocnění a choroby oběhového systému byl hlášen u ruských pracovníků podílejících se na likvidaci následků havárie a nápravných operacích. To může být asi 5 % úmrtí, ke kterým došlo v letech 1991–1998 ve zkoumané skupině 61 000 ruských pracovníků vystavených průměrné dávce 107 mSv. Daná úmrtí byla způsobená chorobami vyvolanými radiací. Absolutní počet úmrtí v této skupině se odhadoval přibližně na 230 případů.¹²⁰

6.1.2 Nemoci z ozáření

Diagnóza nemoci z ozáření byla zjištěna u 237 osob a 28 z nich zemřelo. Jeden starší člověk zemřel na infarkt. Dále 209 osob se podařilo vyléčit, 24 osob se však stalo invalidy. Jeden uzdravený se dokonce vrátil pracovat do elektrárny s výhradou, že bude přijímat jen jednu třetinu mezní příslušné dávky profesního ozáření. Rukama lékařů prošlo v prvních dvou dnech po havárii 700 000 tisíc lidí, z toho 216 000 dětí. Byl sestaven celosvazový registr osob vystavených radiačnímu působení.

Nemoc z ozáření, na rozdíl od jiných „nemocí“, není vidět ani cítit. Prvními příznaky jsou nevolnost, sucho v krku, ostré bolesti hlavy a zvracení. Stoupá i krevní tlak. Při vysokých dávkách ozáření dochází i k velkým změnám v mozku a poruše vědomí. Postižena je i trávicí soustava. Člověk může umřít i během několika hodin. Při středním ozáření dochází k vodnatým průjmům s příměsí krve, zvracení, k dehydrataci a selhání ledvin. Ozářený většinou umírá 1 až 2 dny po ozáření. Slabší dávky ozáření člověk většinou přežije, ale trpí přitom syndromem krvácení a anémií. Bezprostředně po havárii jsou účinnou prevencí tablety soli draslíku a jódu.¹²¹

¹²⁰ Tamtéž, s. 10-11.

¹²¹ ŠTRAIT, Jaroslav. *Ve správný čas na špatném místě, aneb, Prožil jsem černobylskou havárii*. Říčany u Prahy: Orego, 2002, s. 47-51.

Rakovina štítné žlázy u dětí

Jeden z hlavních radionuklidů uvolněných při havárii v Černobyli byl jód 131. Štítná žláza hromadí jód z krevního řečiště v rámci normálního metabolismu. Proto spadá radioaktivního jódu vedl u obyvatel k závažnému ozáření štítné žlázy při vdechování a požívání kontaminovaných potravin, především mléka. Štítná žláza je jedním z orgánů, které jsou nejvíce náchylné k vyvolání rakoviny ozářením. Zjistilo se, že právě děti jsou nejzranitelnější částí populace, a po havárii byl zaznamenán podstatný nárůst rakoviny štítné žlázy u osob, které v době havárie byly dětmi a adolescenty (0-18 let), asi 3000 z nich bylo ve věkové kategorii 0-14 let. Pokud vezmeme v potaz značné riziko rakoviny štítné žlázy u dětí a adolescentů a vysoké dávky ozáření štítné žlázy, můžeme s jistotou říci, že většinu případů výskytu rakoviny štítné žlázy lze připsat ozáření.

Leukémie, nádorová onemocnění a choroby oběhového systému

Ionizační záření je příčinou určitých typů rakoviny, jako je leukémie (kromě CLL¹²²) a nádorová onemocnění. Po černobylské havárii bylo provedeno mnoho studií onemocnění na leukémii u obyvatel Běloruska, Ukrajiny a Ruska žijících v oblastech kontaminovaných radionuklidy. Neexistuje žádný potvrzující důkaz, že výskyt leukémie by byl vyšší u dětské nebo dospělé populace vystavené ozáření v Rusku a na Ukrajině.

Byl zpozorován (údaj z roku 2006) mírný nárůst výskytu kardiovaskulárních onemocnění, které lze přičíst ozáření vyššími dávkami.

Vzhledem k rozdílným dávkám může být zvýšené riziko leukémie související s ozáření z Černobyli zřejmé u pracovníků podílejících se na likvidaci následků havárie a nápravných operacích, ale bylo by určitě nepravděpodobné u široké veřejnosti. Zdá se, že v nedávné době (rok 2006) došlo u ruských pracovníků, kteří se podíleli na likvidaci následků havárie, k nárůstu onemocnění a úmrtnosti způsobené nádorovými onemocněními a případně onemocněním oběhového systému.

Oční zákaly

Vyšetření očí dětí a pracovníků podílejících se na likvidaci následků havárie a nápravných operacích přesně ukazuje, že se v souvislosti s ozáření po černobylské havárii mohou rozvinout oční zákaly.

¹²² CLL je chronická lymfatická leukémie, jejíž příčinou pravděpodobně není ozáření.

Vliv ozáření na dědičnost nebo reprodukci

Vzhledem k poměrně nízkým dávkám ozáření, kterým byli vystaveni obyvatelé postižených oblastí Černobylu, neexistuje žádný důkaz ani pravděpodobnost pozorování snížené plodnosti u mužů i žen jako přímý důsledek ozáření. Je také nepravděpodobné, aby tyto radiační dávky měly vliv na počet mrtvě narozených dětí, nepříznivý konec těhotenství, porodní komplikace nebo celkový zdravotní stav dětí. Porodnost v kontaminovaných oblastech může být nižší kvůli obavě mít děti i z důvodu vysokého počtu interrupcí.¹²³

6.2 Ekologické dopady

Po výbuchu 26. dubna docházelo po dobu deseti dnů k velkým únikům radionuklidů ze čtvrtého bloku černobylského reaktoru. Tyto úniky obsahovaly radioaktivní plyny, aerosoly a velké množství částic paliva.

Více než 200 000 km² v Evropě bylo kontaminováno cesiem. Z této plochy bylo více než 70 % ve třech nejvíce zasažených zemích – v Bělorusku, Rusku a na Ukrajině. Usazování se významně lišilo a bylo zvýšeno v místech, kde přšelo v době, kdy přecházelo kontaminované pásmo vzduchu. K usazení většiny radioaktivních prvků (stroncía a plutonia) došlo ve vzdálenosti 100 kilometrů od havarovaného reaktoru.

Řada nejvýznamnějších radionuklidů má krátký poločas rozpadu. Z toho vyplývá, že se již rozpadla většina radionuklidů, které unikly při havárii. Bezprostředně po havárii způsobily velkou obavu úniky radioaktivního jódu. V dalších desetiletích bude mít prvořadou důležitost kontaminace cesiem, druhotně bude pozornost věnována také stronci.

Otevřené plochy ve městech, jako jsou trávníky, parky, ulice, cesty, náměstí, střechy a zdi budov byly nejvíce kontaminovány radionuklidy. Za sucha byly nejprve více znečištěny stromy, keře, trávníky a střechy, zatímco za deště byla počáteční kontaminace největší na vodorovných plochách – pozemcích a trávnících. Zvýšené koncentrace cesia byly zjištěny kolem domů.¹²⁴

6.2.1 Vliv na zemědělství

V prvních měsících po havárii převažovalo nad kontaminací zemědělských rostlin a zvířat konzumujících tyto rostliny povrchové usazování radionuklidů. Největší přímé obavy vyvolávalo usazování radioaktivního jódu, ale tento problém byl vzhledem k jeho rychlému rozpadu omezen na první dva měsíce po havárii.

¹²³ *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady: Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny.* Praha: Česká nukleární společnost, 2006. s. 12-14.

¹²⁴ Tamtéž, s. 17-19.

Pro zmírnění negativních důsledků havárie zavedly sovětské úřady Společenství nezávislých států (SNS) širokou škálu ekologických protipatření, zahrnujících obrovské lidské, finanční a vědecké prostředky. Nejefektivnějším zemědělským protipatřením v prvních fázích bylo vyloučení kontaminované trávy z pastvin z potravy zvířat a vyřazení mléka na základě údajů z monitorování radiace. Největším dlouhodobým problémem byla kontaminace mléka a masa radioaktivním cesiem.

Radioaktivní jód se rychle absorboval do mléka, a to vedlo k závažným dávkám ozáření štítné žlázy u lidí, kteří konzumovali mléko, hlavně děti v Bělorusku, Rusku a na Ukrajině. Ve zbývající části Evropy se zvýšená hladina radioaktivního jódu v mléce byla pozorována v některých kontaminovaných jižních oblastech, kde se dobytek chovaný na mléko již pásal venku. Po počáteční fázi kontaminace se stával stále důležitějším příjmem radionuklidů z půdy kořeny rostlin. Radioizotopy cesia byly nuklidy vedoucí k největším problémům, a to i po rozpadu (poločas rozpadu je 2,1 roku) do poloviny 90. let si úroveň cesia s delším poločasem rozpadu může v zemědělských produktech z vysoce zasažených oblastí stále vyžadovat ekologickou nápravu.

Z dlouhodobého pohledu nadále nejvýznamněji přispívá k interním dávkám u lidí cesium obsažené v mléce, masu a v menší míře v rostlinné potravě a zemědělských plodinách.¹²⁵

6.2.2 Vliv na lesy

Po černobylské havárii prokazovaly rostliny a zvířata v lesních a horských oblastech obzvláště vysoký příjem radioaktivního cesia s nejvyššími zaznamenanými hodnotami v lesních plodinách. To je způsobeno trvalou recyklací radioaktivního cesia v lesních ekosystémech.

Vysoké koncentrace cesia byly nalezeny v houbách, bobulích a zvířině, a tyto vysoké hladiny přetrvávají již dvě desetiletí. Zatímco objem ozáření lidí prostřednictvím lesních produktů celkově klesá, vysoká úroveň kontaminace lesních produktů trvá a stále překračuje úroveň pro zákrok v mnoha zemích. Výzkum některých rostlinných druhů prokázal vliv černobylské havárie na fenotyp těchto rostlinných druhů. Vědci zjistili, že asymetrie listů a květů je v černobylské oblasti třikrát až čtyřikrát vyšší než v oblastech vzdálených od Černobyli. Mutace rostlin měla vliv na růst, plodnost i přežití rostlin.

Význam lesů z hlediska přispívání k ozáření obyvatel několika postižených zemí v průběhu doby vzrostl. Černobylská havárie vedla k vysoké kontaminaci sobího masa ve Finsku, Norsku, Rusku, Švédsku a způsobila vážné problémy domorodcům.¹²⁶

¹²⁵ Tamtéž, s. 17-21.

¹²⁶ Tamtéž, s. 19.

6.2.3 Vliv na živočichy a rostliny

Dvacet let po havárii byl proveden výzkum v černobylské zóně. Na první pohled se může zdát, že se v ní nacházejí prosperující ekosystémy a organizmy. Částečně tomu tak opravdu je, jelikož v této oblasti nežijí téměř žádní lidé, kteří by mohli nějakým způsobem narušovat přírodní životní prostředí.

Realizovaný výzkum ale ukázal, že exploze v Černobylu měla vliv na populaci tamních lesních ptáků. Tyto dopady přetrvávaly ještě 20 let po výbuchu. Četnost ptáků na nejvíce zasažených oblastech klesla o třetinu oproti místům, které byly zasažené radiací nejméně.¹²⁷

Ozáření radionuklidy po havárii mělo akutní negativní účinky na rostliny a zvířata žijící v oblastech s vysokou radiací, to znamená do vzdálenosti 20 až 30 kilometrů. Mimo tuto uzavřenou zónu nebyly u rostlin a zvířat hlášeny žádné akutní účinky vyvolané ozářením.

Bylo zpozorováno, že odumírání buněk způsobené radiací zapříčinilo zvýšené odumírání jehličnanů, bezobratlých živočichů, saveců a ztrátu reprodukční schopnosti u rostlin i zvířat.

Nebyly hlášeny žádné negativní účinky vyvolané radiací u rostlin a zvířat vystavených během prvního měsíce po havárii dávce menší než 0,3 Gy. Vlivem rozpadu a migrace radionuklidů se biologická populace začala zotavovat z akutního působení radiace. V prvním vegetačním období po havárii se populační životaschopnost rostlin a zvířat značně obnovila, což bylo způsobeno kombinací reprodukce a imigrace z méně postižených oblastí. Trvalo několik let, než se zvířata a rostliny zotavily ze závažnějších negativních účinků radioaktivního záření. Například mládě orla mořského bylo nalezeno v černobylské zóně (2004). Před rokem 1986 se v této oblasti vzácní draví ptáci téměř nevyskytovali.

Regenerace postižené flóry a fauny v zóně byla usnadněna vyloučením lidské činnosti (ukončením zemědělských a průmyslových aktivit). Výsledkem bylo, že populace rostlin a zvířete se skutečně rozšířila a současné enviromentální podmínky mají pozitivní vliv na flóru a faunu v černobylské oblasti. Uzavřená zóna se tak stala jedinečnou rezervací pro biologickou rozmanitost druhů žijících organismů.¹²⁸

¹²⁷ BAR'JANTAR, V. G. *Černobyl'skaja katastrofa*. Kijev: Naukova dumka, 1995, s. 265-269.

¹²⁸ Tamtéž, s. 23-24.

6.3 Sociálně-ekonomické dopady

Černobylská jaderná havárie a vládní politika přijatá pro vypořádání se s jejími důsledky znamenala obrovské náklady pro Rusko, Ukrajinu a Bělorusko. Tyto náklady nelze přesně vypočítat vzhledem k netržním podmínkám v době katastrofy a vysoké inflaci i nestálému směnnému kurzu v přechodném období, které následovalo po rozpadu Sovětského svazu v roce 1991. Rozsah dopadů je patrný z různých vládních odhadů z 90. let, podle kterých náklady na havárii za dvě desetiletí tvořily stovky miliard dolarů.

Vypořádání se s dopady katastrofy znamenalo pro národní rozpočty obrovskou tíhu. Na Ukrajině se 5 až 7 % vládních výdajů každoročně věnuje na pomoc a programy pro Černobyl. Celkové výdaje Běloruska mezi roky 1991 a 2003 činily více než 13 miliard dolarů.

Tyto výdaje obrovských rozměrů, z nichž největší podíl putuje na sociální podporu pro asi 7 miliónů „černobylských obětí“, vytvořily neúnosné finanční břemeno, zejména v Bělorusku a na Ukrajině. Zatímco podíl vynaložený na kapitálové investice prudce poklesl. Vlády čelí obtížné volbě: buď zrušit platby nebo přizpůsobit příspěvky tak, aby směřovaly k těm skupinám, které jsou nejvíce ohroženy nebezpečím radiace, a pomáhat těm, kteří zápasí s chudobou.¹²⁹

6.3.1 Důsledky pro ekonomiku

Kontaminované radiací jsou především venkovské oblasti. Hlavním zdrojem příjmu před havárií bylo zemědělství ve formě velkých družstevních farem (v sovětském období), které zajišťovaly mzdy a sociální výhody, a malých samostatných pozemků, které se obdělávaly pro potřebu domácností, a místní prodej. Průmysl se soustředil na zpracování potravin nebo výrobků ze dřeva a tvořil nízkou přidanou hodnotu. Tato podoba zůstala do velké míry zachována i po havárii, i když všechny tři zasažené státy rozdílně přistoupily k dědictví družstevních farem.

V kontaminovaných oblastech se měly mzdy snižovat a nezaměstnanost zvyšovat. A to proto, že zemědělci jsou zpravidla nejhůře placení zaměstnanci v každé zemi. Možnosti zaměstnání mimo zemědělský sektor jsou omezeny, ale příčiny jsou spíše důsledkem všeobecných faktorů než Černobylu. Poměr malých a středních podniků v postižených regionech je mnohem nižší než jinde.

Právě zemědělství bylo ekonomickou oblastí, která byla havárií nejvíce postižená. Celkem 784 320 hektarů zemědělské půdy na Ukrajině, Bělorusku a v Rusku bylo odebráno z užívání

¹²⁹ *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady: Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny.* Praha: Česká nukleární společnost, 2006. s. 26-27.

a také byla zastavena těžba dřeva na 694 200 hektarech lesů. Povinné byly radiologické kontroly, které výrazně omezily trh s potravinami a jinými produkty z postižených oblastí. Tržby v zemědělství poklesly, určité typy výroby zaznamenaly pokles a některá zařízení byla zcela uzavřena. V Bělorusku, kde část nejlepší a nejúrodnější orné půdy byla vyjmuta z užívání, ovlivnil dopad na zemědělství celou ekonomiku. Kontaminované regiony tak čelí zvýšenému riziku chudoby.¹³⁰

6.3.2 Důsledky pro místní komunity

Po havárii černobylské elektrárny bylo z nejvíce kontaminovaných oblastí přesídleno přibližně 350 000 obyvatel. Z toho 116 000 osob bylo evakuováno hned po havárii, zatímco většina byla přesídlena o několik let později, kdy výhody přesídlení nebyly tak zřejmé.

Ačkoliv přesídlení obyvatel ze zamořených oblastí pomohlo snížit dávky jejich ozáření, pro mnohé to byla hluboce traumatizující zkušenost. I když byli odškodněni za ztráty, byly jim bezplatně nabídnuty domy a dána možnost zvolit si místo nového pobytu, ve většině z nich tento proces zanechal hluboký pocit křivdy.

Mnozí jsou nezaměstnaní a nevěří, že je pro ně ve společnosti místo a že mohou řídit své vlastní životy. Někteří staří přesídlenci se možná již nikdy nepřizpůsobí. Průzkumy ukazují, že mnoho přesídlenců by si přálo vrátit zpět do svých rodných vesnic. Lidé, kteří zůstali ve svých vesnicích (a ti, kteří se po evakuaci vrátili do svých domovů), se lépe psychicky vyrovnali s následky havárie než lidé, kteří byli přesídleni do méně kontaminovaných oblastí.

Přesídlení neovlivnilo pouze životy přesídlenců, ale také zasáhlo životy stálých obyvatel komunit, do kterých byli lidé přestěhováni. Neshody mezi starými a novými obyvateli těchto vesnic přispěly k tomu, že se nově příchozí cítili být vyloučení ze společnosti.

6.3.3 Důsledky pro jednotlivce

Dopad černobylské havárie na duševní zdraví je největším zdravotním problémem, který tato havárie vyvolala. Psychické vyčerpání z havárie a jejích nepříznivých následků má obrovský vliv na chování jednotlivce ve společnosti.

Obyvatelé v zasažených oblastech projevují silně negativní postoj při posuzování vlastního zdraví a tělesné i duševní pohody a mají pocit slabosti ve svém životě. Tyto dojmy jsou spojeny s přehnaným pocitem, že jejich zdraví je v důsledku radiace v nebezpečí. Postižení obyvatele dávají najevo, že ozáření lidé jsou do jisté míry odsouzeni k vyhlídkám na kratší život. Takové úvahy jsou spojeny se ztrátou podnětů řešit problémy s udržení příjmů a ze závislosti na státní podpoře.

¹³⁰ Tamtéž, s. 28-29.

Obavy z ohrožení zdraví způsobeného radiací se pravděpodobně dokonce šíří za hranice postižených oblastí. Ačkoliv se řada nejrůznějších zdravotních potíží přisuzuje Černobyli, přesto hodně obyvatel zasažených oblastí opomíjí vlastní úlohu při ochraně zdraví.¹³¹

7. ČERNOBYL A ČESKOSLOVENSKO

7.1 Radiační situace na našem území po černobylské havárii

V Československu byl v době černobylské havárie státní dozor nad radiační kontrolou v kompetenci ministerstev zdravotnictví České republiky (Centrum hygieny záření Institutu hygieny a epidemiologie v Praze), Slovenské republiky (Výskumný ústav preventivního lékařstva v Bratislavě) a byl realizován činností obou hlavních hygieniků a krajských hygieniků, dále ve specializovaném Ústavu hygieny práce v uranovém průmyslu. Od 1. 7. 1995 tyto kompetence přešly na Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Jeho odbornou základnou je dnes Státní ústav radiační kontroly – SÚRO. Odborníci hygieny záření byli seznámeni s problematikou nehod a s mezinárodními dokumenty k těmto otázkám.¹³²

Během monitorování radiační situace byla věnována velká pozornost přesnosti a správnosti měření pomocí opakované kontroly a ověřování. Monitorování v ČSSR se soustředovalo hlavně na stanovení radionuklidů v potravinách a na celotělová měření. Již od začátku května 1986 bylo provedeno celotělové měření osob z československé populace a osob, které se vrátily do Československa ze vzdálených zemí po 15. květnu 1986. V červnu 1986 bylo provedeno na celém území ČSSR podrobné stanovení povrchové aktivity radionuklidů obsažených v půdě. Průběžně byla v zemědělských produktech a potravinách sledována měrná aktivita radionuklidů významně přispívajících k dávkovým ekvivalentům obyvatelstva.¹³³

Jako první zaznamenaly „pohyb“ v energetické síti na Ministerstvu paliv a energetiky ČSSR 28. dubna 1986. Celý sled událostí v popřevratových dnech, prošetřovala Generální prokuratura ČSFR. Šlo pouze o skutečnost, že ze sítě vypadla Černobylská jaderná elektrárna. Velvyslanectví Sovětského svazu informaci potvrdilo s tím, že nezná rozsah havárie. V odpoledních hodinách přišly zprávy ze Švédska, že naměřili kontaminovaný vzduch. Byly informovány hygienické stanice a měřící posty v jaderných elektrárnách v Československu.

¹³¹ *Dědictví Černobyli: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady: Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny.* Praha: Česká nukleární společnost, 2006. s. 29-31.

¹³² 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobyli – důsledky a poučení [online]. Praha, 1996 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobyli.pdf

¹³³ *Zpráva o radiační situaci na území ČSSR po havárii jaderné elektrárny Černobyl.* Praha: Institut hygieny a epidemiologie, 1987, s. 5-8.

První signály o příchodu vzdušných kontaminovaných mas nad území Československa zachytily v průběhu noci z 29. na 30. dubna 1986 jaderné elektrárny v rámci prováděných kontrolních měření. Poprvé byla na našem území naměřená radiace 29. dubna 1986 odpoledne na pracovišti v Jaslovských Bohunicích a v noci z 29. na 30. dubna v Krajské hygienické stanici v Hradci Králové. Od tohoto okamžiku Vládní havarijní komise celou situaci přesně monitorovala a údaje odborně vyhodnocovalo Centrum hygieny záření (Institut hygieny a epidemiologie v Praze - IHE). Kontaminace v žádném momentě nedosáhla vyšších hodnot.¹³⁴

Jako nejvýznamnější radionuklidy byly identifikovány jód a cesium, dále stroncium a radioizotopy vzácných zemin. Stroncium 90 se usazuje v kostech živých organismů a člověk ho nejvíc absorbuje v mléce. Kontaminace vzduchu byla nejvyšší 30. dubna 1986. Pro usměrňování příjmu radionuklidů byla zavedena adekvátní opatření. Mléko s vyšším objemem jódu se vyřadilo z konzumace, dále byly změněny svozové oblasti mléka na dětskou mléčnou výživu.¹³⁵

7.2 Média a neinformovanost o černobylské havárii

Sovětský svaz se zpočátku snažil nehodu před ostatními státy utajit. Nehodu takových rozměru však utajit nešlo, měření v dalších částech Evropy potvrzovala, že došlo k ohromné havárii a že jejím místem je Černobyl. Sovětský svaz nakonec musel s pravdou ven, havárii ale přiznal až 28. dubna.¹³⁶

Spolehlivé informace o havárii a následné radioaktivní kontaminaci byly naneštěstí zpočátku nedostupné postiženým obyvatelům bývalého Sovětského svazu a ještě asi dva roky po nehodě byly nedostatečné. Toto selhání a zpoždění vedlo k obecně rozšířené nedůvěře k oficiálním informacím a přičítání mnoha zdravotních problémů vlivu radiace.¹³⁷

Nejdůležitější roli v poskytování informací občanům měla v době krátce po nehodě v jaderné elektrárně Československá tisková kancelář (ČTK), která byla kontrolována ústředním výborem KSČ. Všechny ostatní oficiální noviny a také rozhlas i televize většinu zpráv o černobylské havárii čerpaly právě od ní. Velký význam v médiích v období od roku 1948 do roku 1989 měly ústřední deníky a zpravodaje politických stran. Mezi nejčtenější publikace patřil denní tisk Rudé právo.

¹³⁴ ŠTRAIT, Jaroslav. *Ve správný čas na špatném místě, aneb, Prožil jsem černobylskou havárii*. Říčany u Prahy: Orego, 2002, s. 31-32.

¹³⁵ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, s. 71.

¹³⁶ POLEDNE, Aleš. *Největší katastrofy 20. století*. Praha: Volvox Globator, 2001, s. 133-134.

¹³⁷ *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady: Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny*. Praha: Česká nukleární společnost, 2006. s. 30.

První písemnou zprávu o havárii v Černobylské jaderné elektrárně vydala Československá tisková kancelář 28. dubna večer (touto dobou byl již radioaktivní mrak mimo území Československa). Zpráva byla odvysílána v noci Československou televizí a rozhlasem, poté ji převzal denní tisk, ve kterém se objevila v pondělí 29. dubna 1986. Na sedmé straně Rudého práva se nacházela zpráva o havárii v Černobyli a také v denním tisku Svobodné slovo. Následující článek v Rudém právu vyšel například 1. května 1986.¹³⁸

Mezi občany Československa se šířily různé zprávy. Proto následující den ve zprávě Československé tiskové kanceláře v deníku Rudé právo na titulní straně vláda uvedla, že na území Československa je prováděno souvislé měření a žádné zvýšení radioaktivity nebylo zjištěno. „*Není třeba přijímat zvláštní opatření*“, hlásal titulek. Podle této zprávy měření ukazovalo, že není ohroženo zdraví obyvatel.

V dalším prohlášení z 5. května vláda přiznala pouze mírné zvýšení radioaktivity, a dokonce bylo odvysíláno, že původně „*neexistující radiace*“ již klesá.

Pár dní po havárii 1. května se uskutečnila první schůze vládní havarijní komise, která přijala opatření na úseku zemědělství a výživy, zahraničního obchodu, ministerstva vnitra, dopravy a zdravotnictví i na úseku informací, kde bylo hlavním úkolem zamezit davové psychóze. Média proto popisovala situaci „*jako nijak dramatickou*“.

Myšlenku, že se opravdu nic neděje a nic vážného se nestalo, měly podpořit tradičně masové oslavy 1. máje a závod Míru odstartovaný v hlavním městě Ukrajiny Kyjevě. V televizi dokonce vystoupil sovětský expert Velichov a ujišťoval všechny, že černobylská nehoda je ve srovnání s jadernou válkou jen nevýznamným incidentem. To mělo československé občany uklidnit, ti ale propadali i nadále panice a stěžovali si na nedostatek a zpoždění podávaných informací.

Deset dní po katastrofě 7. května promluvila ve vysílání Československého rozhlasu vrchní hygienička Dana Zusková, která poskytla rozhovor i pro denní tisk Rudé právo.

Přiznala, že „*naměřené hodnoty jsou sice vyšší než bývá obvyklý stav, přesto však nevyvolávají důvody k obavám o zdraví*“ a v rozporu s úvodní zprávou připustila, že „*v prvních dnech bylo zaznamenáno zvýšení radioaktivních látek*“. Dále doktorka Zusková uvedla, že „*předpokládá, že lidé budou zachovávat všechny zásady osobní hygieny, včetně umývání ovoce a zeleniny před požitím*“. Svůj projev ukončila slovy: „*občané nám musí věřit*“. Přesto občané vládě příliš nedůvěřovali a sháněli informace, kde mohli, především v médiích západních, ale také polských nebo maďarských.

¹³⁸ Černobyl a Česká republika – média a dezinformace [online]. 1996-2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.radio.cz/cz/static/cernobyl/media>

Politické orgány problémy před lidmi zastíraly nebo podceňovaly. Dokonce rušily vysílání s prospěšnými informacemi, pokud přicházely ze západu. V případě letáků, objevujících se v jižních Čechách a šířených rakouskými občany, orgány neváhaly tyto aktivisty Greenpeace zadržet a letáky zničit.¹³⁹

Orientaci na zahraniční sdělovací prostředky potvrzuje i výzkum veřejného mínění, který byl uskutečněný tehdejšími Institutem pro výzkum veřejného mínění v roce 1986. Ve zprávě se říká, že většinu občanů možné následky havárie zneklidňovaly. Větší obavy o svůj zdravotní stav či zdravotní stav svých blízkých mělo 18 % dotázaných, trochu méně zneklidněných bylo 55 % občanů a 27 % respondentů obavy nemělo.

Z výzkumu dále můžeme vyčíst, že 44 % obyvatel změnilo své zvyklosti a podniklo některé kroky vedoucí k ochraně před radiací (týkalo se to především konzumace některých druhů potravin, zvýšení osobní hygieny, omezení pohybu v přírodě nebo vycházek dětí).

V závěru daného výzkumu se uvádí, že se v chování u téměř poloviny obyvatel se projevila doporučení, která byla vysílána sdělovacími prostředky ze západu.¹⁴⁰

8. ČERNOBYL PO TŘICETI LETECH

8.1 Budoucnost černobylské uzavřené zóny

Celkový plán dlouhodobého rozvoje uzavřené zóny spočívá v obnově postižené oblasti, přehodnocení uzavřené zóny a zpřístupnění méně zasažených oblastí veřejnosti. To bude vyžadovat odpovídající administrativní řízení charakteru činností, které se budou provádět ve znovu osídlených oblastech, omezení pěstování potravinářských rostlin a pastvy dobytka a používání pouze čistého krmiva pro zemědělská zvířata. Tudíž se tyto znovu osídlené oblasti lépe hodí spíše pro průmyslové využití než pro zemědělství nebo obytnou oblast.

Předpokládá se, že budoucnost uzavřené zóny v následujících sto a více letech bude spojena s činnostmi, jako jsou například: výstavba a provoz nového bezpečného ochranného sarkofágu a příslušné inženýrské infrastruktury, vyvezení paliva, vyřazení z provozu a demontáž 1., 2. a 3. bloku jaderné elektrárny a sarkofágu (Evropská unie již dlouhou dobu prosazuje uzavření celé jaderné elektrárny), výstavba zařízení pro zpracování a hospodaření s radioaktivním odpadem, výstavba hlubinného geologického úložiště pro radioaktivní

¹³⁹ Tamtéž.

¹⁴⁰ HERZMANN, J.: Veřejné mínění o důsledcích havárie pro československé občany. IVVM – výzkum č. 86-8, Praha 1986, s. 14.

materiál s dlouhým poločasem rozpadu, založení přírodních rezervací v oblastech, kde nežijí lidé, zachování a monitorování životního prostředí a výzkumné činnosti.¹⁴¹

Ukrajinský ministr životního prostředí a přírodních zdrojů Andrej Mochnik oznámil, že území černobylské zóny se změní na biosférickou radiologickou rezervaci. Důvodem je snaha Evropské unie rozšířit přírodní ukrajinské rezervace ze současných 6 % na 15 % území.

Vytvoření černobylské rezervace je pro Ukrajinu další příležitost, jak přilákat do černobylské zóny více turistů. Oficiální černobylský cestovní ruch má počátky už v roce 1995, tedy 9 let po havárii. Tehdejší černobylské exkurze byly svým rozsahem velmi omezené a mnoho míst v zóně, kam se lze dnes bez problémů při exkurzi dostat, bylo tehdy nepřístupných.¹⁴²

8.2 Černobylské muzeum

V roce 1992 bylo v hlavním městě Ukrajiny Kyjevě otevřeno Národní muzeum Černobylu. Jsou v něm připomínána jména obcí, které fakticky již zmizely z mapy. Všichni lidé se museli v dubnu 1986 vystěhovat. Expozice je doplněna světelnými efekty, skafandry záchranářů a dokumenty. V silně nábožensky založené zemi nechybí ani ikony z opuštěných kostelů.

Návštěvníci se shodují, že nejpůsobivěji a zcela autenticky působí obyčejné brýle šestadvacetiletého operátora Leonida Toptunova, který v kritické době odpovídal za regulační tyče. Bohužel nemohl již nic dělat, nešly zasunout. V muzeu nechybí ani fotografie dětí z tehdejšího kvetoucího a mladého prosperujícího města Pripjat'. Uvádí se, že v tomto městě k 1. lednu 1986 žilo 49 600 občanů, z toho 15 400 dětí.¹⁴³

8.3 Nový sarkofág

Vzhledem k tomu, že původní sarkofág byl pouze dočasný a nemohl na dlouhou dobu zabezpečit havarovaný reaktor před únikem radiace, hledala se trvalejší řešení ochrany. Dne 10. srpna 2007 byla proto podepsána smlouva na zakázku za 935 milionů eur na vybudování nového obloukového sarkofágu, který by měl mít životnost až 100 let. Nový sarkofág měl překrýt ten stávající.¹⁴⁴

¹⁴¹ *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady: Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny.* Praha: Česká nukleární společnost, 2006. s. 25-26.

¹⁴² Černobylskou zónu čekají změny, stane se chráněnou rezervací [online]. 16.7.2014 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylskou-zonu-cekaji-zmeny-stane-se-chranenou-rezervaci/>

¹⁴³ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě.* Modřišice: Presstar, 2016, s. 70.

¹⁴⁴ Nový sarkofág [online]. 7.12.2014 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/novy-sarkofag/>

Finančně na tento projekt Ukrajině přispělo celkem 29 zemí, které se na financování společně dohodli v roce 1997. Projektovaná cena je 1,5 miliardy eur, což v přepočtu činí přes 40 miliard korun. Dne 19. dubna 2011 se konala v Kyjevě dárcovská konference, kde se shromáždilo 550 milionů eur a v roce 2015 chybělo ještě 200 milionů. Na financování se podílely USA (slíbily 186 milionů eur), Evropská unie 110 milionů eur, Rusko 45 milionů eur a Ukrajina 29 milionů eur. Česká republika vložila 2,6 milionů eur. Celkové náklady se vyšplhaly na 2,15 miliard eur, z toho samotný sarkofág 1,5 miliard eur.

Ještě před zahájením stavby projekt označovali za tzv. „*dojnou krávu*“. S výstavbou gigantické stavby byla spojena řada doprovodných investic. Na dopravu jednotlivých dílů bylo potřeba postavit nové komunikace, ubytovny a infrastrukturu pro montéry atd. Několikrát se stavbou sarkofágu zabývala i ukrajinská prokuratura. Projekt Zakrytí – 2 se stal symbolem korupce a úplatnosti ukrajinských úředníků. Paradoxně pochybnosti o prospěšnosti a ceně projektu zastínila další nepříjemná jaderná katastrofa v japonské Fukušimě. Prostor elektrárny je přísně střežen a označován za „*atomový skanzen*“. Na projektové přípravě se podíleli také vědečtí pracovníci z Kyjeva. Výstavbu nového sarkofágu rozdělili projektanti do čtyř etap:

1. Před starým sarkofágem ve vzdálenosti přibližně 300 metrů vznikla devítihektarová betonová plocha. Protože se předpokládalo, že nový sarkofág bude vážit 29 tisíc tun (jako tři Eiffelovy věže), plocha stála na pilotech o průměru 1 metr do hloubky 18 metrů.
2. Na betonové ploše dokončili montáž ocelové konstrukce z jednotlivých dílů, které se montovaly předem. Každý díl skládanky vážil 250 tun. Do více jak stometrové výšky je zvedaly 4 mohutné jeřáby. Koncem června 2015 montéři dokončili nejen montáž jednotlivých dílů krytu, ale kladli poslední části opláštění z nerezového plechu. Bylo z 99 % hotovo.
3. Zvláštní jeřáb vysoký 140 metrů o nosnosti 50 tun rozebral větrací komín starého sarkofágu po jednotlivých segmentech (částech).
4. Nastal dosud ve světě nevidaný přesun nového „*monstra*“ po kolejích na starý sarkofág. Záměr stavitelů je reálný.¹⁴⁵

Samotná stavba probíhala asi 250 metrů daleko od zničeného čtvrtého reaktorového bloku elektrárny z toho důvodu, aby se snížil dopad radioaktivního záření na pracující dělníky. Po dokončení prací nový sarkofág přemístili nad čtvrtý reaktor, který by měl celý hermeticky

¹⁴⁵ ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, s. 88-90.

uzavřít. Poté začnou práce na demontáži původního sarkofágu a likvidování trosk čtvrtého reaktoru (vyjmutí vysoce radioaktivní hmoty, obsahující roztavené palivo ze čtvrtého bloku a případné vyřazení poškozeného reaktoru).

Oficiální zahájení stavby bylo v roce 2012, ale to byly víceméně formality, jelikož samotné přípravy a stavba započala o pár let dříve v roce 2010.

Datum ukončení stavby bylo plánováno na 15. října 2015, ale vzhledem k problémům s financováním a rostoucími náklady se s dokončením nepočítalo dříve než v roce 2017.¹⁴⁶

Postavený sarkofág se dal poprvé do pohybu 14. listopadu 2016 a samotný start předcházely rozsáhlé kontroly veškerých systémů, které průběžně probíhaly i během pohybu.

Tento nový sarkofág (viz Příloha č. 25) doputoval na své místo 29. listopadu 2016 a tím zcela překryl dosluhující sarkofág postavený v roce 1986. V Černobyli proběhlo tiskové prohlášení za účasti pracovníků černobylské elektrárny, firem podílejících se na novém sarkofágu, ukrajinského prezidenta a důležitých politických činitelů země.

Pohyb obrovské ocelové kopule sarkofágu o celkové hmotnosti 36 000 tun, zajišťovala holandská firma Mammoet, která pro tento účel vyvinula vlastní unikátní systém. Nový sarkofág o rozměrech 260 metrů na šířku, 164 metrů na délku a výšce 110 metrů se přesouval po kolejnici pokryté teflonem, čímž se sarkofág stal největší pojízdnou stavbou světa, a rychlostí 10 m/hod. ujel 327 metrů od místa postavení.¹⁴⁷

8.3.1 Nový sarkofág dnes

Nový sarkofág je sice od 29. listopadu 2016 roku na svém plánovaném místě, tedy nad havarovaným čtvrtým blokem, ale stále ještě není zcela hotov. Na jeho dokončení se v Černobyli usilovně pracuje a například na to, aby nový sarkofág dokonale izoloval silně radioaktivní prachové částice a trosky čtvrtého reaktoru od okolního prostředí, je zapotřebí jej dokonale utěsnit. K tomuto účelu mají sloužit speciálně na míru vyrobené membrány, které dorazily do Černobylské elektrárny a nyní (5. 4. 2017) se instalují na nový sarkofág.

Membrány, které navrhla a vyrobila francouzská firma CNIM jsou vytvořené z polyuretanu. Při výrobě membrán se braly v potaz všechny možné deformace, a to i síla větru, díky čemuž odolají natažení o 55 % své původní délky a odolají větru v nárazech o rychlosti až 300 km/h, aniž by došlo k poškození. Možným změnám ve struktuře a popraskání má zabránit i zakomponovaná speciální vložka.

¹⁴⁶ Nový sarkofág [online]. 7.12.2014 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/novy-sarkofag/>

¹⁴⁷ V Černobyli přesouvají nový sarkofág [online]. 29.11.2016 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/v-chernobyli-presouvaji-novy-sarkofag/>

Každá z membrán má šířku 150 centimetrů a na délku měří 16 metrů. Pro nainstalování do obvodu a důkladné izolování nového sarkofágu od okolního prostředí bude zapotřebí asi 2000 metrů membrán.¹⁴⁸

9. CESTA DO ČERNOBYLSKÉ ZÓNY

9.1 Exkurze do Černobylu

Černobyl je místo, o které se již pár let zajímám a jednoho dne jsem se rozhodla i s přítelem, kterého to také zaujalo, že se tam společně vypravíme. Je totiž úplně něco jiného vidět Černobyl a jeho uzavřenou zónu na vlastní oči než jen o ní číst, nebo si prohlížet fotky.

Začali jsme tedy společně plánovat a zjišťovat nezbytně důležité informace pro pobyt v této nechvalně proslulé zóně, kde se nachází černobylská jaderná elektrárna. Nakonec padla volba na dvoudenní exkurzi s polopenzí, dopravou z Košic do Černobylu a zpět a přenocováním přímo v černobylské zóně v hotelu Desítka. Po prozkoumání různých nabídek cestovních kanceláří, zabývajících se těmito exkurzemi, jsme zvolili slovenskou cestovní agenturu CHERNOBYLWEL.COMe. Daná agentura sídlí v Bratislavě a založil ji Dominik Orfánus, shodou okolností i náš průvodce na černobylské exkurzi.

Ne každý může totiž říct, že navštívil černobylskou zakázanou zónu. Během exkurze jsme navštívili místa, kam bychom se jinak neměli šanci podívat. Černobylská exkurze se pro mě stala jedinečným a nezapomenutelným zážitkem, který člověk běžně nezažije. Po návratu domů jsem přemýšlela o tom, že bych se tam chtěla podívat znovu. To místo Vás okouzlí.

CESTA NA UKRAJINU

Moje plánována černobylská exkurze za poznáním této záhadné a ponuré krajiny, ve které došlo k tak závažné katastrofě obrovského rozsahu s nepředvídatelnými následky probíhala v podzimních dnech, konkrétně 21. a 22. října 2016. Na cestu jsme se s přítelem vydali již ve středu 19. října. Vyrazili jsme nočním vlakem z Pardubic do Košic. Před nádražím v Košicích na nás čekalo taxi od dané společnosti s řidičem, který nás měl převézt přes slovensko-ukrajinské hranice až na vlakové nádraží v Užhorodu, odkud jsme jeli do Kyjeva. Na hranicích jsme si postáli necelé dvě hodiny ve frontě mezi auty, na celnici došlo k důkladnému ověření dokladů, automobilu, ukrajinské razítko do pasu a opustili jsme schengenský prostor. Cesta taxíkem docela utíkala, jen únava byla čím dál větší.

¹⁴⁸ V Černobylu utěsní nový sarkofág pomocí speciálních membrán [online]. 5.4.2017 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/chernobyl-ziskal-membrany-na-utesneni-noveho-sarkofagu/>

Nakonec jsme dorazili na vlakové nádraží v Užhorodu. Ochotný řidič nám pomohl se zavazadly, předal nám zpáteční jízdenky na vlak, popřál šťastnou cestu do Černobylu a sdělil nám, že se s ním ještě uvidíme při zpáteční cestě. Na nádraží jsme nasedli na přímý noční vlak a po 16. hodině jsme vyrazili do hlavního města Ukrajiny Kyjeva, kde byl sraz s ostatními účastníky černobylské exkurze a také s Dominikem, který nám dělal průvodce a delegáta. Do Kyjeva jsme jeli poměrně dlouho, celou noc. Během cesty jsme se seznámili i s místními cestujícími, kteří nás dokonce i vlídně pohostili, a také o zábavu nebyla nouze.

PŘÍJEZD DO KYJEVA

Do Kyjeva na hlavní vlakové nádraží jsme přijeli následující den v ranních hodinách, po 15 hodinách jízdy vlakem. Vystoupili jsme a vydali se k nedaleké budově KFC, kde na nás již čekali další účastníci exkurze. Celkem naše skupina čítala 13 osob, z toho polovina byli Slováci. Výklad měl probíhat ve slovenském jazyce. Společně jsme pak jeli do černobylské zóny připraveným mikrobusem, který nás také vozil po celé černobylské zóně během naší exkurze.

PRVNÍ DEN V ČERNOBYLSKÉ ZÓNĚ

Po více jak hodinové jízdě mikrobusem jsme přijeli v 9 hodin k hranici černobylské zóny Dityatky (kontrolní stanoviště КПП Дитятки, 130 kilometrů severně od Kyjeva), kde začala naše dlouho očekávaná dvoudenní exkurze. Zde jsme museli absolvovat přísnou povinnou kontrolu našich pasů a povolení. Na tomto místě nám také průvodce vysvětloval pravidla chování v zóně, pod která jsme se museli později všichni 2x podepsat. Výklad nám podával náš výborný a stále usměvavý průvodce Dominik, který v černobylské zóně provádí turisty již od roku 2008 a zná ji tedy velmi dobře. Na této hranici byly velké informační tabule s fotografiemi černobylské havárie a mapou „zóny“, která znázorňovala stav zamořeného území radiací po havárii. Tyto tabule se nám snažil průvodce okomentovat. Po veškerých formalitách jsme opět nastoupili do mikrobusu a projeli otevřenými závory do třicetikilometrové zóny. Ta se dělí ještě na dvě části vnější třicetikilometrovou a vnitřní desetakilometrovou.

Po několika kilometrech nás čekala první zastávka. Prohlídka začala v okresním městě Černobyl, ležícím ve vnější části třicetikilometrové zóny, která je dnes kompletně dekontaminovaná. Žije zde kolem 3500 obyvatel, kteří se starají o chod zóny a dělníci pracující v elektrárně. Zastavili jsme se u betonového monumentu, který vítá návštěvníky města (viz Příloha č. 26), a krátce jsme navštívili černobylský hřbitov. V centru je několik

památníků připomínajících tragédii. Zastavili jsme se u pomníku Černobylské havárie, na jehož místě je vytvořená alej z 94 cedulí s názvy vysídlených a zaniklých obcí a měst v černobylské zóně. Hned na začátku aleje se nachází majestátní futuristická socha archanděla Gabriela (viz Příloha č. 27). Zde jsem si udělala několik fotografií na památku. Průvodce nám vyprávěl o černobylské zóně a odpovídal na naše dotazy. Potom jsme jeli na prohlídku pravoslavného kostela, jediného funkčního v celé zóně, kde se také nachází církevní muzeum Černobylu. U tohoto kostela jsme potkali tři místní obyvatele staršího věku, kteří zde žijí. S jedním z nich jsme dokonce prohodili pár slov v momentě, když převážel na kolečku domů pitnou vodu.

Ubytování v jediném černobylském hotelu předčilo má očekávání. Rychle jsme se ubytovali, nechali si zavazadla v hotelu a hned pospíchali na další zajímavé místo. Vydali jsme se přes kontrolní stanoviště v obci Lelev, které odděluje vnitřní část desetikilometrové zóny od vnější třicetikilometrové. Další program začal návštěvou obří konstrukce radarové stanice RADUGA 3 (česky DUHA). I když radar nemá v podstatě nic společného s havárií jaderné elektrárny, ocitl se v zóně. Měl sledovat starty raket na americkém kontinentu. Jde o kolos, který přesahuje lidskou představivost. Výškou, hmotou i celkovou velikostí. Dvě sekce antén, odhadem vysokých 100 metrů a širokých nejméně 200 metrů, sledovaly nepřátelské rakety, které mohly ohrozit SSSR (viz Příloha č. 28). Antény vysílaly a přijímaly intenzivní paprsky v intervalech obíhající kolem zeměkoule. Součástí jsou velká kasárna a velitelský objekt, které jsme také navštívili. Procházeli jsme hromadami sutě, kasárenského vybavení a rozbitých přístrojů. Zmizelo odsud vše, co mělo určitou hodnotu. Zůstaly pouze haldy různého železného šrotu, o který nikdo nemá zájem. Lidé vše ve spěchu tehdy opustili. Celý objekt jsme si důkladně prošli, vyfotili a prohlédli. Ze střech zchátralých budov byl nádherný výhled na celou DUGU.

Při zpáteční cestě na oběd do hotelu jsme poprvé spatřili černobylskou jadernou elektrárnu s nedostavěným 5. a 6. blokem, rozestavěné chladicí věže a nový sarkofág. Řidič nám na chvíli zastavil u krajnice, abychom si ji mohli prohlédnout (i když z dálky). Průvodce nám podal krátký výklad a slíbil, že se sem ještě následující den vrátíme. Po obědě v hotelu jsme vyrazili na další zajímavé místo.

Projížděli jsme kolem červeného lesa, kde je stále vysoká radiace. To jsme poznali okamžitě, jelikož nás na to začaly upozorňovat pípající dozimetry. V této oblasti jsme nevystupovali z mikrobusu. Po pár kilometrech jsme zastavili při okraji silnice, kde nebylo na první pohled nic zajímavého k vidění, pouze hustý lesní porost. Kousek jsme popošli směrem do lesa a z hustého porostu se nám začaly vynořovat opuštěné vesnické domky vesnice Zálesí.

Procházeli jsme ulicí, vlastně to už ani ulice nebyla, byl to les a nahlíželi jsme do opuštěných stavení. Navštívili jsme místní zdravotní středisko, obchůdek, autobusovou zastávku a několik dalších vesnických domků. Vše bylo neuvěřitelně zarostlé.

Dále nás čekala prohlídka města Pripjati, která je vzdálená od města Černobylu 18 kilometrů. Před cestou jsme zavítali ještě do černobylského obchůdku nakoupit občerstvení a pár suvenýrů. Zastavili jsme u betonového monumentu s nápisem Pripjat' (viz Příloha č. 29), nacházejícího se blízko rudého lesa. Nedaleko monumentu těsně před Pripjati se nachází most, který je nazýván: „MOST SMRTI“. K tomuto mostu se vztahuje legenda. Při havárii se lidé z Pripjati chodili na most dívat, jak hoří čtvrtý blok elektrárny. Tenkrát nikdo ještě netušil, jak je situace vážná. Ti, kteří stáli před mostem (na levé straně), přežili a lidé, kteří stáli za mostem na pravé straně (blíže k elektrárně), zemřeli na nemoc z ozáření.

Následně jsme zamířili k místnímu lodnímu přístavu. Cestou tam jsme ještě stihli navštívit kavárnu (Кафе Припять), kino Prométheus (кинотеатр Прометей) a Palác kultury s rozpadajícím se klavírem. Symbolem Černobylu a Pripjati je socha Prométhea nyní umístěná před elektrárnou. Přijeli jsme ke břehu řeky Pripjati, kde byly k vidění rezavé a napůl potopené vraky lodí. Zde jsme se zdrželi jen pár minut, a to kvůli nepříjemným komárům. Byl již podvečer a padala na nás únava. Blížil se závěr dnešní prohlídky černobylské zóny. Procházeli jsme kolem zarostlých budov a paneláků směrem k mikrobusu, do kterého jsme nasedli a jeli do hotelu. Cestou jsme zastavili na výjezdu z Pripjati na kontrolním stanovišti vnitřní desetikilometrové zóny. Vystoupili jsme a prošli radiační kontrolou. Poté jsme odjeli do hotelu, navečeřeli se a odešli do svých pokojů odpočívat.

DRUHÝ DEN V ČERNOBYLSKÉ ZÓNĚ

Následující den nás čekal velice zajímavý program. Brzy ráno po snídani jsme vyrazili mikrobusem na naši první dnešní zastávku. V 9 hodin jsme projížděli opět kolem cedule s označením města Pripjat'. Zastavili jsme na místním sídlišti. Prošli jsme si různé paneláky, nahlédli i dovnitř budov. Nejlepším zážitkem bylo vystoupení na střechu šestnáctipatrového paneláku. To bylo něco neskutečného. Tento parádní výhled stál za tu námahu vystoupat nahoru. Celou Pripjat' jsme rázem měli jako na dlani (viz Příloha č. 30). Byla krásně vidět černobylská elektrárna, továrna Jupiter, vojenský radar RADUGA 3. Nádherné panorama. Po cestě dolů jsme pak nahlédli do několika bytů lidí, kteří je museli při evakuaci navždy opustit.

Naším dalším navštíveným místem byla obec Kopači. Obec leží nejbližší elektrárně, po havárii byla silně zasažena radioaktivním spadem a většina domů byla srovnána se zemí. Zůstali zde dvě budovy – obecní úřad a mateřská škola, která byla naším cílem. Procházeli

jsme k ní lesem. Před budovou byla zarostlá zahrada s rozbitým plotem a rozházené hračky, z nichž nejnápadnější byla mrkací panenka. Ve školce se v několika místnostech nacházeli poničené dětské postýlky, všude poházené hračky, nábytek, knihy, nástěnky a další dětské věci. Působilo to na mě ponurou atmosférou.

Poté jsme pokračovali v cestě zpět do Pripjati, konkrétně do nemocnice č. 6. Prohlédli jsme si nemocnici jak z venku, tak zevnitř. Byla to obrovská čtyřpatrová budova. Prohlédli jsme si 1. a 4. patro s operačními sály, porodním a dětským oddělením, v přízemí rentgen a mnoho dalšího. Zachoval se i sešit s evidencí pacientů a docházkou personálů. Tak jako i z jiných budov, tak i z nemocnice zmizelo vše, co mělo určitou hodnotu. Zůstala zde pouze lůžka, částečně vybavené operační sály, porodnice a prošlý zdravotnický materiál. Průvodce nám sdělil, že 2. a 3. patro je ve stejném stavu.

Z nemocnice jsme pokračovali ulicí Družba národů (Дружба Народов) kolem rozpadající se zchátralé budovy střední školy. Škola je ve velmi špatném technickém stavu, na několika místech se již zřítily, a proto jsme do ní ani nevcházeli. Pripjať je dnes velice zarostlá, a tak jsme měli pocit, že se nacházíme spíše někde v lese než uprostřed města, kde žilo a pracovalo téměř 50 tisíc obyvatel. Roste zde hojně kalina, jeřabina, šípek, houby, ovocné stromy a jiné keře. Dokonce jsme uviděli mezi zarůstajícími stromy skleník. V zóně se potuluje spousta zdivočelých domácích zvířat. Udělali jsme si každý několik fotek a pokračovali dál v cestě.

Poté nás čekala procházka městem. Přišli jsme na centrální náměstí, kde se nacházely hlavní budovy města, jako například: hotel Polesí (Полісся), kulturní dům Energetik (Дворец культуры Энергетик), Restaurace (Ресторан), Dům služeb, kde byly poskytovány služby jako např. kadeřnictví či oprava hodinek, a místní obchod se smíšeným zbožím. V obchodě téměř nic nezůstalo, pouze rozbité nákupní vozíky, zničené regály a visící informační cedulky s označením zboží (viz Příloha č. 31). V kulturním domě Energetik jsme viděli na zdech různé barevné fresky, kalendář z roku 1986 (o tomto roce se tam psalo jako o roce míru), různé poničené hudební nástroje a sál, který připomínal menší kino. Na zemi se povaloval starý nábytek, dráty, papíry a kusy silného skla. Budovy obklopovaly pouliční lampy.

Město Pripjať bylo také proslulé sportem. Zavítali jsme do zdejší velké tělocvičny, kde zůstaly šplhací lana, fotbalové branky, dřevěné žebřiny a jiné sportovní náčiní (viz Příloha č. 32). V dálce jsme již zahlédli místní lunapark, do kterého jsme měli také namířeno. Nejznámější atrakcí v lunaparku je bezpochyby ruské kolo, přejmenované na „čertovo kolo“ a autodrom, které jsou nejčastěji fotografovanými předměty v Pripjati. Smutné je, že tento lunapark nikdy nebyl oficiálně v provozu. Jeho slavnostní otevření bylo naplánováno na svátek práce 1. května 1986, ale k tomu již nedošlo. Cestou z lunaparku jsme došli

k místnímu stadionu (viz Příloha č. 33). Objevila se před námi hlavní tribuna. Uvědomili jsme si, že les, kterým jsme prošli, bylo kdysi hřiště. Dnes k nepoznání. Vystoupala jsem na hlavní tribunu co nejvýš, rozhlédla se po okolí a představovala si, jak to tu mohlo vypadat v době největší slávy. Bohužel čas už nelze vrátit zpět. Nikdo už zde nebude sportovat, ani fandit domácím při sportovních zápasech. Cestou ze stadionu jsme narazili na jedné z křižovatek na zarostlé semaforey. Potkali jsme tu dokonce kočku, která byla velmi přítulná a šla za námi až k našemu mikrobusu. Museli jsme ji nakonec odehnat.

Následně jsme se sešli u mikrobusu a vydali se k plaveckému bazénu, kterému dominuje dvoupatrový skokanský můstek. Všichni jsme začali fotografovat. Na budově je žebřík s hodinami nahoře, které ukazují čas 1:23. Chtěli jsme mít bazén na fotkách bez lidí, ale ne vždy to šlo, jelikož téměř pokaždé tam někdo ze skupiny byl. Na jednom konci se vejde a v druhé ulici, kam zatím zajede mikrobus, se vychází. Vše bylo pečlivě naplánované a průvodce nám vše ochotně ukazoval.

Z bazénu jsme přešli do základní školy na třídě Družba národů, je to veliká třípatrová budova. V přízemí na stole se nacházeli dva talíře, kam turisté házeli mince. Horní patra jsou obnažena a vypadají jako po bombardování. Na zbytku podlaží jsou rozházené školní lavice. Procházeli jsme se po chodbách, nahlédli do učeben a jiných místností (viz Příloha č. 34). V jedné z tříd je vidět nástěnka s velkým obrazem Bedřicha Engelse, pohozené učebnice, hračky, školní pomůcky, tabule, lavice, židle. V jídelně byla na podlaze velká hromada plynových masek, některé byly ještě v původních přepravních bednách. Uprostřed hromady plynových masek seděla na židličce panenka s nasazenou maskou (viz Příloha č. 35). Povídá se, že den před černobylskou havárií měli zrovna ve škole cvičení pro případ jaderné havárie. Prošli jsme si celou budovu a vystoupali na střechu, odkud jsme měli výhled na město Pripjat'.

Před školou na nás čekal přistavený mikrobus, který nás zavezl k požární zbrojnici a policejní stanici, které spolu sousedí. Prohlédli jsme si krátce hasičskou zbrojnici a zamířili na dvůr stanice milice, kde jsou opuštěné vraky osobních aut. V policejní stanici jsme procházeli i místním vězením a okolo zadržovací cely jsme vyšli hlavním vchodem ven, kde stál náš mikrobus. To byl konec naší prohlídky Pripjati a vyrazili jsme k elektrárně.

Cesta vedla okolo lesa, kde jsme udělali krátkou zastávku. Uprostřed lesa jsme viděli velký železný jeřábový zvedák (viz Příloha č. 36), pomocí něhož zřejmě likvidovali území zamořené radiací. Byla to ohromná kovová konstrukce, u které se nacházela cedule s varovnou značkou radiace. Nesměli jsme se k ní přibližovat moc blízko. Nakonec jsme zkusili přidělat dozimetr na velkou větev a změřit radiaci uvnitř zvedáku. Jak jsme již předem předpokládali, radiace zde byla vysokých hodnot, nejdříve 32,44 μSv , ale postupně se

zvyšovala např. na 144,8 μSv . Všude kolem se tu povalovaly kusy kovových konstrukcí. Nemohli jsme se tu zdržovat dlouho, a proto jsme po 5 minutách nastoupili do mikrobusu a odjeli.

Měli jsme k dispozici dozimetry k měření stupně radiace. Na dvou místech jsme v průběhu exkurze naměřili o něco málo vyšší míru radiace, než je obvykle přírodní radioaktivní pozadí. U mateřské školy v Kopači leží v zemi kousek grafitu, který sem doletěl po výbuchu reaktoru. Místo skutečně vyzařuje zvýšenou míru radioaktivity. Dále před nemocnicí č. 6 v Pripjati jsme našli další radioaktivní místo. Mezi keři ležel kousek tmavé látky. Průvodce nám sdělil, že tato látka pochází z oděvu hasiče likvidujícího následky havárie. Myslím si, že oba tyto radioaktivní „kousky“ pořadatelé exkurze sem umístili záměrně, aby turisty více „povzbudili“. Dozvěděli jsme se, že návštěvník „obdrží“ za dva dny pobytu v okolí elektrárny cca 4 μSv . Nebezpečná hranice je 100 μSv za den.

Naší další zastávkou byla železniční stanice Janov s několika opuštěnými zrezivělými vraky lokomotiv a vagónů. Našli jsme tu radioaktivní pozůstatky zvířete s parožím (zřejmě jelena) a to hned blízko koleji. Byl zde krátký rozchod, abychom si mohli vše projít a prohlédnout. Potom jsme museli pokračovat dál v cestě, abychom si ještě prohlédli pár posledních míst. Jeli jsme okolo černobylské elektrárny na místo, kde je volně uložena silně kontaminovaná vojenská technika zasahující při havárii (viz Příloha č. 37). Bylo to zajímavé místo, ale s vysokým stupněm radiace, dozimetr nám hlasitě oznamoval 340 μSv .

Naším cílem byla černobylská jaderná elektrárna, ale jelikož bylo už dost hodin, tak jsme se museli nejdříve najíst. Obědvali jsme ve velké jídelně, která se nacházela u elektrárny. Oběd byl chutný, dostali jsme tradiční ukrajinský boršč s chlebem, bramborovou kaší s karbanátkem, salát, studený nápoj a tvarohový koláč. Po obědě jsme přišli nakonec k samotné elektrárně před její čtvrtý blok. Původní betonový sarkofág a jeho dva komíny se před námi majestátně tyčily (viz Příloha č. 38) a naproti němu vznikala nový sarkofág obrovských rozměrů. Potkávali jsme zaměstnance, kteří pracovali na dokončení tohoto sarkofágu. Před čtvrtým blokem stojí velký památník ve tvaru dvou rukou svírajících čtvrtý blok elektrárny. Památník byl postaven v roce 2006 k 20. výročí černobylské havárie a je věnován těm, kteří pomáhali při likvidaci následků havárie. Je na něm nápis, který znamená: těm, kteří zachránili svět před jadernou katastrofou. Nakonec jsme udělali společnou skupinovou fotografii a vyrazili na zpáteční cestu (viz Příloha č. 39).

Měli jsme před sebou poslední hodinu v černobylské zóně. Při zpáteční cestě jsme zastavili u památníku věnovaném hasičům, kteří zasahovali při černobylské havárii (viz Příloha č. 40). Pomník hasičům má na sobě nápis: „Těm, co zachránili svět.“ Obsahuje 6 soch, které

znázorňují hasiče při záchraně světa před zákeřným neviditelným nepřítelem – radiací. Tento památník si hasiči postavili sami na své náklady. Pár metrů od památníku se nachází i černobylský obchod, kde jsme cestou zastavili a zakoupili suvenýry. Nedaleko od památníku byla krátká zastávka u expozice vojenské techniky zasahující při černobylské havárii v letech 1986-1987 (viz Příloha č. 41). Potom jsme nastoupili do mikrobusu a vzdalovali se od elektrárny.

Nakonec na přání většiny skupiny byla ještě zastávka na konci Černobyly u jeho cedule, oznamující konec a začátek obce na straně opačné. U těchto informačních cedulí jsme se vyfotografovali (viz Příloha č. 42). Nacházela se tam také jedna informační cedule, kde se psalo o městě Černobyly, že do havárie elektrárny měl celkem 13 700 obyvatel a byl evakuován 5. 5. 1986.

A to už byl samotný závěr naší exkurze. Blížila se již 16. hodina, a tak jsme nastoupili do mikrobusu a odjížděli z černobylské zóny. Ještě před její úplným opuštěním jsme zastavili v poslední obci Dityatky (nachází se zde památník Panny Marie) na kontrolním stanovišti, kde nás čekala poslední důkladná radiační kontrola, kterou všichni úspěšně prošli. Potom jsme už pokračovali v jízdě do Kyjeva na vlakové nádraží, odkud nám jel noční vlak do Užhorodu.

Na nádraží jsme se rozloučili s ostatními členy skupiny a s naším průvodcem Dominikem, který nám poskytl zajímavý, vyčerpávající výklad a provedl nás černobylskou zónou. Jako dárek od cestovní agentury jsme dostali trička s černobylským logem a několik pohledů s motivy černobylské zóny. Poté jsme v 18:30 nastoupili do vlaku na Užhorod. Cesta domů probíhala naprosto stejně jako do Kyjeva, pouze opačným směrem.

Černobylská exkurze byla dobře zorganizována a velmi zážitková. Jen mě zamrzelo, že jsme nestihli navštívit obec Paryšev, kde byla původně naplánována návštěva u lidí žijících v černobylské zóně. Toto místo jsme měli navštívit před závěrem naší exkurze. Nestihli jsme to, jelikož jsme se zdrželi na jiných místech, a to hlavně fotografováním a potom již bylo málo času, neboť museli jsme spěchat na noční vlak, který byl dopředu zarezervovaný a zaplacený. Rozhodně doporučuji každému vidět černobylskou zónu na vlastní oči. Určitě nebudete litovat.

10. KNIŽNÍ A FILMOVÉ PODOBY ČERNOBYLU

První videohra o Černobylu se objevila v roce 1987. Po černobylské jaderné havárii začaly vznikat desítky filmů, knih, písni a počítačových her. Tyto různé filmy, hry a publikace by měly přispívat k poučení o jaderné energetice.

Mezi nejvýznamnější počítačové hry patří tyto: Černobyl: Nová hrozba, S.T.A.L.K.E.R. vs realita aneb Černobyl naživo, S.T.A.L.K.E.R. Shadow of Chernobyl.

10.1 Knižní publikace

- Černobyl – Jurij Ščerbak (1990)
- Marie z Černobylu – Volodymyr Javorivskyj (1990)
- Černobyl' v nás a dnes: 26. 4 – 5. 5. 1986... Michael Berger (1991)
- BAR'JANTAR, V. G., ed. Černobyl'skaja katastrofa (1995)
- Modlitba za Černobyl: kronika budoucnosti – Světlana Aleksijevič (2002)
- Ve správný čas na špatném místě – Jaroslav Štrait (2002)
- Videl som peklo – Tvrтко Vujity (2003)
- Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady a doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny (2006)
- Чернобыль. Неизвестные подробности катастрофы – Николай Непомнящий (2006)
- ПОЛИНОВИЙ ЛІС. Хроніки Чорнобиля. – Марія Мицьо (2006)
- Зона жизни и смерти. Чернобыль... взгляд с разных сторон – Канарский Е. Р. (2009)
- Чернобыль. Зона отчуждения – Олег Криштопа (2011)
- Оформляндія або Прогулянка в зону – Маркіян КАМИШ (2015)
- Припятский синдром – Любовь Сирота (2016)
- Испытание Чернобылем – Барановская Н. П. (2016)
- Černobyl' 1986: minulosť, dôsledky, východiská – František Neupauer, Kolektiv autorů - Historie, Terézia Melicherová (2016)
- Černobyl + 30: Ve správný čas na špatném místě – Jaroslav Štrait (2016)
- 1986-2016: Zkáza Černobylu – František Prachař, Marian Balog, Veronika Kynclová, Štěpán Šimůnek a Saša Malachovský (2016)

10.2 Filmové adaptace

- 1986 (Ukrajina, Dokumentární/Historický film) – Černobyl – kronika těžkých týdnů
- 1990 (Sovětský svaz, USA, drama) – Raspad (Распад)
- 1990 (Sovětský svaz, Drama/Kriminální film) – Vlci v zóně (Волки в зоне)
- 1991 (Sovětský svaz, Drama) – Zítřka (Завтра)
- 1991 (VB, SSSR, USA, Dokumentární film) – Černobyl – Poslední varování (Чернобыль: Последнее предупреждение)
- 1991 (USA/VB/Sovětský svaz, Drama) – Černobyl (Чернобыль)
- 1993 (Rusko, USA, Thriller/Fantastický film) – Monstra (Монстры)
- 1994 (Rusko, Francie, Drama) – Rok Psa (Годсобаки)
- 1997 (USA, Dokumentární film) – Od Čečny k Černobyli
- 2003 (USA, Dokumentární, Krátkometrážní film) – Černobylské srdce
- 2004 (VB, Dokumentární/Historický film) – Černobyl – nultá hodina
- 2006 (Francie, Dokumentární film) – Bitva o Černobyl
- 2006 (Ukrajina, Drama) – Aurora (Аврора)
- 2006 (VB, Dokumentární film) – Černobylská havárie
- 2006 (VB, Drama/Dokumentární film) – Zažili skutečnou katastrofu
- 2007 (Francie, Dokumentární film) – Černobyl: život v mrtvé zóně
- 2007 (Německo, Nizozemsko, Dokumentární film) – Černobyl ožívá: Návrat divočiny
- 2010 (Francie, Dokumentární film) – Černobylský přírodopis
- 2011 (Rusko, Německo, Ukrajina, Drama) – V sobotu (В субботу)
- 2011 (Francie, Ukrajina, Drama) – Země zapomnění (Земля забвения)
- 2011 (Česko, Dokumentární film) – Všechny příští Černobyly
- 2011 (Belgie, Francie, Japonsko, Dokumentární film) – Černobyl – věčná noční můra
- 2011 (Japonsko, Dokumentární film) – Od Černobyli k Fukušimě

2012 (USA, Horor) – Černobylské deníky

2013 (Ukrajina, Drama) – Motylki (Мотыльки)

2014 (Rusko, Thriller) – Černobyl: Zóna otčuzdenija (Чернобыль. Зона отчуждения)

2015 (Ukrajina, VB, USA, Dokumentární/Historický/Publicistický/Válečný) – Ruský datel

2015 (USA, Dokumentární film) – Bábušky z Černobylu

2015 (Česko, Dokumentární film) – Tajemný Černobyl: Město smrti

2015 (Česko, Dokumentární film) – Prázdniny v Černobylu

Závěr

V současné době, kdy obnovitelné zdroje energie, jako jsou například větrná, vodní či solární energie, nemohou pokrýt neustále vzrůstající potřeby moderní civilizace, je jaderná energie jediným reálným řešením. Fosilní paliva (ropa, zemní plyn, uhlí) nejsou nekonečná a jejich zásoby se postupně ztenčují. Energií získanou jejich spalováním nelze považovat za ekologickou, jelikož klasické spalování uhlí způsobuje velkou zátěž pro životní prostředí. Avšak dnešní společnost je energeticky velmi náročná a bez elektrické energie si prakticky náš život již nedokážeme představit.

Jaderná energie má v současnosti velký potenciál, protože je relativně ekologická, nezatěžuje výrazně životní prostředí a poskytuje velké množství elektrické energie, která je schopná uspokojit potřeby dnešní společnosti. Není sice ideální možností, neboť otázka ukládání radioaktivního odpadu není stále ještě plně dořešená. Jaderná energie však s sebou nese riziko eventuální havárie jaderné elektrárny.

26. dubna 1986 došlo v Černobylu k nejhorší jaderné havárii lidských dějin a tato událost se zapsala do podvědomí lidstva a je v něm i dnes, 30 let od katastrofy. Havárie podobného rozsahu by se však již neměla opakovat, jelikož dnes se vyrábějí podstatně dokonalejší reaktory s ochrannými sarkofágy, kterými Černobyl nebyl vybaven. Konstrukteři a zaměstnanci jaderných elektráren by se měli poučit z chyb, ke kterým došlo při černobylské jaderné havárii.

V černobylské jaderné elektrárně došlo k bezpříkladnému selhání lidského faktoru, jelikož personál obsluhující reaktor před jeho výbuchem nedodržel základní bezpečnostní předpisy a odklonil se od plánovaného průběhu experimentu. Výbuch jaderné elektrárny tak významně zpomalil vývoj jaderné energetiky, protože obyvatelé začali mít strach z provozu jaderných elektráren. Všechny informační prostředky o katastrofě informovaly, a někdy i neobjektivně, aby vyhověly i tlakům různých zájmových skupin zaměřených proti jaderné energetice, která se začínala stávat velkou konkurencí všech dosavadních zdrojů a způsobů výroby energie. Některé státy (např. Itálie, Španělsko, Švédsko, Rakousko) dočasně pozastavily nebo zpomalily další realizaci svých jaderných programů.

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo charakterizovat události osudné noci, kdy došlo k jaderné havárii v Černobylu, zhodnotit situaci bezprostředně po výbuchu a zodpovědět na důležité otázky týkající se zdravotních, ekologických a sociálně-ekonomických dopadů. Tímto tématem se zabývám v převážné části své práce, která navíc zahrnuje podrobný popis

území zasažených radioaktivním mrakem a ukrajinskou jadernou energetikou, včetně elektráren z historického hlediska a jejich současné perspektivy.

Dále je v mé práci věnována pozornost vlivu černobylské katastrofy na Československo, radiačnímu zasažení našeho území a nedostatečné informovanosti o této jaderné havárii. V bakalářské práci také popisuji svou dvoudenní exkurzi do černobylské zóny, která byla pro mě jedinečným a nezapomenutelným zážitkem. Všechno o havárii a o Černobylu, co jsem doposud pouze četla či viděla na obrázcích nebo v dokumentech, jsem skutečně zažila na vlastní kůži. Návštěvu Černobylu nelze chápat jen jako turistický výlet.

V poslední kapitole se zmiňuji, jak se černobylská katastrofa promítla do kultury, přesněji řečeno do knižních a filmových podob. V závěru mé práce jsou obrazové přílohy.

Přes všechny úvahy je otázka černobylské havárie stále aktuální prakticky v celém bývalém Sovětském svazu. Nebyla zapomenuta a stále je předmětem zájmu mnoha lidí (vědců, dokumentaristů, fotografů, turistů, politiků). Černobylská havárie zasáhla celý svět, ale největší tragédii a škody způsobila v místním regionu, pro který to byla tvrdá a zničující rána, ze které se stále vzpamatovává, a ještě mnoho generací bude.

Seznam literatury

Knižní zdroje

1. ALEKSIJEVIČ, Světlana Alexandrovna. *Modlitba za Černobyl: kronika budoucnosti*. Vyd. 1. Brno: Doplněk, 2002, ISBN 80-723-9082-1.
2. BAR'JANTAR, V. G., ed. *Černobyl'skaja katastrofa*. Kijev: Naukova dumka, 1995. ISBN 5-12-004061-6.
3. *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady a doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny*. Vyd. 1. Praha: Česká nukleární společnost, 2006, 51 s. ISBN 80-02-01806-0.
4. František Prachař, Marian Balog, Veronika Kynclová, Štěpán Šimůnek a Saša Malachovský. *1986-2016: Zkáza Černobylu*. Vyd. 1. Praha: CZECH NEWS CENTER a. s., 2016, 130 s. ISBN 978-80-87033-40-1.
5. HERZMANN, J.: Veřejné mínění o důsledcích havárie pro československé občany. IVVM – výzkum č. 86-8, Praha 1986.
6. JAVORIVS'KYJ, Volodymyr. *Marie z Černobylu*. Praha: Odeon, 1990. ISBN 80-207-0075-7.
7. *Mezinárodní projekt Černobyl: rozbor radiačních následků a vyhodnocení ochranných opatření*. Praha: Florenc, 1992, 48 s.
8. POLEDNE, Aleš V. *Největší katastrofy 20. století*. Vyd. 1. Praha: Volvox Globator, 2001. ISBN 80-720-7423-7.
9. ŠČERBAK, Jurij. *Černobyl*. Praha: Práce, 1990. ISBN 80-208-0708-X.
10. ŠTRAIT, Jaroslav. *Ve správný čas na špatném místě, aneb, Prožil jsem černobylskou havárii*. Říčany u Prahy: Orego, 2002, 63 s. ISBN 80-86117-85-5.
11. ŠTRAIT, Jaroslav. *Černobyl + 30: ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar, 2016, 107 stran, 16 stran obrazových příloh. ISBN 978-80-87141-40-3.
12. *Zpráva o radiační situaci na území ČSSR po havárii jaderné elektrárny Černobyl*. Praha: Institut hygieny a epidemiologie, 1987, 168 s.

Internetové zdroje

1. *10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobyli – důsledky a poučení* [online]. Praha, 1996 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobyly.pdf
2. *Bělorusko – oběť jaderné havárie* [online]. 8.9.2013 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/belorusko-obet-jaderne-havarie/>
3. *Černobylská jaderná elektrárna* [online]. 7.12.2016 [cit. 2016-11-18]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobylsk%C3%A1_jadern%C3%A1_elektr%C3%A1rna
4. *Co právě v Černobyli zakryli na 100 let?* [online]. 30.11.2016 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://chernobyl-25.webnode.cz/news/co-prave-v-cernobyli-zakryli-na-100let/>
5. *Černobylská jaderná elektrárna* [online]. 7.12.2016 [cit. 2016-11-18]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobylsk%C3%A1_jadern%C3%A1_elektr%C3%A1rna
6. *Černobylská jaderná elektrárna* [online]. 27.11.2012 [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylska-jaderna-elektrarna/>
7. *Černobylská havárie a její průběh* [online]. 2012-2014 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>
8. *Červený les* [online]. 26.11.2012 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cervenyy-les/>
9. *Černobyl – do epicentra jaderné katastrofy* [online]. 2006 [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://ukrajina.svetadily.cz/clanky/Cernobyl-do-epicentra-jaderne-katastrofy>
10. *Černobyl a Česká republika – média a dezinformace* [online]. 1996-2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.radio.cz/cz/static/cernobyl/media>
11. *Černobylskou zónu čekají změny, stane se chráněnou rezervací* [online]. 16.7.2014 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylskou-zonu-cekaji-zmeny-stane-se-chranenou-rezervaci/>
12. *ENERGOATOM* [online]. 2016 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Energoatom>
13. *Havárie v jaderné elektrárně Černobyl* [online]. 26.4.2014 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://chernobyl.euweb.cz/>

14. *Jaderná energetika na Ukrajině a její bezpečnost* [online]. 17.5.2015 [cit. 2016-11-18]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/jaderna-energie-na-ukrajine-jeji-bezpecnost/>
15. *Jaderná energie na Ukrajině* [online]. 2016 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_Ukraine
16. *Jaderné havárie* [online]. 25.11.2008 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www.greenpeace.org/czech/cz/Kampan/klima_a_energetika/jaderna-energetika/jaderne-havarie/
17. *Měl být chloubou. Stal se však smrtícím monstrem – Černobyl 1986* [online]. 26.4.2006 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/mel-byt-chloubou-stal-se-vsak-smrticim-monstrem-cernobyl-1986-pqu/tec_reportaze.aspx?c=A060425_164427_tec_checktech_kuz
18. *Město Černobyl* [online]. 2016 [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://hroch.spseol.cz/~kal34135/index.html>
19. *Město Černobyl* [online]. 26.11.2012 [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/mesto-cernobyl/>
20. *Město Pripjat'* [online]. 27.11.2012 [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/mesto-pripjat/>
21. *Na ukrajinské jaderné elektrárny nemá politická krize vliv* [online]. 10.3.2014 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/vyroba-a-prenos/40.php>
22. *Nový sarkofág* [online]. 7.12.2014 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/novy-sarkofag/>
23. *Obec Dityatky – vstupní brána do černobylské zóny* [online]. 7.11.2013 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-dityatky-vstupni-brana-do-cernobylske-zony/>
24. *Obec Lelev a kontrolní stanoviště vnitřní zóny* [online]. 28.1.2014 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-lelev-a-kontrolni-stanoviste-10-km-vnitri-zony/>
25. *Obec Zálesí* [online]. 3.7.2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-zalesi/>
26. *Obec Kopači* [online]. 4.3.2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-kopaci/>
27. *Obec Krásno* [online]. 20.8.2016 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/obec-krasno/>

28. *Obec a železniční stanice Janov* [online]. 2.4.2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z:
<http://chernobylzone.cz/obec-a-zeleznicni-stanice-janov/>
29. *Obec Paryšev* [online]. 18.6.2014 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z:
<http://chernobylzone.cz/obec-parysev/>
30. *Oběti černobylské katastrofy* [online]. 2017 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z:
<https://www.chernobylwel.com/CZ/724/cernobyl/>
31. *PROFIL k jaderné havárii v Černobylu k jejímu 30. výročí* [online]. 26.4.2016 [cit. 2016-11-18]. Dostupné z: <http://www.ceskenoviny.cz/zpravy/profil-k-jaderne-havarii-v-cernobylu-k-jejimu-30-vyroci/1341967>
32. *Proč Sověti stavěli černobylské reaktory a v čem byla chyba* [online]. 26.4.2016 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/cernobyl-havarie-0kx-/tec/technika.aspx?c=A160425_152556_tec_technika_mla
33. *Patnáct let od havárie v Černobylu – důsledky a poučení* [online]. Praha, 2001 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z:
http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/15let_od_havarie_Cernobylu.pdf
34. *PSRER – Běloruská část černobylské zóny* [online]. 1.10.2013 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/psrer-beloruska-cast-cernobylske-zony/>
35. *Reaktor RBMK* [online]. 11.2.2013 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z:
<http://chernobylzone.cz/reaktor-rbmk/>
36. *Sievert, becquerel, rentgen...Jak měříme radioaktivitu* [online]. 8.5.2012 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://atominfo.cz/2012/05/sievert-becquerel-rentgen-jak-merime-radioaktivitu/>
37. *Typy reaktorů* [online]. 2016 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z:
<https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/jaderne-elektrarny/typy-reaktoru>
38. *UKRAJINA: Jaderná energetika* [online]. 9.8.2014 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z:
http://neviditelnypes.lidovky.cz/ukrajina-jaderna-energetika-dpx/p_zahranici.aspx?c=A140807_211638_p_zahranici_wag
39. *Ukrajina* [online]. 2016 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z:
https://en.wikipedia.org/wiki/Ukraine#Power_generation
40. *Ukrajina zvažuje, že zmenší velikost černobylské zóny* [online]. 22.2.2015 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/ukrajina-zvazuje-ze-zmensi-velikost-cernobylske-zony/>

41. *Ukrajinské město Pripjat' vypadá opravdu jak po výbuchu! Už skoro 30 let tam nikdo nežije* [online]. 9.9.2014 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://extrastory.cz/ukrajinske-mesto-pripjat-vypada-opravdu-jak-po-vybuchu-uz-skoro-30-let-tam-nikdo-nejije.html#prettyPhoto>
42. *V Černobylu přesouvají nový sarkofág* [online]. 29.11.2016 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/v-chernobylu-presouvaji-novy-sarkofag/>
43. *V Černobylu utěsní nový sarkofág pomoci speciálních membrán* [online]. 5.4.2017 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/chernobyl-ziskal-membrany-na-utesneni-noveho-sarkofagu/>
44. *Základní informace o černobylské zóně* [online]. 28.11.2012 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/zakladni-informace-o-chernobylske-zone/>
45. *Все АЭС Украины* [online]. 2013-2015 [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: <http://miraes.ru/category/aes-ukrainyi/>
46. *История атомной энергетики Украины* [online]. 2000-2015 [cit. 2016-11-19]. Dostupné z: <http://www.ronl.ru/referaty/ekologiya/320838/>
47. *Чернобыль и часть зоны отчуждения уже пригодны для проживания людей – эксперты* [online]. 15.8.2012 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://interfax.com.ua/news/general/114349.htm>

Přílohy

Příloha č. 1



Poloha ukrajinských jaderných elektráren na mapě Evropy

Zdroj: Chernobyl Accident 1986 [online]. 2016 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx>

Příloha č. 2

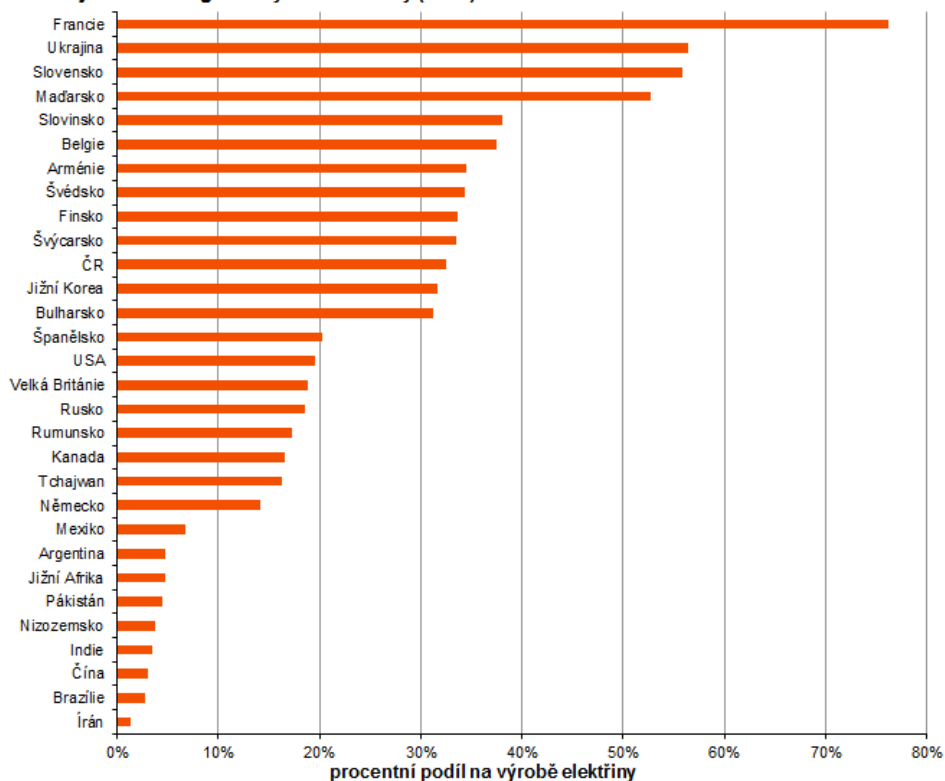


Šest bloků Záporožské jaderné elektrárny

Zdroj: Jaderná energetika na Ukrajině a její bezpečnost [online]. 17.5.2015 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/jaderna-energie-na-ukrajine-jeji-bezpecnost/>

Příloha č. 3

Podíl jaderné energie na výrobě elektřiny (2015)



Procentní podíl jaderné energie na výrobě elektřiny ve světě v roce 2015

Zdroj: Jaderná energetika ve světě [online]. 2017 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/jaderna-energetika/je-ve-svete.html>

Příloha č. 4



Černobylská jaderná elektrárna

Zdroj: Černobylská jaderná elektrárna [online]. 7.12.2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobylsk%C3%A1_jadern%C3%A1_elektr%C3%A1rna

Příloha č. 5

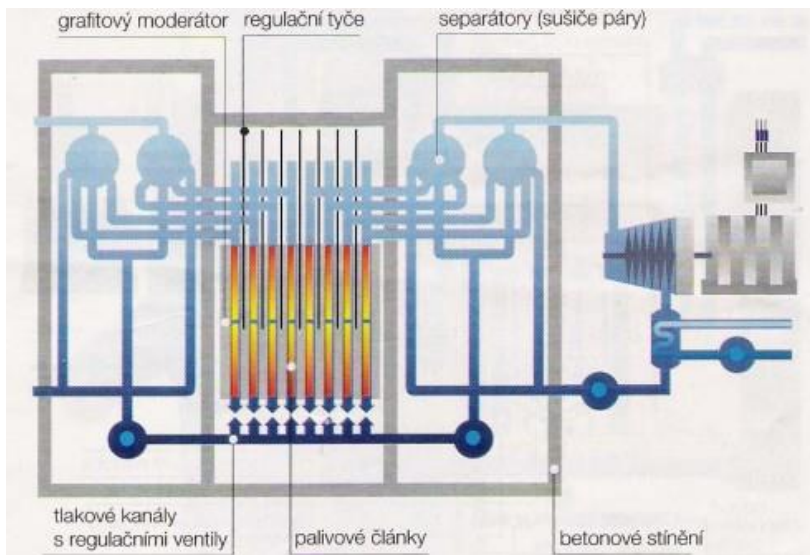


Schéma reaktoru RBMK 1000

Zdroj: Reaktor RBMK [online]. 11.2.2013 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/reaktor-rbmk/>

Příloha č. 6

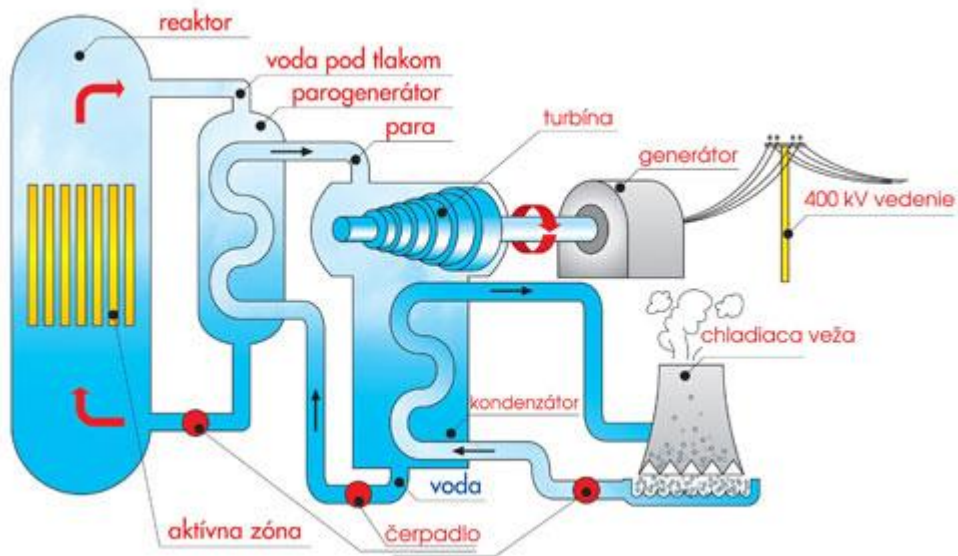


Schéma reaktoru VVER

Zdroj: Jaderné informace [online]. 28.10.2011 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://jaderneinfo.webnode.cz/news/vver/>

Příloha č. 7



Pohled na černobylskou jadernou elektrárnu a nový sarkofág

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 8



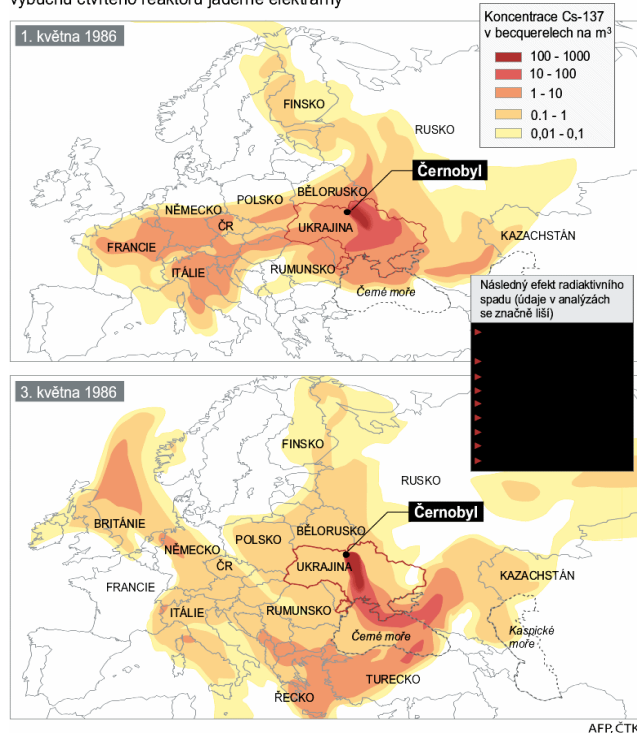
Pohled na nedostavěné bloky 5 a 6

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 9

Šíření radioaktivního mraku z Černobylu

Cesium 137 s poločasem rozpadu 30 let se 26. dubna 1986 uvolnilo do ovzduší při výbuchu čtvrtého reaktoru jaderné elektrárny



Šíření radioaktivního mraku z Černobylu

Zdroj: Profil k jaderné havárii v Černobylu k jejímu 30. výročí [online]. 26.04.2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.ceskenoviny.cz/zpravy/profil-k-jaderne-havarii-v-cernobylu-k-jejimu-30-vyroci/1341967>

Příloha č. 10



Elektrárna Černobyl po havárii reaktoru na snímku z roku 1986

Zdroj: Profil k jaderné havárii v Černobylu k jejímu 30. výročí [online]. 26.04.2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.ceskenoviny.cz/zpravy/profil-k-jaderne-havarii-v-cernobylu-k-jejimu-30-vyroci/1341967>

Příloha č. 11



Původní sarkofág postavený v listopadu 1986 provizorně uzavírající čtvrtý reaktor černobylské jaderné elektrárny

Zdroj: vlastní fotografie

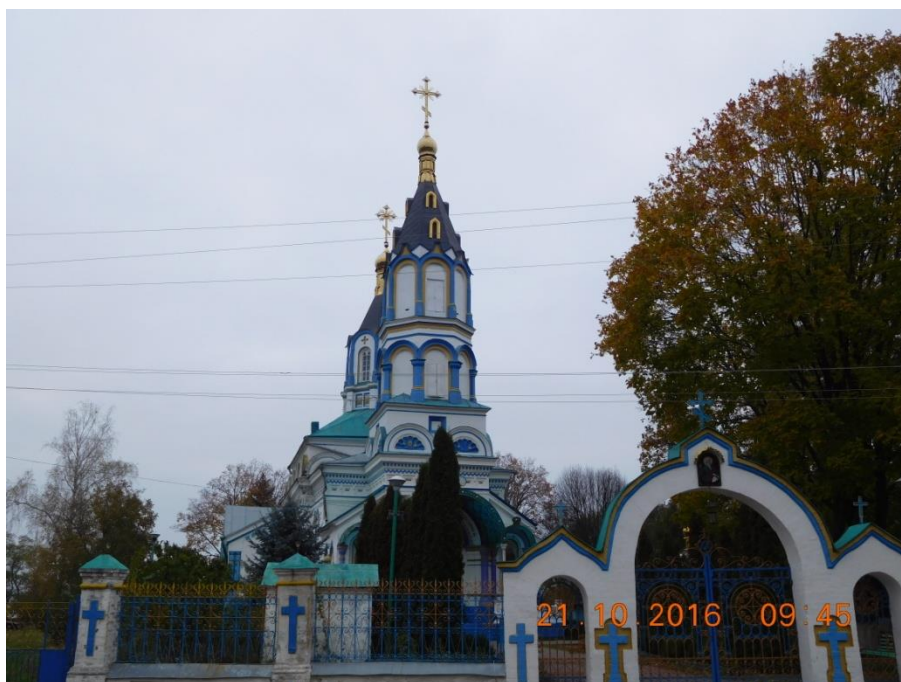
Příloha č. 12



Alej (park) v okresním městě Černobyl s 94 cedulí s názvy zaniklých obcí a měst v černobylské zóně

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 13



Opravený pravoslavný kostel v Černobyli

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 14



Operační sál nemocnice v Pripjati

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 15



Dětské postýlky v nemocnici

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 16



Plavecký bazén v Pripjati

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 17



Dům kultury Energetik

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 18



Hotel Polesí

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 19



Ruské kolo v lunaparku

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 20



Autodrom v lunaparku

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 21



Нраниční прѣход Dityatky (Дитятки)

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 22



Контролнй становищѣ Lelev (Лелів)

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 23



Mateřská školka Kopači

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 24



Hračky ve školce

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 25



Nový sarkofág

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 26



Betonový monument, který vítá návštěvníky Černobylu

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 27



Futuristická socha archanděla Gabriela

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 28



Radar DUGA

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 29



Betonový monument Pripjati

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 30



Pohled z šestnáctipatrového panelového domu v Pripjati

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 31



Obchod se smíšeným zbožím v Pripjati

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 32



Místní tělocvična

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 33



Stadion v Pripjati

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 34



Školní třída základní školy v Pripjati

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 35



Plynové masky na základní škole

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 36



Jeřábový zvedák v lese s vysokým stupněm radiace

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 37



Kontaminovaná vojenská technika zasahující při černobylské havárii

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 38



Čtvrtý reaktor s původním betonovým sarkofágem

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 39



Poslední společná fotografie u čtvrtého černobylského reaktoru s původním sarkofágem

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 40



Památník věnovaný hasičům zasahujícím při černobylské havárii

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 41



Expozice vojenské techniky zasahující při černobylské havárii

Zdroj: vlastní fotografie

Příloha č. 42



Informační cedule oznamující konec Černobylu

Zdroj: vlastní fotografie