

POLICEJNÍ AKADEMIE ČESKÉ REPUBLIKY V PRAZE

Fakulta bezpečnostního managementu

Katedra krizového řízení

**Vnímání rizika veřejností v souvislosti
s využíváním jaderné energie**

Diplomová práce

**Public perception of risk in connection with the use of
nuclear energy**

Thesis

VEDOUCÍ PRÁCE

Doc. Ing. Jozef SABOL, DrSc.

AUTOR PRÁCE

Bc. Lukáš MARŠÍK

PRAHA

2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem čerpal, ve své práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Roztokách u Prahy dne 14. března 2022

.....

Lukáš Maršík

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce, panu doc. Ing. Jozefovi Sabolovi, DrSc. a panu Ing. Lubomírovi Polívkovi za cenné rady, vstřícnost, ochotu a trpělivost při konzultacích a za metodické vedení, které mé práci věnoval.

ANOTACE

Tato diplomová práce má několik částí, kde první část je zaměřena na jadernou energetiku, jaderná zařízení a možné hrozby, které z jejich využívání a provozu vyplývají. V další části se zabývá problematikou jaderných havárií, jejich stupni ohrožení, způsoby zabezpečení a ochrany jaderných elektráren a následného dopadu mimořádných událostí na obyvatelstvo a životní prostředí. Rovněž se zabývá možností hrozby teroristického útoku na jaderná zařízení a porovnáním těchto událostí s haváriemi v jiných odvětvích průmyslu a tím, jak tato nebezpečí vnímá obyvatelstvo či jaký vliv mají na názor obyvatelstva masová média. Praktická část práce se zaměřuje na doplnění těchto názorů formou dotazníkového šetření u populace s možností jejich návrhů na zlepšení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Obyvatelstvo, jaderná energetika, jaderná elektrárna, havárie, teroristický útok, masová média, dotazníkové šetření

ANNOTATION

This diploma thesis has several parts, where the first part is focused on nuclear energy, nuclear facilities and possible threats that arise from their use and operation. The next part deals with the issue of nuclear accidents, their degree of threat, methods of security and protection of nuclear power plants and the subsequent impact of emergencies on the population and the environment. It also looks at the possibility of a threat of a terrorist attack on nuclear installations and comparing these events with accidents in other industries and how these dangers are perceived by the population of what influence the mass media have on the opinion of the population. The practical part of the work focuses on supplementing these views in the form of questionnaire survey of the population with the possibility of their suggestions for improvement.

KEY WORDS

Population, nuclear energy, nuclear power plant, crash, terroristic attack, mass media, survey

Obsah

Úvod	7
1 Právní předpisy a odborná dokumentace k problematice radiačních mimořádných událostí.....	9
2 Jaderná energetika a jaderné elektrárny	10
2.1 Jaderná energetika	10
2.2 Jaderné elektrárny	11
2.3 Dopady na životní prostředí.....	13
2.4 Dopady na obyvatelstvo	14
3 INES – Mezinárodní stupnice jaderných událostí	18
3.1 Stručný popis jednotlivých havárií dle mezinárodní stupnice	23
3.1.1 Saint Laurent – léta 1969 a 1980, Francie	23
3.1.2 Jaslovské Bohunice – léta 1976 a 1977, Slovensko (bývalá ČSSR)	24
3.1.3 Three Mile Island – rok 1979, Pensylvánie, USA.....	25
3.1.4 Sellafield (Windscale) – rok 1957, Velká Británie	26
3.1.5 Goiania – rok 1987, Brazílie	26
3.1.6 Majak – Kyštym – rok 1957, Rusko (bývalý Sovětský svaz).....	27
3.1.7 Černobyl – rok 1986, Ukrajina (bývalý Sovětský svaz).....	28
3.1.8 Fukušima I. – rok 2011, Japonsko	29
3.2 Dopady velmi těžkých havárií na obyvatelstvo a životní prostředí	30
3.2.1 Černobyl – rok 1986, Ukrajina (bývalý Sovětský svaz).....	31
3.2.2 Fukušima I. – 2011, Japonsko	33
3.2.3 Po Fukušimě I – Postoje zemí světa k jaderným elektrárnám	34
3.2.4 Postoj obyvatelstva k jaderné energetice	36
4 Hodnocení rizika ionizujícího záření a jeho vnímání obyvatelstvem	37
4.1 Biologické účinky ionizujícího záření	37
4.2 Deterministické účinky ionizujícího záření	38
4.3 Stochastické účinky ionizujícího záření	39
4.4 Principy radiační ochrany a ochranná opatření	40
4.5 Vnímání rizika jaderné mimořádné události obyvatelstvem	42

5	Terorismus a jaderná zařízení	44
5.1	Odolnost jaderných zařízení proti takovým útokům.....	46
5.2	Stupně fyzické ochrany JE při teroristických útocích.....	50
6	Míra skutečného nebo reálného rizika.....	51
	Terorismus a jaderné zbraně	52
7	Havárie v jiných průmyslových odvětvích	55
7.1	Havárie v chemickém průmyslu České republiky	55
7.2	Chemická havárie v zahraničí	57
7.3	Havárie v báňském průmyslu	58
8	Vliv sdělovacích prostředků na formování názorů široké veřejnosti na bezpečné využívání jaderné energie	61
9	Dotazníkové šetření názorů obyvatelstva na jaderné elektrárny s možností návrhů na zlepšení.....	64
	Výsledky a grafy dotazníkového šetření.....	65
	Závěr	77
	SEZNAM ZKRATEK.....	79
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	80

Úvod

Jaderná energie v současné době velmi často skloňovaná slova spolu s evropskou energetickou krizí, pandemií, různými mutacemi COVID-u 19 a několika dalšími vážnými hrozbami, která po celém světě vyvolávají protichůdné pocity a názory. Strach o blízké, obavy o budoucnost civilizace i naší modré planety, existenční problémy u značné části populace, hrozba vojenského konfliktu. Co více jítří rány lidstva a co lidstvo chápe jako největší potenciální nebezpečí? Velmi těžká otázka a snad ještě těžší hledání odpovědí na dané hypotetické otázky.

Zaměřením diplomové práce a jejím hlavním cílem je zhodnocení postojů obyvatelstva k jaderným elektrárnám s ohledem na jeho chápání a vnímání potenciálního nebezpečí jak za normálních okolností a provozních podmínek, tak v případě nehody, havárie či teroristického útoku na jaderné zařízení. Praktická část se zabývá dotazníkovým šetřením, které bylo vypracováno tak, aby bylo co možná nejjednodušší pro chápání respondentů, kteří ve většině případů s touto problematikou nejsou nijak více obeznámeni. Šetření se skládá z osmnácti otázek, které jsou následně vyhodnoceny a zpracovány do grafů, které nám dávají možnost nahlédnutí do smýšlení občanů České republiky a jejich názorů na jaderné elektrárny, jadernou energetiku obecně a jadernou a radiační bezpečnost v jaderných elektrárnách či jiných jaderných zařízeních. Toto téma „se těší“ až mimořádné pozornosti nejen politických představitelů a masových médií, ale po havárii v Japonsku i části obyvatelstva, a to v mnoha zemích.

Česká republika (dále jen „ČR“) buduje jadernou energetiku již od poloviny padesátých let (i v rámci bývalého Československa), a díky všem změnám, ke kterým docházelo po roku 1989, se musela zaměřit na plánování nové dlouhodobé vize jaderné energetiky v rámci celkově schválené energetické koncepce státu.¹ Z našeho pohledu, tedy z pohledu ČR, jde o klíčový nástroj

¹ *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice*. MPO ČR, 22. 5. 2015. [online]. [cit. 21-02-2022]. s. 10, 11, Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>

k zajištění energie bez tzv. „uhlíkové stopy“ a k splnění mezinárodních a evropských závazků na ochranu životního prostředí a klimatických podmínek.²

Na území ČR jsou dvě jaderné elektrárny, Dukovany a Temelín, které jsou považovány za jedny z nejbezpečnějších elektráren v Evropě, a to nejen z konstrukčního hlediska, ale dovolím si konstatovat, že i z hlediska legislativního. Zároveň je v obou elektrárnách, dle odborníků, velmi malá pravděpodobnost, že by zde mohlo dojít k havárii, a to jak z důvodu technického, tak z důvodu selhání lidského faktoru.

Nad bezpečností všech jaderných zařízení na našem území dohlíží několik státních institucí a tou nejdůležitější, která zároveň vykonává státní správu a státní odborný dozor je „**Státní úřad pro jadernou bezpečnost**“ (dále jen „SÚJB“). Vykonává státní správu při využívání jaderné energie a ionizujícího záření či v oblasti nešíření jaderných, chemických a biologických zbraní. Jedná se o Ústřední orgán státní správy, v jehož čele stojí v současnosti předsedkyně paní Dana Drábová, která je jmenována vládou České republiky. SÚJB má samostatný rozpočet, je přímo podřízen vládě ČR a úzce spolupracuje s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii-MAAE (International Atomic Energy Agency – IAEA).³

Dalšími orgány státní správy jsou Státní úřad radiační ochrany – SÚRO a Státní ústav pro jadernou, chemickou a biologickou ochranu – SÚJCHBO. V rámci zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a havarijní připravenosti se orgány státní správy a státního odborného dozoru řídí doporučením mezinárodních orgánů a organizací, kterými mimo jiné jsou **MAAE** (IAEA), **ICRP** – Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (International Commission for Radiological Protection) či **WHO** – Světová zdravotnická organizace.⁴

² *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice*. MPO ČR, 22. 5. 2015. [online]. [cit. 21-02-2022]. s. 11, Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>

³ *Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Úvod*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/o-sujb/uvod>

⁴ KONEČNÝ Rudolf. *Radiační havárie jaderných elektráren a ochrana obyvatelstva*. HZS Moravskoslezského kraje. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/4-zip.aspx>

1 Právní předpisy a odborná dokumentace k problematice radiačních mimořádných událostí

Základním právním předpisem k jaderné problematice je Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon (předchůdcem byl zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření), který zahrnuje změny legislativy v oblasti havarijní připravenosti a krizového řízení. Tato řízení se nyní jednotně nazývají „zvládání radiačních mimořádných událostí“.

Usnesením vlády ČR č. 1276 byl dne 7. 12. 2020 schválen **Národní radiační havarijní plán** (dále jen „NRHP“), který je zpracován pro celé území ČR a doplňuje systém zvládání radiačních mimořádných událostí (dále jen „RMU“). Na přípravě NRHP se podíleli: SÚJB, Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství hasičského záchranného sboru ČR, Hasičské záchranné sbory jednotlivých krajů, všechny krizové útvary krajských úřadů a mnoho dalších spolupracujících resortů.⁵

Česká republika musí být připravena na všechny typy RMU na jaderných zařízeních jak na území ČR, tak v zahraničí. NRHP upravuje odpovědnost orgánů veřejné správy a krizového řízení při zajišťování neodkladných a následných opatření, které jsou mimo zónu havarijního plánování (dále jen „ZHP“). NRHP musí být pravidelně ověřován cvičením, a to aspoň jednou za čtyři roky s propojením na vnější havarijní plán (dále jen „VHP“).⁶

Vnitřní a vnější havarijní plány JE musí vycházet z typu používaného zařízení a potencionálu pro únik různých radionuklidů. Pro havarijní plánování rozlišujeme dvě základní oblasti, a to areál pracoviště jaderné elektrárny, kde jsou zdroje ionizujícího záření a jeho okolí, kde je na základě bezpečnostních analýz stanovena ZHP. Ta se dělí na zónu automatického přijetí neodkladných ochranných opatření po varování, zónu, kde se plánují neodkladná ochranná opatření a zónu, kde se plánují následná či dlouhodobá ochranná opatření.⁷

⁵ *Národní radiační havarijní plán schválen!* SÚJB, 14.12.2020. [online]. [cit. 07-03-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/aktualne/detail/narodni-radiacni-havarijni-plan-schvalen>

⁶ *Národní radiační havarijní plán.* [online]. [cit. 07-03-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/NRHP/NRHP.pdf>

⁷ MARTÍNEK Bohumír, TVRDEK Jan. *Základy integrovaného záchranného systému*. 1. vyd. PA ČR v Praze, 2010. ISBN 978-80-7251-338-3, s. 9, 10. [cit. 07-03-2022].

2 Jaderná energetika a jaderné elektrárny

2.1 Jaderná energetika

Jaderná energetika je na předním místě oborů, kde má stát nezastupitelnou roli, a to jak z důvodu dlouhodobosti při přípravě těchto zařízení, při jejich výstavbě a vlastním provozu, tak i z důvodu nároků na státní dozor, na všechny kontrolní mechanismy a v neposlední řadě z důvodu komplexnosti a přesahu na další obory, i vlivu státu například na výzkum a školství.

Jednotkové výkony jaderných zdrojů musí být provázané s rozvojem přenosových sítí a nástroji řízení spolehlivosti a rovnováhy elektrizačního systému. Jaderný zdroj je zdroj stabilní, s nízkými výrobními náklady, dlouhou životností, ale s vysokou kapitálovou náročností a dlouhou návratností vkladu.

„Orientace na jadernou energetiku je strategickou volbou státu, která-pokud je učiněna-znamená dlouhodobý závazek a vedoucí roli státu ve vytváření stabilních podmínek. Stabilním komplexním a dlouhodobým rámcem může stát zásadně omezit regulatorní rizika a snížit požadavky privátního kapitálu na jeho výnosnost, které hrají významnou roli v celkových nákladech výroby z jádra.“⁸

Legislativa a výkon státní správy musí tuto strategii naplňovat ve všech stanoviskách. Je potřeba vytvořit takové prostředí, které bude bezpečné a zároveň nebude představovat žádná rizika pro investory, kteří do něj vstupují.

Rozvoj jaderné energetiky v ČR vychází z potřeby dlouhodobé mezinárodní spolupráce a musí do budoucna počítat i s možností geopolitických změn, které můžou nastat. Proto musí být ukotvení v legislativě dostatečné tak, aby byla zajištěna stabilita v současné mezinárodní situaci.

Role státu je důležitá rovněž v oblasti ukládání jaderného odpadu všech kategorií, nejen z jaderné energetiky, ale i jaderného výzkumu, medicíny a průmyslu.⁹ Nedílnou součástí jaderné energetiky je i přijatelnost široké veřejnosti. Pokud stát plánuje i nadále stavět nové jaderné zdroje, musí dlouhodobě a otevřeně komunikovat s obyvateli o všech aspektech.

⁸ *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice*. MPO ČR, 22. 5. 2015. [online]. [cit. 21-02-2022]. s. 9. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>

⁹ *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice*. MPO ČR, 22. 5. 2015. [online]. [cit. 21-02-2022]. s. 8, 9, 10. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>

Musí dohlížet na transparentnost všech postupů, musí udržovat důvěryhodnost v oboru jaderné energetiky, a především by měl, a to i v rámci transparentnosti, pravidelně informovat veřejnost o aktuálním stavu.

Role státu je důležitá ve školství či vzdělávání ve všech vysoce specializovaných oborech týkajících se jaderné energetiky.¹⁰

2.2 Jaderné elektrárny

Jaderné elektrárny (dále jen „JE“) v současné chvíli tzv. „hýbou světem“ a energetická krize roztáčí kola debat o jádře ještě více. Na celém světě je k 1.červenci 2020 ve 30 státech světa asi 440 jaderných reaktorů, které jsou v provozu či provozuschopné, jak vyplývá ze statistik Světového jaderného sdružení (WNA – World Nuclear Association), a které se podílejí na světové produkci elektřiny asi 10–12 procenty. Z tohoto počtu je asi 250 reaktorů těch nejbezpečnějších, tedy tlakovodních.

Největší rozmach jaderné energetiky byl zaznamenán do konce 70. let minulého století. Na Evropském kontinentu bylo zprovozněno do dnešních dnů 177 jaderných reaktorů. Americký kontinent je v pořadí druhým a Asie třetím kontinentem, kde je více než stovka jaderných reaktorů. Jen v USA je jich dle dostupných zdrojů 95. V Evropě má největší počet reaktorů Francie, má jich 57, která se zároveň podílí vysokým procentem na výrobě elektřiny z jádra. Vysokým podílníkem této výroby je i Slovensko a Maďarsko. Na Českou republiku by, dle Energetického regulačního úřadu (ERÚ), v předešlém roce připadlo asi 37 procent vyrobené elektřiny.¹¹

Některé evropské země začaly s útlumem provozu v jaderných elektrárnách po havárii v japonské Fukušimě I, a Evropská unie dokonce dala podnět k zátěžovým testům v JE na území Evropské unie, aby bylo prozkoumáno, zda se dokážou vypořádat s extrémními jevy (ničivá zemětřesení, záplavy a jiné mimořádně přírodní katastrofy). Další z evropských zemí však ve výstavbě pokračují či dokonce obnovují provoz jaderných reaktorů.

¹⁰ *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice*. MPO ČR, 22. 5. 2015. [online]. [cit. 21-02-2022]. s. 10. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>

¹¹ *Ve světě funguje přes 440 jaderných reaktorů, nejvíce je jich v Evropě*. Ekolist.cz, 5.1.2022. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/ve-svete-funguje-pres-440-jadernych-reaktoru-nejvice-je-jich-v-evrope>

Ve výstavbě je jich 56 v 18 zemích světa a plánovaná je výstavba 108 nových reaktorů. Ve světě se tedy celkem předběžně uvažuje o výstavbě dalších 329 reaktorů. V Asii připadá největší podíl jaderných reaktorů na jednu z největších asijských zemí, a to na Čínu, kde se nyní nachází 47 reaktorů. V Japonsku je v provozu 33, v Jižní Koreji 24 a v Indii 22 reaktorů. Na území Ruska je jich 38.¹²

Na území ČR je, v souladu s energetickou koncepcí státu a v souladu s Národním akčním plánem rozvoje jaderné energetiky, plánována dostavba či výstavba nových jaderných zdrojů, a to po jednom jaderném bloku jak v lokalitě Temelín, tak v lokalitě Dukovany. Jde o zajištění energetické bezpečnosti ČR a stát má v energetice zásadní roli, i proto je důležité, aby byla stanovena dlouhodobá politika v této oblasti. Z důvodu velké nejistoty na trhu s elektřinou se doporučuje pokračovat v procesu přípravy a výstavby nového jaderného zdroje. Je zcela stěžejní uchovat pro ČR všechny potřebné kapacity pro budoucí výstavbu nových zdrojů a zároveň zajistit a udržet pokračování výroby v lokalitě Dukovany, a proto je zde výstavba jaderného bloku klíčová.¹³

I když jaderné elektrárny vždy vzbuzovaly a budou vzbuzovat obavy z radiačního záření v jejich okolí či z možnosti, že dojde k nějakým mimořádným událostem na jaderných reaktorech, stále se jedná o jeden z těch levnějších a čistějších zdrojů výroby elektřiny a riziko havárie v jaderné elektrárně postavené dle současných technických předpisů je minimální.

JE nesmí zpustit svůj provoz do té doby, než bude mít zpracovaný vnitřní havarijní plán a než bude možná jeho realizace v prostorách elektrárny. V souladu s vnitřním havarijním plánem je zpracován VHP, pro ochranu obyvatelstva a okolí elektrárny, které se nachází v ZHP. VHP je zpracován v souladu s mezinárodními doporučeními a obsahuje všechna účinná následná opatření k ochraně zdraví obyvatelstva při radiační nehodě, havárii nebo události. Obyvatelé, kteří žijí v okolí jaderných elektráren, tedy v ZHP, dostávají pravidelně „Příručku pro ochranu obyvatel v případě radiační havárie“, která je

¹² *Ve světě funguje přes 440 jaderných reaktorů, nejvíce je jich v Evropě.* Ekolist.cz, 5.1.2022. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/ve-svete-funguje-pres-440-jadernych-reaktoru-nejvice-je-jich-v-evrope>

¹³ *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice.* MPO ČR, 22. 5. 2015. [online]. [cit. 21-02-2022]. s. 4, 5. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>

instruktážním materiálem, a rovněž mají možnost se vzdělávat a školit v této oblasti v mnoha seminářích, školicích kurzech či se zúčastňovat různých besed, které jsou v nabídce samosprávních celků, obcí s rozšířenou působností či krajských úřadů v příslušných lokalitách, kde se JE nacházejí. Zde mají možnost se seznámit jak s obsahem havarijních plánů, včetně NRHP, tak porozumět neodkladným a následným ochranným opatřením při RMU, kterými se práce zabývá v následovných kapitolách. Snad právě z těchto důvodů v ČR důvěřuje jadernému zdroji tak vysoké procento obyvatel.¹⁴

Autorem práce navrhovaná zlepšení, které by bylo na místě zavést jsou, aby příručky pro ochranu obyvatel při radiační havárii či jiné RMU, nedostávali pouze obyvatelé, kteří žijí v okolí jaderných elektráren v rámci v ZHP, ale i obyvatelé celé ČR. Další možností, jak seznámit obyvatelstvo s danou problematikou, mohou být cvičení ve školách (minimálně jednou za rok), kdyby se žáci a studenti učili, jak mají reagovat, pokud by taková a podobná mimořádná situace nastala.

2.3 Dopady na životní prostředí

Jaderné elektrárny mají na životní prostředí jak pozitivní, tak i negativní vliv. Pozitivní je, že jsou spojeny s novými pracovními příležitostmi v dané lokalitě a s vybudováním nové infrastruktury, kdy se budují nové dopravní tepny, vodohospodářská zařízení, komerční i základní občanská vybavenost. Negativními vlivy jsou v tomto případě produkce a následná likvidace radioaktivních odpadů, a to všech skupenství. Je nutné se jim věnovat již ve stupni projektové přípravy, aby následně finančně nezatěžovaly provoz elektrárny při dodatečných opatřeních. Likvidace výše uvedených odpadů je v současné době v českých podmínkách dobře zvládnuta a nečiní našim jaderným elektrárnám větší problémy.¹⁵

Udržitelnost v oblasti ochrany životního prostředí můžeme rozdělit do několika základních skupin. Jedná se jak o ochranu zdraví a ovzduší, tak o znečištění s ohledem na hospodaření s vodou a vodními systémy a s ohledem

¹⁴ Vzdělávání členů SH ČMS. *Radiační havárie*. SH ČMS, 2014. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupné z: <https://www.vzdelavani-dh.cz/publicCourse?id=59&head=121&subhead=291>

¹⁵ Neužil, M.: *Vliv jaderných elektráren na životní prostředí*. [online]. [cit. 15-01-2022] Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/D66DBC7CBF544E3AC1256FC8004A3515/\\$file/cast2.html](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/D66DBC7CBF544E3AC1256FC8004A3515/$file/cast2.html)

na hluk. Dále se jedná o ochranu zemědělského půdního fondu, lesního hospodářství, ochranu přírody a krajiny a v neposlední řadě o nakládání s radioaktivními odpady. Rovněž je potřeba brát na zřetel prevenci závažných havárií.¹⁶ Při výrobě elektrické energie v JE vznikají různé typy odpadů, emise tepla a vlhkosti, které ovlivňují některé složky životního prostředí, například klima v okolí elektrárny. Ve větší či menší míře může být ovlivněno zemědělství, lesnictví, rybářství, doprava i lidské zdraví.¹⁷

Výstavba i následný provoz jaderných elektráren mají tedy prokazatelně nějaký vliv na okolní krajinu., ale o lokalitách, kde se nacházejí obě české jaderné elektrárny, můžeme konstatovat, že v dotčeném území se nenachází žádné zvláště chráněné území ani není dotčené území součástí žádného zvláště chráněného území. Nenacházejí se ani v národním parku nebo chráněné krajinné oblasti, ani zde nejsou vyhlášeny žádné národní přírodní rezervace. I přes výše uvedené negativní vlivy, musíme objektivně přiznat, že při porovnání jaderné elektrárny s jinými podobnými zařízeními, z hlediska vlivu na okolí, jsou JE velmi šetrné k okolnímu prostředí, nezatěžují ovzduší žádnými produkty spalování, neuniká zde žádný oxid siřičitý, oxidy dusíku ani oxid uhličitý. Zároveň je výroba elektrické energie v JE důležitá a má nezastupitelnou roli v ekonomice každého státu.¹⁸

2.4 Dopady na obyvatelstvo

Vesmír je nesmírně zajímavý a plný překvapení pro obyčejné smrtelníky. Mnozí z nás ani netuší, že radiace, tedy ta přirozená, pochází právě z vesmíru. Samozřejmě pochází i z dalších pozemských zdrojů, a to nejen těch přirozených, ale i těch, které vynašel člověk, a které jsou využívány zejména ve zdravotnictví, ve výzkumu a v energetice. Atmosféra absorbuje kosmické záření, a proto je jeho intenzita různá a mění se, mimo jiné i podle nadmořské výšky. Přirozené ionizující záření je tak ve vyšší nadmořské výšce, oproti té přímořské úrovni,

¹⁶ *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice*. MPO ČR, 22. 5. 2015. [online]. [cit. 21-02-2022]. s. 15, 16. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>

¹⁷ *Neužil, M.: Vliv jaderných elektráren na životní prostředí*. [online]. [cit. 15-01-2022] Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/D66DBC7CBF544E3AC1256FC8004A3515/\\$file/cast2.html](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/D66DBC7CBF544E3AC1256FC8004A3515/$file/cast2.html)

¹⁸ *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice*. MPO ČR, 22. 5. 2015. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>

téměř dvojnásobné. Je zřejmé, že vysokohorské národy již po tisíciletí žijí v prostředí s daleko vyšší radiační zátěží než národy v nižších polohách a nelze to nijak změnit.

Dalším odvětvím, kromě lékařského, kde dochází k značnému uvolňování radiačního záření, je stavebnictví, a to konkrétně u uvolňování radonu jak z podloží (uvolňuje se ze země), tak ze stavebních materiálů (přísady hornin či spalovaného uhlí). V současné době jsou již hodnoty radonu u staveb pod daleko větší kontrolou a odpovědné orgány státní správy požadují doložení naměřených hodnot v rámci stavebních řízení.

Je i řada pracovišť, kde může dojít k významnému zvýšení ozáření osob z přírodních zdrojů, ke kterým řadíme paluby letadel při letech ve výšce nad 8 km, doly, jeskyně a další pracoviště v podzemí, pracoviště, na nichž je nakládáno s vodou, stáčírny a úpravny povrchové a podzemní vody, lázeňská zařízení, a další.¹⁹ Mnozí vědci se zabývali a zabývají se i v současnosti, porovnáváním průměrného ozáření člověka z umělých a přirozených zdrojů při různých činnostech denního života. Výsledky těchto studií jsou velmi překvapivé a dokládají, že provoz jaderných elektráren má na člověka, s ohledem na radiační záření, velmi malý vliv. Že daleko významnější je to, kde žijeme, v jakých nadmořských výškách, v jakém druhu stavby bydlíme, a nakonec, i kde pracujeme.²⁰

JE je specifické a komplexní zařízení, ve kterém je potřeba zajistit, z hlediska ochrany zdraví a životů jejich pracovníků a obyvatel z blízkého okolí tzv. „jadernou bezpečnost“. Jedná se o ochranu před ionizujícím zářením, která splňuje všechny požadavky na radiační ochranu, a to z hlediska technického, i organizačního. Musí rovněž splňovat požadavky vyplývající ze samotné technologie elektrárny. Jedná se o zabezpečení mechanismů JE, spolu s obsluhujícím odborným personálem, které musí být schopné zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce či nedovolenému úniku radioaktivních látek anebo ionizujícího záření, do životního prostředí a omezovat následky nehod. Potenciální riziko JE tedy spočívá v tom, že by mohlo dojít

¹⁹: *Přírodní zdroje*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/prirodni-zdroje>

²⁰ Bochníček, Z. *Jaderná energetika: rizika a alternativy*. [online]. [cit. 17-02-2022]. dostupné z: <https://www.physics.muni.cz/media/3236814/jealt.pdf>

k možnosti ztráty kontroly nad řízením štěpné řetězové reakce a v množství radioaktivních látek, které by se tím nahromadily v aktivní zóně reaktoru během provozu, a to především v souvislosti s jejich rozptylem do životního prostředí při nedovoleném úniku.²¹ V některých případech existuje velmi nízké riziko, že při kapalném odpadu může dojít vlivem migrace radionuklidů ke kontaminaci potravního řetězce. Takové riziko je minimalizováno pravidelným měřením v okolí JE, kde je kontrolována půda, voda, vzduch, zemědělské plodiny, maso hospodářských zvířat, atd. Určité záruky státu v této oblasti vyžadují, aby nezávislý dozor nad jadernou bezpečností včas indikoval případné nedostatky a nemuselo docházet k drastickým opatřením s nežádoucími ekonomickými dopady. Pracovníci v těchto rizikových oblastech jsou podrobováni velmi přísným bezpečnostním předpisům.²² Obyvatelstvu v okolí elektráren ale nehrozí, dle dostupných výzkumů, žádné větší riziko z jejich provozu, pokud nenastane velmi vážná havárie, jako například v Černobylu a Fukušimě.

Ochrana obyvatelstva je legislativně zakotvena v atomovém zákoně, v jeho prováděcích předpisech a vyhláškách, například ve vyhlášce o požadavcích na zajištění radiační ochrany, o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu atd.

Provozovatelé jaderných zařízení mají, v souvislosti s jeho provozem, povinnost být připraveni na všechny mimořádné události, které by mohly eventuálně nastat a zároveň mají povinnost průběžného ověřování této připravenosti. Jedná se o havarijní připravenost, která se dokládá vnitřním havarijním plánem zpracovaným tak, že obsahují jednotlivé mimořádné události, které mohou nastat při provozu zařízení, musejí obsahovat zásahové postupy a všechny instrukce, a to včetně monitorování.

²¹ *Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. Jaderné elektrárny.* [online]. [cit. 22-01-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/usmernovani-ozareni-pri-cinnostech/jaderne-elektrarny>

²² *Neužil, M.: Vliv jaderných elektráren na životní prostředí.* [online]. [cit. 15-01-2022] Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/D66DBC7CBF544E3AC1256FC8004A3515/\\$file/cast2.html](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/D66DBC7CBF544E3AC1256FC8004A3515/$file/cast2.html)

Za běžného provozu je monitorování okolí JE podkladem k potvrzení bezpečného provozu ve vztahu k okolnímu prostředí. Pokud by však došlo k nějakému mimořádnému úniku radionuklidů do prostředí, je pravidelné monitorování základním podkladem k vyhodnocení rizika tohoto úniku i jeho dopadu na obyvatele. Cílem takového monitoringu je tedy registrace všech významných odchylek od hodnot přírodního pozadí, které se však vyskytují jen při abnormálních či havarijních situacích.²³

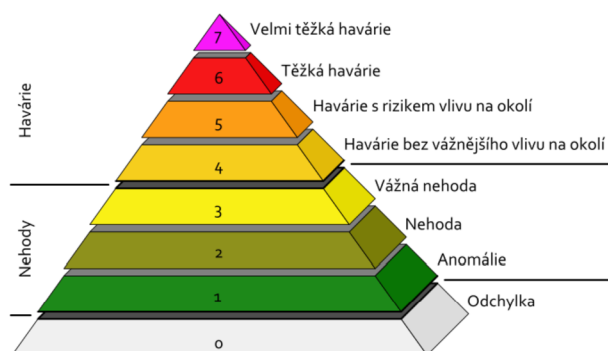
²³ *Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. Jaderné elektrárny.* [online]. [cit. 22-01-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/usmernovani-ozareni-pri-cinnostech/jaderne-elektrarny>

3 INES – Mezinárodní stupnice jaderných událostí

Pro okamžitou komunikaci jaderných havárií s veřejností a rovněž se sdělovacími prostředky či s odborným jaderným společenstvím, vznikla v roce 1990 osmistupňová mezinárodní stupnice jaderných událostí - The International Nuclear Event Scale – INES a je používána ve více než 60 zemích světa, včetně České republiky. Komunikace probíhá v odborné terminologii, proto jsou hlášení z jednotlivých jaderných zařízení, kde dochází k nehodám, haváriím či k jiným událostem na jakémkoli stupni, srozumitelná a pochopitelná tak, aby byla dle významu odborníky vyhodnocena z bezpečnostního hlediska. Stupnice INES byla vytvořena na základě spolupráce skupiny odborníků s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (IAEA) a Agenturou pro jadernou energii při Organizaci pro ekonomickou spolupráci a rozvoj (OECD/NEA).

V roce 1992 byla stupnice rozšířena a upravena s ohledem na záření při manipulaci s radioaktivními látkami či událostmi vzniklými při jejich přepravě. Každá země, na území, které jsou JE nebo jiná jaderná zařízení, má samozřejmě vlastní bezpečnostní předpisy a kritéria pro vyhodnocování jednotlivých událostí, kterými se řídí a na základě kterých informuje veřejnost. Týká se to a to především událostí malého významu, tedy dle INES, na úplně spodní hranici stupnice. Posuzují se dle dopadu na okolí, dle vlivu na samotné jaderné zařízení a v neposlední řadě dle dopadu na hloubkovou ochranu.²⁴

Obrázek č. 1: Schéma mezinárodní stupnice INES



Zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_jaderných_havárií

²⁴ Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Stupnice INES. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupně z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/ines/stupnice-ines>

Stupnice INES zařazuje události do sedmi stupňů, osmý stupeň je považován jen za odchylku tzv. „pod stupnicí“. Události na stupni 1 až 3 se označují jako **nehody** a na stupni 4 až 7 jako **havárie**. Události, které s bezpečností vůbec nesouvisejí, se označují jako události **mimo stupnici**.²⁵

Z dnešního pohledu je možné říct, že nejzávažnější havárie v jaderných elektrárnách, ke kterým dosud na naší planetě došlo, jsou tři:

- Three Mile Island v USA,
- Černobyl na dnešní Ukrajině,
- Fukušima I. – Japonsko,

Vážných havárií či nehod na jaderných zařízeních bylo ale mnohem více a tou nejzávažnější, označovanou stupněm 6, z hlediska stupnice INES, byla havárie na Uralu v dnešním Rusku, v závodě, který zpracovával radioaktivní odpad. Závod Majak se nachází poblíž města Kyštym v Čeljabinské oblasti.

Za zmínku stojí ještě havárie, které se odehrály v jaderné elektrárně v Jaslovských Bohunicích na Slovensku a v Brazílii, ve městě Goania, kde se sice jednalo o zrušené a následně přestěhované zdravotnické zařízení, ale dopad na obyvatelstvo i na životní prostředí byl značný.

²⁵ *Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Stupnice INES.* [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/ines/stupnice-ines>

Příklady událostí hodnocených podle Stupnice INES, zpracované v tabulce (pro ilustraci nehod a havárií):

Tabulka č.1: Stupnice INES

Hodnotící stupeň	Popis typu události	Příklad
INES 1	Anomálie od schváleného režimu, ale se zbývající významnou hloubkovou ochranou. K tomu může dojít v důsledku poruchy zařízení, lidské chyby nebo nedostatků postupů a mohou nastat v jakékoliv oblasti, kterou stupnice pokrývá, například provoz jaderné elektrárny, transport radioaktivního materiálu, manipulace s jaderným palivem a skladování odpadů.	Mezi příklady patří: porušení technických podmínek nebo přepravních předpisů, nehody bez přímých důsledků, které odhalí nedostatky v organizačním systému nebo kultuře bezpečnosti, defekty v potrubí, menší, než předpokládá kontrolní program.
INES 2	<p>Nehoda s významným selháním bezpečnostních opatření, ale se zbývající dostatečnou hloubkovou ochranou k vypořádání se dodatečnými poruchami. To zahrnuje události, kde by skutečné události byly klasifikovány stupněm 1, ale odhalují významné dodatečné organizační nedostatky.</p> <p>Událost, která vyústila v dávku pracovníkovi, překračující povolený roční limit nebo událost, která vede k</p>	<p>Mihama-2, jaderná elektrárna, Japonsko, 1991</p> <p>Pickering A-B, jaderná elektrárna, Kanada, 2003</p>

	přítomnosti významných množství radioaktivity uvnitř zařízení v prostorách, kde to projekt nepředpokládal, a které vyžadují nápravná opatření.	
INES 3	Únik radioaktivních materiálů do okolí s následkem dávky pro kritickou skupinu v řádu desetin milisievertů. Při takovém úniku nemusí být vnější ochranná opatření zapotřebí.	Vandellos, jaderná elektrárna, Španělsko, 1989
	Událost uvnitř zařízení s důsledkem takového ozáření zaměstnanců, že by způsobilo akutní zdravotní následky nebo událost s výsledkem těžkého rozšíření kontaminace, například několika tisíc TBq aktivity uvolněné v sekundárním kontejnmentu, kde lze materiál vrátit do vyhovujících skladovacích prostor.	Davis Besse-1, jaderná elektrárna, USA, 2002
	Nehoda, při níž by další porucha bezpečnostních systémů mohla vést k havarijním podmínkám, nebo situace, ve které by nebyly bezpečnostní systémy schopné zabránit havárii, pokud by nastaly určité iniciační události.	Paks, jaderná elektrárna, Maďarsko, 2002
INES 4	Únik radioaktivních materiálu do okolí s následkem dávky pro kritickou skupinu v řádu několika milisievertů. S takovým rozsahem úniku by pravděpodobně obecně nebyly spojovány žádné vnější ochranné zásahy s výjimkou místní kontroly potravin.	Windscale Pile, přepracovatelský závod, Velká Británie, 1973 Saint Laurent,

	<p>Významné poškození zařízení. Taková havárie může zahrnovat poškození vedoucí k velkým potížím uvnitř zařízení, jako je částečné tavení aktivní zóny v energetickém jaderném reaktoru a srovnatelné události v zařízeních bez reaktoru.</p>	<p>jaderná elektrárna, Francie, 1980</p> <p>Tokaimura, závod na výrobu paliva, Japonsko, 1999</p>
	<p>Takové ozáření jednoho nebo více zaměstnanců, že je vysoká pravděpodobnost rychlého úmrtí.</p>	
INES 5	<p>Únik radioaktivních materiálů do okolí (s aktivitou stovek až tisíců TBq ¹³¹ I). Takový únik by pravděpodobně vyústil do částečného uplatnění protipatření zahrnutých v místních havarijních plánech ke zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků.</p>	<p>Windscale Pile, Velká Británie, 1957</p> <p>Three Mile Island, jaderná elektrárna, USA, 1979</p>
	<p>Těžké poškození jaderného zařízení. Může to zahrnovat těžké poškození velké části aktivní zóny energetického reaktoru, velká havárie s kritičností, nebo velký požár či exploze uvolňující velké množství radioaktivity uvnitř zařízení.</p>	
INES 6	<p>Únik radioaktivních materiálů do okolí (s aktivitou tisíce až desítky tisíc TBq ¹³¹ I). Takový únik by pravděpodobně vyústil do plného uplatnění protipatření zahrnutých v místních havarijních plánech ke zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků.</p>	<p>Kyštym, přepracovatelský závod, SSSR (nyní v Ruské Federaci), 1957</p>

INES 7	Únik značné části radioaktivních materiálů z velkého zařízení (například z aktivní zóny energetického reaktoru) do okolí. Typicky obsahujících směs radioaktivních štěpných produktů s dlouhými i krátkými poločasy rozpadu (s aktivitou přesahující desítky tisíc TBq ¹³¹ I). Takový únik by vyústil do možnosti akutních zdravotních účinků; zpožděné zdravotní účinky v rozsáhlé oblasti s možností zasažení více než jedné země; dlouhodobé důsledky pro životní prostředí.	Černobyl, jaderná elektrárna, SSSR (nyní Ukrajina), 1986 Fukušima Daiiči, jaderná elektrárna, Japonsko, 2011
--------	--	---

3.1 Stručný popis jednotlivých havárií dle mezinárodní stupnice

Nehody a události, které jsou na stupnici INES označovány stupni 1 až 3, tedy od anomálie až po vážné nehody, se hodnotí jako bezvýznamný únik radioaktivních látek do okolí a klasifikují se v souvislosti s únikem uvnitř jaderného zařízení a dopadem na jeho hloubkovou ochranu. Budu se tedy věnovat těm závažnějším, u kterých byl dopad na okolí a obyvatele závažnější.

➤ **Stupeň INES 4 – Havárie bez vážnějšího vlivu na okolí**

Významné poškození zařízení, které může mít za následek velké potíže uvnitř zařízení, včetně ozáření zaměstnanců. Menší únik radioaktivity do okolí, který nevyžaduje ochranná opatření vně zařízení.²⁶

3.1.1 Saint Laurent – léta 1969 a 1980, Francie

Jaderná elektrárna má dva integrované reaktory kanálového typu s grafitovým blokem v tlustostěnné betonové nádobě z předpjatého betonu. První dva bloky francouzské elektrárny Saint Laurent byly postaveny v roce 1963 a spuštěny v roce 1969, další o dva roky později. Reaktory jsou moderovány

²⁶ Státní ústav pro jadernou bezpečnost. *Stupnice INES*. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupně z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/ines/priklady-udalosti>

grafitem a vystavěny jsou v betonovém válci nad zemí. První a druhý blok ukončily svůj provoz v dubnu 1990 a červnu 1992. Elektrárna má i dva moderní tlakovodní reaktory, které byly spuštěny v roce 1981. Tyto bloky jsou označovány jako Saint Laurent B.

Elektrárna se nachází na břehu řeky Loira, vzdálena 30 km proti proudu řeky od Orléans. Chybou operátora, který vyřadil automatiku po signalizované chybě a ručně navedl stroj na nesprávné místo došlo k tomu, že se zastavil v kanálu průtok vody a články se roztavily. Automaticky byl naštěstí reaktor odstaven a došlo pouze k vysokým materiálním škodám kvůli tavenině a kontaminaci v reaktoru samotném. Oba plynem chlazené a grafitem moderované reaktory kanálového typu jsou již uzavřeny. Na tomto místě jsou v současnosti provozovány dva tlakovodní reaktory typu PWR.²⁷

3.1.2 Jaslovské Bohunice – léta 1976 a 1977, Slovensko (bývalá ČSSR)

Jaderná elektrárna Jaslovské Bohunice v okrese Trnava na západním Slovensku, stojí na rovině v těsné blízkosti stejnojmenného krajského města. Elektrárna se skládá ze tří částí. A-1, která má jeden reaktor a V1 a V2, které mají po dvou reaktorech. Reaktor A-1 byl specifický, postavený podle ruského projektu s označením typu KS-150. Jeho výstavba začala v roce 1958 a do komerčního provozu byl uveden v prosinci 1972. Reaktor byl chlazen oxidem uhličitým a moderovaný těžkou vodou, proto se jako palivo používal přírodní uran. Palivo bylo umístěno ve 148 kanálech a jeho výměna byla možná za provozu, a to při sníženém výkonu. Na reaktoru A-1 docházelo během spouštění, ale i při provozu k častým poruchám. 5. ledna 1976 došlo k vystřelení palivové kazety tlakem chladicího plynu nashromážděného v dolních vrstvách reaktorového sálu. Na otravu oxidem uhličitým zemřeli dva pracovníci elektrárny.

Po druhé havárii, která se odehrála o rok později, a opět při výměně palivového článku, kdy v palivové kazetě zůstalo několik kuliček silikagelu (kuličky proti vlhkosti), nebyl již provoz reaktoru obnoven. Nehoda byla považována za nejzávažnější na území bývalého Československa.

²⁷ *Jaderná elektrárna Saint Laurent*. [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 29. 10. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Jaderná_elektrárna_Saint_Laurent

V současné době je funkční jen část elektrárny V2, která má plánovanou životnost na dobu 40 - ti let. V elektrárně, v části V1, byly reaktory odstaveny v roce 2006 a 2008. Odstavení reaktorů bylo podmínkou pro vstup Slovenské republiky do Evropské unie.²⁸

➤ **Stupeň INES 5 – Havárie s rizikem vlivu na okolí**

Únik radioaktivních materiálů do okolí, který může vyústit do částečného uplatnění místních havarijních plánů pro zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků. Jaderné zařízení může být těžce poškozené požárem či explozí a uvnitř zařízení je velké množství radioaktivity. Stupeň 5 pokrývá vzrůstající úroveň skutečných důsledků i pro obyvatele a životní prostředí. Havárie INES-5 byly celkem tři. Přičemž dvě se odehrály v jaderných elektrárnách a jedna vznikla špatnou manipulací s radiologickým zářičem.²⁹

3.1.3 Three Mile Island – rok 1979, Pensylvánie, USA

Jaderná havárie v elektrárně se dvěma tlakovodními reaktory na ostrově **Three Mile Island** byla největší havárií, která se kdy odehrála na území severního amerického kontinentu, a to nedaleko hlavního města Harrisburg v Pensylvánii., státu USA. V provozu je od roku 1974 až do současné doby a má naplánovaný chod do roku 2034, čímž bude v provozu plných 60 let. Je považována za třetí největší havárii na jaderném reaktoru s tím, že neměla ani zdaleka tak ničující důsledky či už na okolí nebo na zdraví osob, jak tomu bylo v Černobylu anebo ve Fukušimě.

Jednalo se o opět chybu obsluhy, kde opraváři předchozí směny, zapomněli otevřít ručně ovládaná šoupata pro dodávku vody a tím spustili sled událostí, které měly za následek roztavení obnažených částí palivových článků, ucpání odtokových kanálů a hromadění kontaminované vody v nádrži pod jaderným blokem. Dochlazením taveniny se předešlo hrozícímu výbuchu, ale vodou zaplněné nádrže aktivovaly automatické sepnutí kalového čerpadla, které

²⁸ *Havárie elektrárny Jaslovské Bohunice A1.* [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 12. 6. 2019. Dostupné z:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Havárie_elektrárny_Jaslovské_Bohunice_A1

²⁹ *Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Jaderná bezpečnost. Stupnice INES.* [online]. [cit. 15-01-2022]. s. 9. Dostupně z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/INES-2008_cz_preklad_f.pdf

kontaminovanou vodu začalo odčerpávat do pomocného zásobníku, mimo ochranný obal. Z ventilace tak začal unikat radioaktivní mrak směrem k městu a spustil sirény. Nedošlo k žádným ztrátám na životech, ani nebyl nikdo zraněn či ozářen vyšší dávkou radiace, panika však, díky médiím, vznikla značná. Obyvatelstvo Spojených států bylo vyděšeno a celá záležitost velmi negativně ovlivnila jaderný program USA.³⁰

3.1.4 Sellafield (Windscale) – rok 1957, Velká Británie

Sellafield, původně zvaný Windscale, je velké víceúčelové jaderné zařízení poblíž obce Seascale na pobřeží Cumbrie ve Velké Británii. Je zde několik továren na zpracovávání jaderného paliva, již odstavená jaderná elektrárna a několik reaktorů pro civilní i vojenské účely. Je označován za nejradioaktivnější místo západní Evropy. Havárie v **Sellafield** byla největší havárií reaktoru na území Evropy. V roce 1957 v reaktoru na výrobu plutonia došlo k požáru, který způsobil vážnou jadernou nehodu, díky změně technologie (v rámci vývoje vodíkové bomby), kdy se v některých cartridgech v reaktoru použilo místo uranu lithium. Došlo zde i k několika dalším jaderným haváriím, například v dubnu 2005 z potrubí uniklo 83 000 litrů radioaktivního odpadu, který však byl zachycen uvnitř zařízení. Komplex vlastní *Nuclear Decommissioning Authority* (britský úřad vyřazování jaderných zařízení, NDA), což je mimorezortní veřejný orgán britské vlády.³¹

3.1.5 Goiania – rok 1987, Brazílie

Nejhorší radiační nehoda, považována dle stupnice INES za havárii na stupni 4, se stala v Brazílii asi 180 kilometrů jihozápadně od hlavního města Brasilia. V roce 1985 se přestěhovala radioterapeutická klinika ve městě Goiania. V budově však zůstal zapomenutý radioterapeutický zářič, který obsahoval práškový chlorid cesia Cs-137 s vysokou radioaktivitou v kapsli uzavřené ve válci z olova a oceli.

³⁰ *Havárie elektrárny Three Mile Island*. [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 28. 8. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Havárie_elektrárny_Three_Mile_Island

³¹ *Sellafield*. [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 3. 7. 2021. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sellafield>

V roce 1987 se v nestřežené chvíli dostali do opuštěného areálu zlodějícíci, kteří objevili ozařovací jednotku, a tu částečně rozebrali a odvezli si jí do obydlené oblasti s vidinou výtěžku při prodeji kovového šrotu. Následná manipulace při rozebírání zářiče, nevědomost prostých lidí, ale i nedbalost úřadu, to vše mělo katastrofální následky na zdraví lidí i životním prostředí. Bezprostřední úmrtí čtyř lidí po neodborné manipulaci s cesiovým zářičem, několik set lidí ozářených vyšší dávkou radioaktivity a kontaminace stá tisíce lidí. Muselo být zlikvidováno několik obydlí a dekontaminována půda v postižené oblasti.³²

➤ **Stupeň INES 6 – Těžká havárie**

Únik radioaktivních materiálů do okolí, který by již asi vyústil do uplatnění protipatření, která jsou zahrnuta v místním havarijním plánu ke zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků.³³

3.1.6 Majak – Kyšтым – rok 1957, Rusko (bývalý Sovětský svaz)

K nejzávažnějším výše uvedeným velmi těžkým haváriím, které měly za následek velké materiální škody a způsobily smrt lidí či jejich vážná zranění, můžeme přiřadit jednu těžkou havárii označovanou na stupnici INES stupněm 6, ke které došlo na Uralu v Rusku, a to už v roce 1957, i když se nejedná přímo o jaderný reaktor.

Majak byl jedním z největších ruských podniků na zpracovávání radioaktivního materiálu – zpracovával se tady materiál z Kolské, Novovoronežské a Bělojarské atomové elektrárny a z reaktorů ruských atomových ponorek. Docházelo tu již dříve za provozu k mnoha haváriím a nehodám, a v důsledku toho, bylo a je řešení problému radiačního znečištění Čeljabinské oblasti velmi ztíženo.

Ke zmiňované havárii došlo při manipulaci s přepracovávaným kapalným jaderným odpadem, kde došlo k přehřátí kapaliny, k jejímu postupnému odpařování a následně k velmi silné chemické explozi o síle téměř 100 tun.

³² *Radiační neštěstí v Goianii*. [online]. [cit. 23-01-2022]. Poslední aktualizace 15. 5. 2018. Dostupné z: <https://www.3pol.cz/cz/rubriky/jaderna-fyzika-a-energetika/2185-radiacni-nestesti-v-goianii>

³³ *Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Jaderná bezpečnost. Stupnice INES*. [online]. [cit. 15-01-2022]. s. 9. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/INES-2008_cz_preklad_f.pdf

Došlo k značné kontaminaci životního prostředí v okruhu asi 350 kilometrů, které se označuje jako tzv. „Východouralská radiační stopa“. Jedná se vlastně o třetí nejrozsáhlejší havárii v jaderné historii. Rusko o této nehodě informovalo Mezinárodní agenturu pro atomovou energii (MAAE) až po více než třiceti letech, tedy až v roce 1989.³⁴

➤ **Stupeň INES 7 – Velmi těžká havárie**

Únik radioaktivních materiálů z velkého zařízení do okolí, který by mohl vyústit do akutních zdravotních účinků a zpožděné zdravotní potíže by se projevil v rozsáhlejší oblasti, s možností zasažení více než jedné země, včetně dlouhodobých důsledků na životní prostředí.³⁵

Havárie v jaderných elektrárnách v Černobylu a ve Fukušimě I jsou jediné, které byly dodnes klasifikovány na nejvyšším stupni INES-7, a to i navzdory tomu, že v Japonsku byl únik radioaktivního materiálu asi desetkrát nižší než v Černobylu, a rovněž se nedá srovnávat dopad na životy osob. Při havárii ve Fukušimě I k usmrcení přímo při neštěstí nedošlo, kdežto na Ukrajině to bylo 31 osob, které zemřeli okamžitě při havárii či bezprostředně po ní.

3.1.7 Černobyl – rok 1986, Ukrajina (bývalý Sovětský svaz)

V roce 1986 došlo na území dnešní Ukrajiny k nejzávažnější havárii v historii jaderné energetiky, kdy v rámci technické zkoušky při provádění testu na čtvrtém bloku elektrárny, došlo hrubou chybou obsluhy k abnormálnímu vzrůstu výkonu ve vodou chlazeném grafitovém varném reaktoru typu RBMK-1000. Ten byl navýšen až desetkrát oproti běžnému provozu a měl za následek tavení palivových tyčí, které tak velmi prudce zvýšily vznik vodní páry a její tlak následně způsobil ohromný výbuch reaktoru.

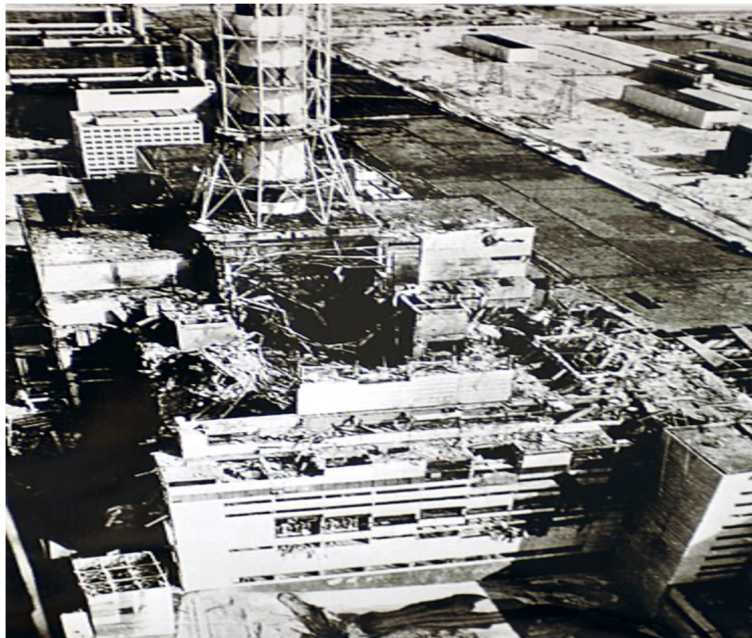
Chladicí potrubí bylo zničeno, došlo ke vznícení grafitu z reaktoru a pět až osm tun vysoce radioaktivního materiálu se dostalo výbuchem přímo do ovzduší. Radioaktivní tavenina měla teplotu více než 2000 °C a při hašení vodou, kterou použili přivolaní hasiči, se voda rozkládala na vodík a kyslík a způsobila další

³⁴ *Majak*. [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 16. 12. 2021. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Majak>

³⁵ *Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Jaderná bezpečnost. Stupnice INES*. [online]. [cit. 15-01-2022]. s. 9. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/INES-2008_cz_preklad_f.pdf

výbuchy. Nahromadění dalších chyb a omylů měl následek zhroucení jádra a uvolnění jaderné energie o síle atomové bomby.³⁶ Zničenou budovu elektrárny můžeme vidět na obrázku č. 2

Obrázek 2: Čtvrtý blok černobylské elektrárny den po výbuchu



Zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Černobylská_havárie

3.1.8 Fukušima I. – rok 2011, Japonsko

Havárie japonské jaderné elektrárny Fukušima I společnosti TEPCO v roce 2011, byla nejhorší jadernou havárií od Černobylu 1986, a po ní jedinou další havárií označenou na stupnici INES nejvyšším stupněm 7.

Katastrofa vznikla následkem zatopení elektrárny ničivou vlnou tsunami, která byla 11. března 2011 způsobena mimořádně silným zemětřesením v oblasti Tóhoku. Při havárii došlo s velkou pravděpodobností k závažnému poškození tří tlakových nádob reaktorů. Při obnažení paliva v reaktoru vznikal vodík, který byl poté příčinou tří mohutných výbuchů, roztavení paliva a úniku radioaktivní páry. Poruchy se postupně objevily až na čtyřech blocích, zřítla se reaktorová budova a došlo k požáru bazénu s vyhořelým palivem. Exploze zásadně přispěla k úniku a rozptýlení štěpných produktů, a tím se okolí elektrárny stalo dočasně neobyvatelným, a také byly dočasně ekonomicky

³⁶ *Černobylská havárie*. [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 9. 2. 2022. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Černobylská_havárie

znehodnocené široké oblasti, jinak velmi úrodné zemědělské půdy. Fukušima se tak stala městem duchů, a ještě asi dlouho ním zůstane.³⁷

Příčiny havárie je nutné hledat již v čase před samotnou havárií – nedostatečná připravenost personálu na možné havarijní stavy, zanedbávání připomínek regulačních úřadů, chyby v japonské legislativě týkající se regulačních úřadů. K havárii svojí měrou přispěly i kulturní předpoklady, zejména japonská hierarchie. Satelitní pohled na čtyři poškozené budovy reaktoru na obrázku č. 3.

Obrázek 3: Poškozené budovy v jaderné elektrárně Fukušima I.



Zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Havárie_elektrárny_Fukušima_I

3.2 Dopady velmi těžkých havárií na obyvatelstvo a životní prostředí

Dopady těch největších jaderných havárií označených na stupnici INES stupněm 7, byly nejzávažnější nejen ztrátou lidských životů, ale i vážným poškozením životního prostředí, a to jak v Černobyli, tak ve Fukušimě. V obou případech došlo k velkému zamoření a kontaminaci půdy v okolí elektrárny, k zamoření moře či spodních vod únikem vysoké radiace do vzduchu a v neposlední řadě, radioaktivními mraky. Bohužel v Černobyli nebyl reaktor, na rozdíl od elektrárny ve Fukušimě I, vybaven ochranným kontejnmentem, a i proto byl dopad havárie tak ničivý.

³⁷ *Havárie elektrárny Fukušima*. [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 6. 4. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Havárie_elektrárny_Fukušima_I

Ve Fukušimě I evakuace probíhala na několik etap, a to nejdříve z okruhu 3 km, poté z 10 km, z 20 km a na závěr z 30 km okruhu. Následky tohoto stresujícího počínání odpovědných úřadů mělo za následek vysoké úmrtí stresovaného obyvatelstva.³⁸

3.2.1 Černobyl – rok 1986, Ukrajina (bývalý Sovětský svaz)

V jaderné elektrárně bylo v době havárie asi 400 zaměstnanců a krátce po ní se počet lidí uvnitř areálu zvýšil o první zasahující, tedy hasiče.

V elektrárně, bezprostředně po explozi, zahynulo 31 lidí, z toho 28 na následky ozáření a tři na následky zranění při výbuchu. Jednalo se o zaměstnance elektrárny a požárníky zasahující bez jakýchkoliv ochranných pomůcek, obleků, bez respirátorů a dávka gama záření, která je zasáhla, byla velmi vysoká.

Nemocí z ozáření bylo postiženo přes 230 lidí a akutním syndromem z ozáření trpělo 134 pracovníků, kteří následně prováděli likvidační práce. Do 3 měsíců zemřelo 28 z nich a v desetiletém období zemřelo dalších 14 (nemuselo to být nutně v důsledku radiace). Mnohé z obětí byli hasiči a záchranáři, snažící se dostat havárii pod kontrolu, kteří neměli informace o tom, jak nebezpečné záření a ozáření je. Největší zdravotní riziko se týkalo obyvatelstva v okolí elektrárny, které po havárii obdrželo efektivní dávky, které dosahovaly v průměru 300 mSv až 500 mSv. Jednalo se o radioaktivní jód s poločasem rozpadů až 8 dnů.

Z Pripjati a 30 km okolí narychlo proběhla autobusy evakuace rodin a zaměstnanců elektrárny až po 36 hodinách a později. Jednalo se o téměř padesát tisíc lidí v první vlně a celkově bylo evakuováno během měsíce z postižené oblasti až 116 tisíc obyvatel. Průměrná dávka radiace, u evakuovaných osob byla 17 mSv, u některých až 380 mSv, takže nešlo o deterministická poškození, ale stochastická poškození (tedy výskyt rakoviny) mohla stoupnout až o 2 %. Radiaci zaznamenali jak pracovníci švédské jaderné elektrárny, tak i v jaderné elektrárně Dukovany či Jaslovské Bohunice v tehdejší Československu.

³⁸ *Havárie elektrárny Fukušima*. [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 6. 4. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Havárie_elektrárny_Fukušima_I

Na Ukrajině bylo touto havárií postiženo 1,5 milionu lidí včetně 250 tisíc dětí. V Bělorusku žilo na zamořeném území 1,2 milionu lidí a 3,5 milionu lidí v oblastech s kontaminovanou půdou. Celkově se odhaduje, že v důsledku této havárie mohlo zemřít asi 4000 lidí. Ve skutečnosti však nebudeme nikdy schopni přesně určit počet úmrtí způsobených havárií. Co však pravděpodobné je, jsou výskyty chorob v důsledku radiace. Jedná se především o rakovinu štítné žlázy, leukémii, či jiná nádorová onemocnění, choroby oběhového systému a oční zákaly. Rakovina štítné žlázy se nejvíce rozšířila u dětí. Příčinou byl jód 131I akumulující se z krevního řečiště. Předpokládá se, že zvýšený výskyt této nemoci i dětí mohl být způsoben i požíváním kontaminovaného mléka.³⁹

➤ **Ekologické důsledky**

Dopad na přírodu, a celkově na životní prostředí, byl a je rovněž katastrofální. Toto území zůstalo jednou z nejvíce kontaminovaných oblastí na světě. Radioaktivním spadem bylo zasaženo široké okolí, a to jak půda, voda, tak i tamní lesy. Podle vědeckých odhadů jde o oblast o 28 000 km², ve které v té době žilo asi 830 tisíc lidí. Jednalo se o území Ukrajiny, Běloruska a Ruské federace. Půda byla kontaminovaná izotopy stroncia a cesia, které mají poločas rozpadu až 30 let! To i dnes budí obavy, protože se takto kontaminované rostliny, ryby, hmyz, lesní plody a houby i nadále dostávají do potravinového řetězce. Z tohoto úhlu pohledu jde tedy o dlouhodobý negativní dopad na životní prostředí.

Celkově bylo v Evropě kontaminováno cesiem 137 více, než 200 000 km². Největší plocha, až nad 70 procent velikosti, byla zasažena v Bělorusku. Radioaktivní látky se usadily především na otevřených plochách veřejných prostranství, na střeších a zdech budov, a poté se díky dešťům, přesunuly do odpadních vod v kanalizaci. Rovněž bylo dokázáno, že se kontaminace přesunula do přirozených podzemních vod a do uzavřených vodních rezervoárů, jako jsou jezera a rybníky.

³⁹ Černobylská havárie. [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 9. 2. 2022. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Černobylská_havárie

Naštěstí byl v Černobyli záhy vybudován sarkofág, který měl zabránit dalšímu šíření radionuklidů do okolí, mimo elektrárnu. I zde došlo k vysokému ozáření dělníků, kteří na sarkofágu pracovali a byli vystaveni vysokým dávkám radiace. Po dvaceti letech byl však sarkofág značně poškozen a napaden korozí a riziko úniku radioaktivního prachu se zvyšovalo. Ukrajinská vláda se tak rozhodla, že bude vybudován sarkofág nový, který ten starý a poškozený, překryje. Do projektu se zapojilo 28 evropských zemí, které se na výstavbě podílejí s tím, že převážná část nákladů půjde za ukrajinskou vládou. Ve finále má být na celý projekt vynaloženo až 1,55 miliard euro.⁴⁰

3.2.2 Fukušima I. – 2011, Japonsko

Havárie na této jaderné elektrárně byla způsobena přírodní katastrofou. Zemětřesení způsobilo vznik vlny tsunami, která zasáhla ničivou silou tři reaktory a bazény skladovaného vyhořelého paliva z reaktorů. Zde byl ochranný kontejnment a reaktorová nádoba udržely téměř všechno palivo uvnitř. Do okolí se dostaly jen ty těkavější produkty štěpení. Zemětřesení samotné navíc spustilo v elektrárně bezpečnostní systémy, které ihned zastavily štěpné reakce na reaktorech. Proto byl dostatek času k provedení preventivních opatření a k zahájení evakuace přibližně 150 000 obyvatel, a to z okruhu o velikosti 20 km. Obyvatelům z okruhu 30 km bylo doporučeno, aby nevycházel z domovů, a i proto se nejevil dopad radiace na místní obyvatelstvo, až tak nebezpečný.

Je však nesporné, že do ovzduší uniklo značné množství štěpných látek, které ohrožily zdraví lidí, přesné množství však není možné stanovit a odhady jsou různé. Některá ze studií uvádí, že mělo dojít k úniku takového množství radioaktivních látek, které odpovídá asi 10% radioaktivity uvolněné při Černobylské havárii.

Evakuace obyvatelstva v den havárie byla značně chaotická. Několikrát byl změněn okruh, ze kterého se museli lidé znovu přemísťovat a docházelo tak jejich velkému vyčerpání a bohužel i ke smrti více než jednoho tisíce obyvatel. Byli buď v pokročilém věku anebo trpěli chronickými onemocněními.

⁴⁰ Černobylská havárie. [online]. Wikipedie. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 22. 2. 2020. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Černobylská_havárie

Dále bylo vydáno nařízení, aby obyvatelé, v pásmu 20 až 30 km od elektrárny, zůstali doma a nevycházel. I toto nařízení mělo své neblahé následky. Platilo až do 25. března a lidé tak zůstali úplně odříznuti od okolí, téměř bez jakékoliv pomoci zvenčí až do té doby, než vláda rozhodla, že se můžou evakuovat.⁴¹

Podle odborných odhadů z roku 2019 mohlo vypnutí japonských reaktorů po nehodě, společně s chybami při evakuaci, způsobit nepřímo více úmrtí, než nastalo při samotné nehodě. Přesné zdravotní dopady na obyvatelstvo zatím známe nejsou. Z předběžných průzkumů víme, že pouze 1 % obyvatelstva bylo vystaveno záření vyššímu než 10 mSv, přičemž dávka, která způsobí symptomy otravy z radiace (pokud je absorbována rychle) je 400 mSv. Smrtelná dávka radiace, kterou člověk nepřežije, je 8 Sv.⁴²

➤ **Ekologické důsledky**

Havárií ve Fukušimě I bylo znehodnoceno široké okolí elektrárny, včetně zemědělské půdy, a to hlavně cesiem 137, kterého poločas rozpadu je, jak jsem již zmínil, až 30 let. K znehodnocení přispěl i značný odpor obyvatelstva k produktům, které pocházely z blízkosti elektrárny. Musel být omezen rybolov, protože ryby vykazovaly zvýšenou radiaci, která byla například v roce 2013 tak vysoká, že naměřené hodnoty překročily zdravotní limity až 7400 – krát.

3.2.3 Po Fukušimě I – Postoje zemí světa k jaderným elektrárnám

Jaderná energetika byla v Japonsku chápána jako nutnost a v době před havárií se na výrobě elektřiny podílela 30 % z celkového množství. Po havárii začalo postupné odstavování reaktorů, i vzhledem k postojům obyvatelstva, což mělo za následky značné ekonomické ztráty, protože tento zdroj bylo nutné nahradit palivy jinými. Ta se musí do země přivážet, i proto ekonomické důsledky přinutily zemi k rozhodnutí, aby byly opět spuštěny některé z bloků stávajících jaderných elektráren v zemi.

⁴¹ *Havárie elektrárny Fukušima I.* [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 14. 1. 2022. Dostupné z:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Hav%C3%A1rie_elektr%C3%A1rny_Fuku%C5%A1ima_I

⁴² *Prožít Fukušimu bylo jako jít na rentgenové vyšetření, říká studie.* IDNES.cz, 26. 5. 2012. [online]. [cit. 11-02-2022]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/technet/technika/fukusima-nasledky-ozareni.A120525_170833_tec_technika_mla

Plánované projekty nových reaktorů, s kterými Japonsko počítalo, jsou v tuto chvíli zrušeny a japonská energetická koncepce tím utrpěla velkou ránu. Největší dopad měla havárie v jaderné elektrárně Fukušima I na důvěru lidí v jadernou energetiku a rozpoutaly se politické debaty o dalším využívání jaderné energie. Havárie vzbudila velkou pozornost jak ze strany odborníků a široké veřejnosti, tak ze strany informačních médií, která podrobně komentovala všechny její podrobnosti.

Především v Německu došlo ke změně postoje k jaderným elektrárnám a mnohým z nich vláda neprodloužila provoz. V rámci předběžného opatření bylo odstaveno osm nejstarších jaderných elektráren a do letošního roku plánují odstavit i ty zbývající. Nařízeny byly bezpečnostní prověrky a další z jaderných elektráren zde byly uzavřeny. Změnil se i celkový postoj k energetické koncepci, a to navzdory tomu, že Evropská komise chtěla jádro zařadit, spolu s plynem, na listinu zelených investic. Rozpoutala se tím emotivní a bouřlivá debata, protože i když při výrobě energie z jádra nevznikají tzv. „skleníkové plyny“, není vyřešené to, jak by se dlouhodobě mělo uskladňovat vyhořelé palivo z reaktorů. Značný odpor k této otázce je i v Rakousku, a i proto se dalším zemím Evropy, které jadernou energetiku prosazují, nepovedlo prosadit jádro do zelených investic. Vzestup cen elektrické energie v Německu a potažmo v celé Evropě se nastaroval.⁴³ Jak to ale celé dopadne pod tlakem dnešních událostí?

⁴³ *Ve světě funguje přes 440 jaderných reaktorů, nejvíce je jich v Evropě.* Ekolist.cz, 5.1.2022. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/ve-svete-funguje-pres-440-jadernych-reaktoru-nejvice-je-jich-v-evrope>

3.2.4 Postoj obyvateľstva k jaderné energetice

Průzkumy názorů obyvateľstva jsou v mnoha zemích Evropy odlišné a velké jsou i rozdíly mezi členskými státy Evropské unie (dále jen „EU“). Zatím, co v Německých a Rakouských zemích je odpor výrazný, ve Španělsku a Portugalsku, ve Francii či Dánsku a Belgii, je názor obyvateľstva a postoj k jaderné energetice téměř vyrovnaný v otázce negativního a pozitivního vnímaní a očekávání. Převážně pozitivní postoje obyvateľstva jsou i v dalších zemích EU a v České republice se vyjádřilo pro jadernou energii téměř 80 %.⁴⁴

Obyvatelé ČR podporují ve velké míře i rozvoj obou lokalit Temelín a Dukovany a provoz stávajících elektráren v nich. K těmto výsledkům ve vztahu k obyvateľstvu určitě přispěl i aktivní přístup vedení obou JE. Věnují velkou pozornost programu setkávání se se zástupci občanů, preferují transparentní komunikační politiku, zasílají informační report krom jiného i zájemcům a stakeholderům.

⁴⁴ *Ve světě funguje přes 440 jaderných reaktorů, nejvíce je jich v Evropě.* Ekolist.cz, 5.1.2022. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/ve-svete-funguje-pres-440-jadernych-reaktoru-nejvice-je-jich-v-evrope>

4 Hodnocení rizika ionizujícího záření a jeho vnímání obyvatelstvem

Ionizující záření je takové záření, jehož energie je natolik vysoká, že je schopná vyrážet elektrony z atomového obalu, a tím látku ionizovat.⁴⁵

Druhy ionizujícího záření:

- Rentgenové záření – elektromagnetické záření využívané při lékařských vyšetřeních. Je podobné radiálnímu záření, může dojít k poškození DNA, popáleninám a nádorovým onemocněním,
- Záření alfa – dělíme na vnější a vnitřní, nebezpečné je především vnitřní záření, které může poškodit vnitřní orgány, DNA a vést ke vzniku rakoviny,
- Záření beta – je tvořeno elektrony nebo pozitrony, může být pohlceno hliníkovým plechem (tloušťka několik centimetrů),
- Záření gama – elektromagnetické záření, vzniká při radioaktivních dějích. Proniká lépe do materiálu, je však méně ionizující. Může být pohlceno betonovou nebo olověnou stěnou,
- Neutronové záření – tvořeno volnými neutrony, které se uvolňují při jaderném štěpení. Ochranou je radiální stínění. Jedná se o nejnebezpečnější druh radiace pro lidský organismus.⁴⁶

4.1 Biologické účinky ionizujícího záření

Lékařské a biologické poznatky o ionizujícím záření a jeho účincích jsou získávány od počátku tohoto století a nyní jsou sice rozsáhlé, ale ještě ne úplné. Šetření v tomto oboru jsou nezbytná pro průkaz zvýšené frekvence těch onemocnění, která není možné klinicky odlišit od onemocnění spontánních (např. rakovina).

⁴⁵ MIKA Otakar, POLÍVKA Lubomír, SABOL Jozef. *Zbraně hromadného ničení a ochrana proti jejich účinkům*. 1. vyd. PA ČR v Praze, duben 2009. ISBN 978-80-7251-302-4. s. 10. [cit. 07-03-2022].

⁴⁶ *Druhy ionizujícího záření*. [online]. [cit. 07-03-2022]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/03/druhy_5.html

„Různé změny, vyvolané ionizujícím zářením u člověka nemají stejný dosah pro jeho zdravotní stav. Praxe radiální ochrany však vyžaduje jednoznačná kritéria, zaměřená na prevenci závažných důsledků ozáření. Stanovení těchto kritérií se musí opírat o třídění biologických poznatků tak, aby bylo možné kvantitativní hodnocení rizika z ozáření člověka a lidské populace.“⁴⁷

To, že známe biologické účinky záření je důležité pro stanovení principů a kritérií radiální ochrany. Odvozuje se od nich systém limitování dávek u pracujících i u obyvatelstva. Je dále základem pro léčební postupy a péči při poškození organismu ionizujícím zářením. V této oblasti je nutné se orientovat především při poskytování první pomoci, pokud dochází k nehodám na pracovišti.

Ozáření člověka může vyvolávat některé chorobné změny, které se projevují už v průběhu několika dnů či týdnů, jiné v průběhu několika let až desítek let. Proto rozlišujeme časně a pozdní následky ozáření a v posledních desítkách let bylo zavedeno i třídění, které se opírá o základní typy vztahu **dávky a účinku**.⁴⁸

Z hlediska vztahu dávky a účinku tedy rozlišujeme dva základní typy účinků.

4.2 Deterministické účinky ionizujícího záření

K deterministickým účinkům dochází při fatálním poškození ozářených buněk a projevují se po překročení tzv. „prahové dávky“, která je odlišná u jednotlivých orgánů, protože náchylnost buněk k poškození je různá. Deterministické účinky, které jsou taky označovány jako „nestochastické“, mají charakteristický klinický obraz a řadíme mezi ně:

- např. akutní nemoc z ozáření,
- intenzita projevů stoupá s dávkou (např. A, B),
- existence dávkového prahu,
- patogeneze: smrt buňky, deplece buněk.⁴⁹

⁴⁷ Státní ústav pro jadernou bezpečnost. *Stručný přehled biologických účinků záření*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni>

⁴⁸ Státní ústav radiální ochrany. *Biologické účinky ionizujícího záření*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/biologicke-ucinky-ionizujiciho-zareni>

⁴⁹ Státní ústav pro jadernou bezpečnost. *Stručný přehled biologických účinků záření*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni>

4.3 Stochastické účinky ionizujícího záření

Stochastické účinky jsou takové účinky ionizujícího záření, u kterých nevíme s jistotou určit, zda se po ozáření projeví. Projevují se tedy jen s nějakou pravděpodobností. Mezi takové účinky, vyvolanými mutacemi buněk, patří zvýšené riziko nádorových a dědičných onemocnění či poškození. S vyšší dávkou ozáření vzrůstá pravděpodobnost poškození, jsou závislé na dávce a klinický obraz těchto účinků je netypický, neodlišuje se od případů, které vznikají spontánně, jako jsou:

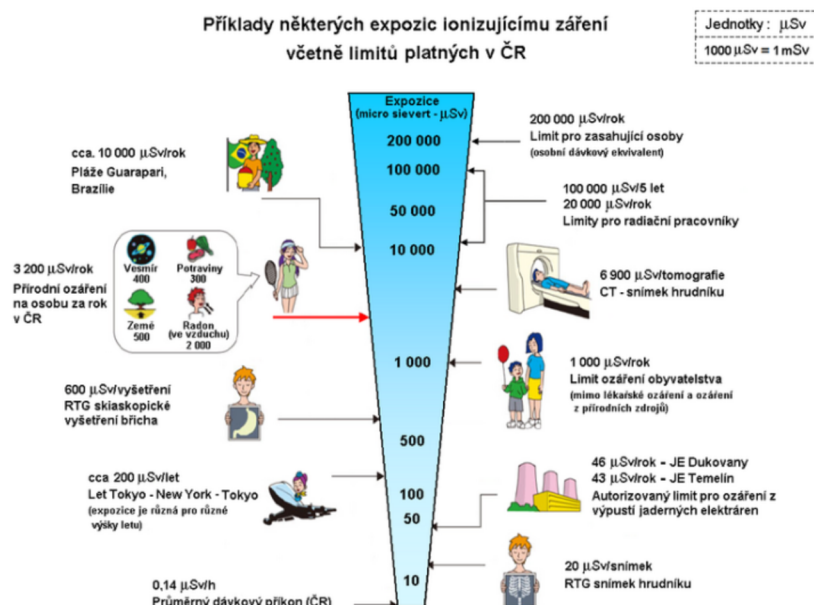
- zhoubné nádory,
- genetické změny,
- pravděpodobnost výskytu stoupá s dávkou,
- klinicky neodlišitelné od případů "spontánních",
- patogenese: mutace.

Stochastický charakter mají i dědičné důsledky ozáření, projevující se u potomstva ozářených osob. Účinky záření na lidský organismus tedy jsou:

- Akutní nemoc z ozáření,
- Akutní lokální změny,
- Poškození vyvíjejícího se plodu v těle matky,
- Nenádorová pozdní poškození,
- Zhoubné nádory,
- Genetické změny.⁵⁰

⁵⁰ Státní ústav radiační ochrany. *Biologické účinky ionizujícího záření*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/biologicke-ucinky-ionizujiciho-zareni>

Obrázek č. 3: Příklady některých expozic ionizujícího záření včetně limitů platných v ČR.



Zdroj: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologicky-ucinku-zareni>

4.4 Principy radiační ochrany a ochranná opatření

Obecné principy radiační ochrany jsou rozšířeny o stupně regulovatelnosti různých druhů ozáření a zásahů, na základě kterých, je určena vhodnost použití různých prostředků regulace. Je tedy účelné obecně rozlišovat tři druhy ozáření:

- **ozáření při práci** – zahrnuje zásadně ta ozáření, k nimž došlo při práci a jedná se tedy zásadně o důsledek práce,
- **ozáření lékařské** – kde se jedná především o ozáření osob, které jsou součástí vyšetřovacích a léčebných postupů na nich prováděných a týká se i ozáření dobrovolníků – neprofesionálů, kteří vypomáhají při vyšetřeních, dále návštěvníků pacientů a ozáření, ke kterému dochází při lékařských výzkumech,
- **ozáření obyvatel (obecné)**, kam patří všechna ostatní ozáření, jak z radioaktivních látek, záměrně uváděných do prostředí, tak z jaderných zařízení u nás i v zahraničí, či ze zdrojů zevního ozáření při pobytu v jejich blízkosti (v čekárně nemocnice, na ulici), při užití zdrojů ionizujícího záření

v rámci obecné školské výuky, ale i z radioaktivních látek nacházejících se v prostředí, kde probíhají pokusy s jadernými zbraněmi (provozovatelé uvádějí, že se jedná testování výrobků v rámci jejich výroby, která je zajišťována na principech radiační ochrany).

Ozáření obyvatel z přírodních zdrojů je nyní posuzováno jako ozáření trvalé, tedy *chronické*. Na ozáření při výkonu práce se ale požadavky radiační ochrany uplatňují. Při některých činnostech k ozáření jistě dochází. Vedle těchto „normálních“ ozáření může v rámci činností i zásahů dojít k neočekávanému ozáření v důsledku nehody či selhání přístrojů, ale i k mimořádné události. Ve všech případech je nutné přijmout opatření na ochranu zdraví osob.

Hodnotit ozáření osob ve většině aplikací, i při nehomogenním ozáření více orgánů a tkání, jako míry celkové újmy, pomohlo až zavedení veličiny *efektivní dávka*.⁵¹

Radiobiologickou veličinou pro stanovení obecných limitů rizika stochastických účinků na organismus je „efektivní dávka“. Určuje celkové poškození jednotlivých tkání lidského organismu různými druhy ionizujícího záření a je součtem součinů tkáňových váhových faktorů (při rozdílné radiosenzitivitě různých orgánů a tkání) a ekvivalentní dávky. Tkáňové váhové faktory vyjadřují podíl jednotlivých tkání a orgánů na celkovém riziku stochastického poškození, když je ozářené celé lidské tělo. Limity tkáňové ekvivalentní dávky mají při nebezpečí vyššího ozáření tkání, a to i při splnění limitů efektivní dávky, zabránit deterministickým účinkům. Jednotkou ekvivalentní dávky je 1 Sievert (Sv).⁵²

⁵¹ Státní ústav radiační ochrany. *Principy radiační ochrany*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany>

⁵² Státní ústav radiační ochrany. *Infrastruktura systému radiační ochrany*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany>

Při mimořádné události je z hlediska naléhavosti nutné zavést ochranná opatření, která jsou součástí havarijního plánu a havarijní připravenosti. Ochranná opatření dělíme na **neodkladná a následná**:

- **Neodkladná ochranná opatření** – varování a vyrozumění, monitorování, ukrytí, jodová profylaxe a evakuace obyvatel,
- **Následná ochranná opatření** – např.: regulace a kontrola používaných potravin a pitné vody, kontrola krmiv; přechodné či trvalé přesídlení obyvatelstva z kontaminovaného území atp.

Pokud je předpoklad, že efektivní dávka na celé tělo překročí v časovém horizontu dvou dnů 1 Sv, dochází k zavedení „neodkladných opatření“ při ochraně zdraví.

Neodkladná opatření postupně, s časovým odstupem od mimořádné události, ztrácejí význam a důležitá začínají být opatření následná.⁵³

4.5 Vnímání rizika jaderné mimořádné události obyvatelstvem

Obyvatelstvo v převážné míře vnímá všechna rizika jinak, než jaká doopravdy jsou a důsledkem takového osobního vnímání je, že pocit ohrožení a zájem o jakési informace, začneme uplatňovat až ve chvíli, když je nějaká hrozba reálná. V případě JE tato chvíle nastává při její výstavbě anebo při mimořádné události. V této chvíli se zajímáme jak o to, zda budou součástí JE chladicí věže, tak o havarijní plány a havarijní připravenost. Do té doby je u většiny obyvatel o tematiku jaderných zdrojů zájem minimální. Žijeme s tímto rizikem anebo se s ním žít učíme a někdy všechny obavy, z jakéhokoliv rizika, vědomě i podvědomě potlačujeme. V každé kritické situaci je velmi důležité, pro její úspěšné zvládnutí, aby osoba, která komunikuje s občany, byla důvěryhodná. A nejen osoba, ale i instituce, kterou zastupuje či do jaké sociální skupiny přísluší (zda jde o novináře anebo politika) a zda dokáže s obyvatelstvem srozumitelně komunikovat. V oboru radiační ochrany, je tato důvěryhodnost přímo nezbytná.

⁵³ KONEČNÝ Rudolf. *Radiační havárie jaderných JE a ochrana obyvatelstva*. HZS Moravskoslezského kraje. [online]. [cit. 14-02-2020], Dostupné z: <https://hzsmask.cz/sklad/prezentace/kraoo/4/ppt>

Část populace je ochotná se řídit názorem odborníku, ale část by řešení nejraději vzala do svých rukou a chránila se sama. To se často stává například u evakuačního procesu a celkově u přístupu, tedy ochoty obyvatelstva k uposlechnutí takových instrukcí.

Výsledky průzkumu, z roku 2013 jsou v otázce důvěry velmi zajímavé a je z nich patrné, že největší důvěru u populace mají především odborníci na zdravotní rizika a překvapivě tisk a nejmenší političtí představitelé či místní samosprávy a energetici. Krizová komunikace a její efektivita jsou založeny na předvídavosti, přípravě a procvičování. Je to věda, která je propojena s mnoha dalšími vědami, či už psychologií, neurologií anebo se sociologií. Krizová komunikace by měla být realizována před vznikem samotné krizové situace. I tím se buduje a upevňuje důvěra obyvatelstva. Je nutné občanům vysvětlit zásady radiační ochrany, a přitom respektovat i kulturní rozdíly vrstev obyvatelstva.

Do zásad komunikace v první fázi radiační havárie patří: *Bud' první, Bud' přesný, Bud' přesvědčivý* a tzv. „CCO“ (compassion, conviction, optimism) – soucit, přesvědčení, naděje, 27 slov/9 sekund/3 sdělení. Informace mají být jednoduché a krátké.⁵⁴

Bohužel, jedno z takových doporučení se v současné době skutečně objevuje na našich internetových portálech a vzhledem k mezinárodní situaci přebíjí i taková témata, jako jsou ekonomika, bezpečnost potravin či zdravý životní styl. Téměř v přímém přenosu se v současné chvíli odehrává téma této diplomové práce.

⁵⁴ Petrová, K. Fojtíková, I. *Komunikace s veřejností v průběhu a po radiační havárii*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/vyzkum/vysledky/strategie-rizeni-napravy-uzemi-po-radiacni-havarii/seminar1/komunikace%20s%20MEDII%20Petrova.pdf>

5 Terorismus a jaderná zařízení

Terorismus je násilné jednání určité skupiny lidí, která prosazuje dosažení svých cílů a názorů zastrašováním, vyhrožováním a útoky především na civilní cíle, aby co nejvíce vystrašili obyvatelstvo a způsobili co největší újmu, vyvolali co největší strach. V dnešní době a pokroku v oblasti informačních médií se tyto hrozby a útoky šíří neuvěřitelně rychle a terorismus je velmi vážným společenským problémem, nejen ten na národní, ale i ten na mezinárodní úrovni. Zatím je možné za nejničivější teroristický útok považovat útok na několik budov a zařízení v USA v září roku 2001. Napadeny letadly byly obě budovy Světového obchodního centra – World Trade Center v New Yorku či Pentagonu ve Virginii. Zahynulo téměř tři tisíce lidí.

Terorismus je obtížně řešitelný a určitě se ho nepovede zcela potlačit ani v dohledné době. Bojovat se s ním ale musí nekompromisně, a to všemi prostředky, které jsou dostupné. Společnost se musí připravit na nové hrozby současnosti, kdy může dojít k tomu, že zbraně hromadného ničení teroristé zneužijí. Jedná se o tyto bezpečnostní hrozby:

- Jaderný terorismus,
- Radiologický terorismus,
- Chemický terorismus,
- Biologický terorismus.⁵⁵

S problematikou stále častějších teroristických útoků vystává i možnost zaútočení teroristů na JE či jiná jaderná zařízení, kromě toho, že by byly použity zbraně jaderné. I když podle odborníků v současné chvíli bezprostřední hrozba takového útoku neexistuje, stát se může cokoliv a boji proti terorismu je věnována velká pozornost.

Dnešní vývoj terorismu je dost dramatický. Zvýšil se jeho význam, a to hlavně z toho důvodu, že následky takového útoku ohrožují stále vyšší počet eventuálních nevinných obětí a bojovat proti němu je velmi obtížné.

⁵⁵ Otakar J. Mika, Lubomír Polívka, Milan Říha, Jozef Sabol, Miloš Zeman. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení*. 1.vyd. PA ČR v Praze, leden 2021. ISBN 978-80-7251-511-0. s. 67. [cit. 14-02-2022]

Terorismus je dnes opravdu významnou bezpečnostní hrozbou. K těmto útokům je zapotřebí intenzivní příprava při výběru vhodných cílů, při zhotovení taktických plánů a při zajištění materiálního vybavení k jejich provedení, takže je možné tuto činnost vypátrat podle určitých stop, které po sobě zanechává. Odhalení záměrů teroristů a následné zamezení vlastního útoku je ale obtížné a jde o závažný celosvětový bezpečnostní problém.

Otázkou terorismu se zabývá Organizace spojených národů (dále jen „OSN“), kde existuje řada komisí či orgánů, které se touto problematikou zabývají dlouhodobě. V rámci OSN byl specializovanými orgány zřízen a vytvořen systém mezinárodních dohod, úmluv a konvencí, které představují základní právní nástroje pro boj s terorismem na mezinárodní úrovni. Takovými specializovanými orgány OSN, které byly v právní sféře vytvořeny jsou například Mezinárodní úřad pro atomovou energii, Organizace pro civilní letectví, Mezinárodní námořní organizace a další. Významnými mezinárodními organizacemi zabývajících se touto problematikou jsou i Evropská unie, Organizace pro bezpečnost a spolupráci v Evropě, Severoatlantická aliance a další. Terorismem se zabývají globální mezinárodní organizace, ale pozornost jim věnují i menší mezinárodní regionální organizace. OSN i nadále intenzivně pracuje na dokončení významných mezinárodních dohod a všeobecných úmluv o boji proti mezinárodnímu terorismu. K hrozbám, které vyžadují mezinárodní spolupráci patří i zastrasování terorismem a ohrožování hospodářského vývoje.⁵⁶

Události z 11. září 2001 ve Spojených státech ukázaly, že kdyby teroristé použili jaderné, chemické anebo biologické zbraně, měl by útok daleko rozsáhlejší a ničivější následky. Mezinárodní organizace a její Valná hromada na tuto skutečnost reagovala a v roce 2002 přijala rezoluci o opatřeních, která mají teroristickým skupinám zabránit v přístupu jak ke zbraním hromadného ničení, mezi které samozřejmě patří jaderné či atomové zbraně, tak i k jejich nosičům. V tom samém roce byl zahájen Globální program proti terorismu na úrovni OSN

⁵⁶ Otakar J. Mika, Lubomír Polívka, Milan Říha, Jozef Sabol, Miloš Zeman. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení*. 1.vyd. PA ČR v Praze, leden 2021. ISBN 978-80-7251-511-0. s. 75, 222, 223. [cit. 14-02-2022].

a hned v prvním roce poskytl právní a technickou pomoc mnoha zemím při zavádění protiteroristických opatření.

V České republice je boj proti terorismu zpravidla v působnosti Ministerstva vnitra České republiky, Policie České republiky a zpravodajských služeb České republiky. Ministerstvo vnitra je rovněž gestorem řešení krizových situací spojených s terorismem či obdobných událostí, které by mohly ohrozit veřejný pořádek na území České republiky. Do boje proti terorismu jsou zapojeny všechny policejní složky a zpravodajské a informační služby, i když na našem území dosud nedochází k nějakým projevům terorismu, a to či už domácího nebo mezinárodního. Této problematice je potřeba se věnovat i z důvodů preventivních.⁵⁷

5.1 Odolnost jaderných zařízení proti takovým útokům

Ochrana jaderných elektráren, především ta fyzická, je pro stát velmi významná, protože se jedná o strategickou kritickou infrastrukturu. Samozřejmě prochází úpravami či změnami, které se dělají na základě pravidelného hodnocení zabezpečovacích prvků tak, aby držely krok s nejnovějšími poznatky světové praxe a byly s nimi srovnatelné.

Jaderná elektrárna je již v rámci projektování navržena tak, aby její odolnost proti jakémukoliv útoku byla zajištěna jak fyzickou, tak i kybernetickou ochranou. Budovy elektrárny a jejich konstrukce jsou odolné a počítá se při jejich projektování například i s možným pádem letadla. Rovněž jiná jaderná zařízení, třeba výzkumné reaktory, ponorky na jaderný pohon, závody na obohacování uranu, sklady vyhořelého jaderného paliva či zdravotnická zařízení je nutné chránit proti útokům, při kterých by mohly docházet k úniku radioaktivních látek a ionizujícího záření, a mohly by tak ohrozit jak osoby pohybující se v jednotlivých zařízeních, tak životní prostředí. Všechny jaderný materiál je pod přísným dohledem různých odborných institucí, a to především z důvodu možného zneužití, a též proto, aby se v co nejvíce zamezilo jeho zneužití třeba k výrobě tzv. špinavé bomby.

⁵⁷ Otakar J. Mika, Lubomír Polívka, Milan Říha, Jozef Sabol, Miloš Zeman. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení*. 1.vyd. PA ČR v Praze, leden 2021. ISBN 978-80-7251-511-0. s. 76, 78. [cit. 14-02-2022]

Sto procentní bezpečnost, či už auta, lodě anebo letadla nám nemůže zaručit žádný konstruktér a stejně je tomu tak i u jaderných elektráren. Bohužel nikdy nelze vyloučit selhání člověka, třeba obsluhy jaderné elektrárny, technickou závadu či selhání počítačové techniky a v neposlední řadě nelze vyloučit ani nešťastnou náhodu nebo teroristický útok.⁵⁸

Z hlediska zabezpečení patří jaderné elektrárny mezi tzv. „tvrdé cíle“ a pro útočníky není jednoduché prolomit prvotní bariéru ochranných mechanismů. I kdyby jí ale zdolal, mají tyto bariéry útočníka jen zpomalit, to je jejich hlavní cíl do té doby, než se aktivují vyšší stupně ochrany a zabezpečení.

V jaderných zařízeních by měla, a u nás v České republice se tak pravidelně již od roku 2010 děje, probíhat havarijní cvičení „ZÓNA“, během kterých složky integrovaného záchranného systému spolu s provozovateli jaderných elektráren prověřují jejich ochranu vůči různým hrozbám, tedy i vůči hrozbě teroristického útoku. Naposledy probíhalo havarijní cvičení v Jihočeském kraji, v jaderné elektrárně Temelín, a to v roce 2019, kde byla simulovaná RMU při přerušení elektrického napájení, kdy došlo ke ztrátě chladiva primárního okruhu a k poškození reaktoru prvního bloku JE.⁵⁹

Odvracením simulovaného útoku kamionu a letadla vrcholilo cvičení Safeguard Temelín 2017. Armáda i policie nacvičovala při něm obranu elektrárny před pozemním i vzdušným útokem teroristické skupiny. Čtyři dny zde cvičilo 200 vojáků, policistů a specialistů ČEZ. Námětem pro cvičení byl předvánoční teroristický útok nákladním autem v Berlíně, kde terorista najel do lidí pohybujících se na pěší zóně, kde se konaly každoroční vánoční trhy.⁶⁰

Teroristických útoků na jaderná zařízení může být několik. Může dojít k útoku ze vzduchu, tedy leteckému, k útoku pozemnímu anebo kybernetickému.

⁵⁸ *Odolnost jaderných zařízení proti útoku.* [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 23. 12. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Odolnost_jadern%C3%BDch_za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_proti_%C3%BAtoku

⁵⁹ *ZÓNA 2019. Reportáž z havarijního cvičení ZÓNA.* SÚJB, 2019. [online]. [cit. 07-03-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/krizove-rizeni/reportaze-z-havarijnich-cviceni-zona/zona-2019>

⁶⁰ *Nácvik obrany Temelína ‚teroristé zaútočili na jadernou elektrárnu, použili nákladák i letadlo‘.* iROZHLAS.cz, 11. 4. 2017. [online]. [cit. 11-02-2022]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/nacvik-obrany-temelina-teroriste-zautocili-na-jadernou-elektrarnu-pouzili-nakladak-i-letadlo_201704111554_pjadrny

Pozemní útoky

S ochranou proti vlivu třetích osob je počítáno už při projektování jaderné elektrárny. Jsou zde navrženy systémy fyzické ochrany a bezpečnostní systémy, které mají zabránit poškození aktivní zóny reaktoru a úniku radioaktivity. Všechny systémy jsou zálohovány a prostorově různě lokalizovány a tím samým způsobem je zajištěno i jejich náhradní napájení. Kromě ozbrojených členů ostrahy se na zajištění bezpečnosti podílejí i speciální jednotky policie ČR, které byly v poslední době posíleny navýšením počtu členů a vybavení modernější technikou. Mezi prvky fyzické ochrany patří například dvojitý žiletkový plot s nášlapnými deskami mezi ploty, bezpečnostní kamery či turnikety s číselným nebo biometrickým ověřením.⁶¹

Letecké útoky

Po vyšetřování událostí z 11. září 2001 uvedla komise, která se útokem zabývala, že jaderné elektrárny byly jedním z uvažovaných cílů při teroristických útocích. Protože již v minulosti projekty jaderných elektráren s pádem letadla počítaly, využívají projekty nové stále více pasivních bezpečnostních systémů, které budou schopné uvést zařízení do bezpečného stavu, a to i bez dodávky elektrické energie. Odolnost proti pádům letadla zvyšuje také zálohování důležitých systémů.

Kybernetické útoky-kyberterorismus

S kybernetickým terorismem se bohužel v dnešní době musí počítat a v mezinárodním měřítku k němu může v jaderných elektrárnách dojít. Podstatou takového útoku je, že různé skupiny globálního terorismu mohou využívat pro teroristické cíle informační a komunikační technologie a následně je aplikovat.⁶²

V roce 2010 bylo kyberneticky napadeno jaderné zařízení v Iránu počítačovým virem Stuxnet, který vyřadil z provozu odstředivky v závodu na obohacování uranu. Šlo o velmi komplexní vir, který byl pravděpodobně vytvořen ve spolupráci Spojených států (dále jen „USA“) s Izraelem, a to za účelem

⁶¹ Odolnost jaderných zařízení proti útoku. [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 23. 12. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Odolnost_jadern%C3%BDch_z%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_proti_%C3%BAtoku

⁶² Otakar J. Mika, Lubomír Polívka, Milan Říha, Jozef Sabol, Miloš Zeman. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení*. 1.vyd. PA ČR v Praze, leden 2021. ISBN 978-80-7251-511-0. s. 60, 61, 62, 63, 67. [cit. 14-02-2022].

napadení iránského nukleárního programu. Zabezpečení bezpečnostních a řídicích systémů jaderných elektráren proti kybernetickým útokům se v praxi realizuje tak, že řídicí systémy reaktoru jsou s vnější sítí propojeny optickým kabelem, na jehož konci je pouze přijímač. Tím je z fyzikálního hlediska znemožněno, aby došlo k napadení těchto systémů.

Vojenské útoky

Jaderná zařízení byla v minulosti cílem v několika vojenských konfliktech: V roce 1980, 30. září, provedlo iránské letectvo, během iránsko-irácké války, překvapivý nálet na jaderné výzkumné zařízení Al Tuwaitha v Iráku. Při náletu došlo k poškození jaderného reaktoru.

Za rok, v červnu 1981, bylo při operaci izraelského letectva Opera zničeno irácké jaderné výzkumné zařízení v Osiraku.

V letech 1984 až 1987 Irák byla jaderná elektrárna Búšehr v Iránu šestkrát bombardována Iráckým vojskem.

I v roce 1991, během války v Perském zálivu, bylo americkým letectvem bombardováno obohacovací zařízení a tři jaderné reaktory v Iráku. V tom samém roce byly při iráckých raketových útocích na Izrael a Saúdskou Arábii, vypáleny rakety na izraelskou jadernou elektrárnu Dimona.

V září 2007 bombardoval Izrael syrský jaderný reaktor, který byl ve výstavbě, a to v provincii Deir ez-Zor.⁶³

V České republice jsou jaderné elektrárny kritickou infrastrukturou státu, proto by se v případě hrozby vojenského konfliktu na jejich ochraně ještě ve větší míře podílela armáda ČR, a to i s využitím protiletectvých, protiraketových a dalších zbraní.

Sabotáže

Útoky tzv. insiderů, čili osob uvnitř daného objektu, patří mezi nejnebezpečnější typy útoků, protože tito lidé mají přístup a znalosti o technologii a dobře znají místo, na které útočí. Jedním z příkladů může být požár z roku

⁶³ *Odolnost jaderných zařízení proti útoku.* [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 23. 12. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Odolnost_jadern%C3%BDch_za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_proti_%C3%BAtoku

1971 v Indian Point Energy Center, který způsobil škody přibližně okolo 5–10 milionů dolarů. Pozdějším vyšetřováním bylo zjištěno, že útočníkem (žhárem) byl pracovník údržby závodu. Dalším z příkladů je rok 1998, kdy se skupina pracovníků jednoho z ruských jaderných zařízení pokusila ukrást 18,5 kg vysoce obohaceného uranu. Pro snížení rizika proniknutí tohoto insidera do jaderného zařízení podstupují pracovníci jaderných elektráren psychotesty a bezpečnostní prověrky. V zařízeních jsou také zřízeny tzv. životně důležité prostory, kde se pracovníci mohou pohybovat pouze s doprovodem. Pokud by se v jaderné elektrárně takový insider přeci jen objevil, zajistí její bezpečnost konzervativní projekt elektrárny-redundance a fyzická separace důležitých systémů. Dále pak například stabilní hasicí zařízení, elektronická požární signalizace (EPS) a prvky fyzické ochrany.⁶⁴

5.2 Stupně fyzické ochrany JE při teroristických útocích

Fyzická ochrana jaderných elektráren je rozdělena do 4 stupňů, které dělíme následovně:

- Stupeň 0 – je základním stupněm, který není samostatně vyhlášen,
- Stupeň 1 – zvýšená bdělost při zhoršené bezpečnostní situaci,
- Stupeň 2 – neurčené riziko vůči ČR, v blízkosti jaderných elektráren je prováděn intenzivní monitoring okolí,
- Stupeň 3 – vysoká pravděpodobnost teroristického útoku na území ČR, v souladu s kroky vlády a bezpečnostních složek ČR. Jedná se o nejvyšší stupeň bdělosti a pohotovosti. Prostory JE se uzavírají.⁶⁵

⁶⁴ *Odolnost jaderných zařízení proti útoku.* [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 23.11. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Odolnost_jadern%C3%BDch_z%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_proti_%C3%BAtoku

⁶⁵ *Ohrožení terorismem má své stupně.* Obkjedu.cz, 18. 2. 2016. [online]. [cit. 07-03-2022]. dostupné z: <https://www.obkjedu.cz/zaujalo-nas/ohrozeni-terorismem-ma-sve-stupne/>

6 Míra skutečného nebo reálného rizika

Jaderná energie a její využití pro výrobu jaderných zbraní je již přes sedmdesát let nebezpečnou realitou, s kterou se svět potýká. Zbraně hromadného ničení, mezi které se jaderné zbraně řadí, jsou i nadále reálnou hrozbou, která nás děsí, a která ovlivnila, a nadále ovlivňuje vzájemné vztahy mezi mnohými státy i jednotlivými vojenskými a politickými bloky.

Možná i právě proto odborníci, kteří se touto problematikou dlouhodobě zabírají a mají hodně zkušeností, společně vypracovali pomyslný katastrofický scénář, ve kterém se promítá jak aktuálně narůstající mezinárodní napětí, tak některé vojenské konflikty, které by mohly vyústit v jadernou válku. Vycházeli i ze svých odborných znalostí jaderných zbraní. Svými myšlenkovými experimenty stimulovali odborné diskuse na téma různých faktorů, kterých kombinace by mohla vést k takovým událostem s katastrofickým koncem a věnují se jí podrobněji v monografii „Ochrana před zbraněmi hromadného ničení v České republice.“

Za zásadní spouštěcí faktor ve svém scénáři představili místní konflikt, který postupně přeroste z používání klasických zbraní, do použití zbraní jaderných, který by dále rychle eskaloval v neomezený střet několika jaderných mocností. Vycházeli přitom samozřejmě ze současných znalostí mezinárodní politiky i mezinárodního práva. V monografii rovněž upozorňují na skutečnost, že použití jaderných zbraní není zakázáno žádnými mezinárodními smlouvami ani konvencemi.⁶⁶

⁶⁶ Otakar J. Mika, Lubomír Polívka, Milan Říha, Jozef Sabol, Miloš Zeman. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení*. 1.vyd. PA ČR v Praze, leden 2021. ISBN 978-80-7251-511-0. s. 220. [cit. 14-02-2022].

Terorismus a jaderné zbraně

Možnost propojení zbraní hromadného ničení s terorismem je rovněž realitou a s jejich stále častějším zneužíváním musí naše společnost počítat, i když se v současné chvíli jeví relativně nízká. Příklady o tom, že takové zbraně jsou v rukou teroristů, bohužel, existují. V roce 1994 a 1995 byl ve dvou japonských městech použitý tekutý jed sarin, po kterém například v Tokijském metru zemřelo 12 lidí, mnozí cestující byli vážně zasaženi a tisíce lidí potřebovalo lékařské ošetření. Zde se jednalo o použití chemické zbraně, která může způsobit úmrtí velkého počtu lidí.

Zbraně hromadného ničení, které jsou zvláštní kategorií zbraní, jsou schopny hromadně zabít a způsobit rozsáhlé škody. Počítají se mezi ně zbraně jaderné, radiologické, chemické a biologické. Str. 20 Jedná se o nejvíce nelidské zbraně ze všech a všechny již byly v minulosti či už připraveny k použití v boji anebo použity. K jejich zdokonalování se v mnoha vyspělých zemích věnoval armádní výzkum, a to velmi intenzivně, a mnohé země je ve svém arzenálu mají zavedené.⁶⁷

Celý svět prošel na sklonku 20. století několika etapami vědeckotechnického pokroku, modernizací a automatizací v průmyslové sféře, rychlým vývojem počítačové techniky, a tak je možnost zneužití zbraní hromadného ničení velmi vysoká a celá společnost je ohrožována mnohými bezpečnostními riziky, která se v tomto období objevila.

Nevyváženost světa v celém spektru odvětví, rozdílnost mnoha kultur a jejich životní úrovně, přírodní katastrofy, živelní pohromy a problémy se znečišťováním životního prostředí, vojenské konflikty, občanské války a mnohé nepokoje, významná migrace z afrického kontinentu či blízkého východu a mnohé další aspekty nás nutí zamyslet se nad budoucností lidské společnosti v celosvětovém, tedy v globálním měřítku. Tomu samozřejmě napomáhá technická vyspělost a vědecký pokrok, který nelze zastavit.

⁶⁷ Otakar J. Mika, Lubomír Polívka, Milan Říha, Jozef Sabol, Miloš Zeman. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení*. 1.vyd. PA ČR v Praze, leden 2021. ISBN 978-80-7251-511-0. s. 21. [cit. 14-02-2022].

Následky a dopady využití jaderné energie způsobem, který byl již vyzkoušen na japonském obyvatelstvu na konci 2. světové války při použití atomové bomby všichni známe. Víme, jaké byly následky na lidských životech i na životním prostředí. V současné moderní době může mít rychlý vědecký pokrok, vývoj nových technologií a vynálezů či řada převratných objevů za následek to, že můžou být zneužity při vývoji nových zbraní hromadného ničení, včetně těch jaderných, a dopady jejich použití by byly katastrofální.

Jaderné mocnosti, které jsou známé již z doby 2. světové války či krátce po ní, uzavřely mezinárodní dohody o nešíření jaderných zbraní, ale kromě těchto základních mocností, kam se řadí USA, Rusko, Spojené království, Francie a Čína, vlastní jaderné zbraně i země, které takovou dohodu podepsat odmítly. Mezi tyto země se řadí Izrael, Indie, Pákistán a v neposlední řadě Severní Korea.

U posledně uvedených zemí se považuje vlastnictví jaderných zbraní za velmi nebezpečné právě s ohledem na časté vojenské konflikty, které například vznikají mezi Indií a Pákistánem a kde přetrvává i politické napětí. Bezpečnostní hrozby v oblasti jaderných zbraní jsou značné, a lidstvo se tzv. „jaderního prokletí“ prozatím nezbavilo.⁶⁸

Zbraně hromadného ničení a jejich šíření se řadí mezi nejzávažnější bezpečnostní rizika na světě a jsou hlavní bezpečnostní výzvou tohoto století.

V České republice se bezpečnostní strategii věnuje řada věhlasných odborníků již desítky let. Analyzují a vyhodnocují bezpečnostní hrozby a jejich práce jsou hlavním podkladem k tomu, abychom se mohli připravit na možné nebezpečí dostatečně, a tím zmírnit nepříznivé dopady. To potvrzuje a vystihuje i výrok paní Dany Drábové, která v jednom z rozhovorů na téma jaderné bezpečnosti řekla, že kdybychom měli reagovat na bezpečnostní hrozby až na základě toho, co se přihodilo ve světě, tak by asi někdo nebyl na svém místě.

Současné hrozby, jak je uvedeno ve státním dokumentu „Bezpečnostní hrozby v České republice z roku 2015“, jsou následující:

⁶⁸ Otakar J. Mika, Lubomír Polívka, Milan Říha, Jozef Sabol, Miloš Zeman. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení*. 1.vyd. PA ČR v Praze, leden 2021. ISBN 978-80-7251-511-0. s. 16, 17, 18, 39. [cit. 14-02-2022].

- Oslabování mechanismu kooperativní bezpečnosti i politických a mezinárodně-právních závazků v oblasti bezpečnosti;
- Nestabilita a regionální konflikty v euroatlantickém prostoru a jeho okolí;
- Terorismus;
- Šíření zbraní hromadného ničení a jejich nosičů;
- Kybernetické útoky;
- Negativní aspekty mezinárodní migrace;
- Extremismus a nárůst interetnického a sociálního napětí;
- Organizovaný zločin, zejména závažná hospodářská a finanční kriminalita, korupce, obchodování s lidmi a drogová kriminalita;
- Ohrožení funkčnosti kritické infrastruktury;
- Přerušení dodávek strategických surovin nebo energie;
- Pohromy přírodního a antropogenního původu a jiné mimořádné události.⁶⁹

⁶⁹ Otakar J. Mika, Lubomír Polívka, Milan Říha, Jozef Sabol, Miloš Zeman. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení*. 1.vyd. PA ČR v Praze, leden 2021. ISBN 978-80-7251-511-0. s. 19. [cit. 14-02-2022].

7 Havárie v jiných průmyslových odvětvích

V mnoha průmyslových odvětvích, například v chemickém, strojnickém či báňském, dochází k nehodám a haváriím, které mají za následek jak úmrtí mnoha osob, tak značné škody na majetku, a především poškození či znečištění životního prostředí. To se týká hlavně průmyslu chemického, který vyrábí materiály potřebné pro řadu dalších průmyslových oborů. V České republice, či bývalém Československu, bylo takových nehod i v poválečném období, tedy již v době technicky vyspělejší, neuvěřitelně mnoho. A v celé naší historii jich bylo téměř sto.

Samozřejmě, řada tragických nehod doprovází toto odvětví již od jeho vzniku a nedostatečné bezpečnostní předpisy a absence efektivních preventivních opatření měly za následek úmrtí mnoha desítek a stovek lidí. Značně „černé období“ naší novodobé historie, co se týká havárií, nehod a nešťastných událostí v chemickém průmyslu, bylo na přelomu sedmdesátých a osmdesátých let, ale ani současná bilance není moc povzbudivá.

Určitě nastal posun k lepšímu jak v otázce bezpečnostních opatření, tak v nastavení preventivních opatření při ochraně obyvatelstva a jejich majetku i ochraně životního prostředí. V tomto odvětví jde totiž mnohdy o velmi početná úmrtí a nebezpečná zamoření větších ploch území či velkému poškození životního prostředí a kontaminace půdy.

Zde jsou uvedeny některé z těch tragičtějších nehod a havárií, které určitě vnímalo i obyvatelstvo naší země a na jejichž základě snad tento posun nastal.

7.1 Havárie v chemickém průmyslu České republiky

Litvínov – Záluží – rok 1974

Z těch nejtragičtějších z této doby je nutno vzpomenout na havárii z roku 1974, která se stala v chemickém závodě v Záluží poblíž Litvínova, kde v zrezlém potrubí došlo k úniku vysoce hořlavé látky etylen. Výpary z potrubí, které nebylo daleko od pece v provozu a ve které hořelo, byly okamžitě zažehnuty plamenem a došlo k ohromnému výbuchu, který se podle expertů rovnal síle 25 tun TNT. Došlo k obrovskému požáru, který zničil velkou část podniku, a který se snažilo čtyři dny uhasit na 200 hasičů.

Výbuch okamžitě usmrtil 15 pracovníků chemičky a další dva zemřeli na následky rozsáhlých popálenin v nemocnici. Ošetřeno muselo být přes 120 lidí. Tlakovou vlnou bylo zničeno na 300 objektů a některé byly až osm kilometrů daleko od místa exploze. Škody byly vyčísleny na miliardy korun.

Pardubice – Semtín – rok 1984

V pardubickém závodě Semtín došlo k dalšímu z neštěstí, kdy při neopatrné manipulaci zaměstnanců s nakládacím vozíkem došlo k přeskočení jiskry ve skladě se střelným prachem a okamžitě následovala ohromná exploze, po které zůstal jen kráter. Tlaková vlna byla tak velká, že v Pardubicích, a i v blízké Chrudimi došlo k vybití skla v oknech budov. Bylo usmrceno pět osob a na dvě stě lidí utrpělo zranění.⁷⁰

Litvínov – Chemopetrol – rok 1996

V listopadu 1996 došlo ke vzplanutí tankovišť benzínu v rafinerii Chemopetrol, kdy na potrubí došlo k havárii a následně díky statické elektřině k ohromnému požáru, při kterém zasahovalo přes tisíc hasičů z celé České republiky a 36 z nich se zranilo. Při havárii došlo k úniku velkého množství paliva i nebezpečných toxických látek (tetraethylolovo).

Neratovice – Spolana – rok 2002

Při rozsáhlých a katastrofálních povodních na řece Labe a Vltavě v roce 2002 došlo k několika únikům značného množství chlóru (desítky tun) a dalších jedovatých látek ze skladů neratovické Spolany. Škody byly přes jednu miliardu korun.

Pardubice – Semtín – rok 2011

V areálu závodu Synthesie se stala tragická nehoda, kdy v důsledku výbuchu trhaviny přišli o život čtyři zaměstnanci a devět osob bylo zraněno. Výbuch byl tak devastující, že rozmetal na několik desítek metrů železobetonový bunkr. Škoda byla přes šedesát milionu korun.

⁷⁰ *Nejhorší tragédie od 70 let, průmyslové havárie stály životy mnoha desítek Čechů.* Deník.cz, 22. 3. 2018. [online]. [cit. 11-02-2022]. Dostupné z: https://www.denik.cz/z_domova/nejhorsi-tragedie-od-70-let-prumyslove-havarie-staly-zivot-mnoha-desitek-cechu-20180322.html

Kralupy nad Vltavou – Unipetrol – rok 2018

V areálu společnosti Synthos v Kralupech nad Vltavou, kde došlo k explozi při čištění odstavené nádrže České rafinérské společnosti, zahynulo šest lidí a dva pracovníci byli zraněni. Zasažovalo zde osm jednotek hasičů a byl aktivován traumaplán v nemocnici na Vinohradech.⁷¹

7.2 Chemická havárie v zahraničí

Bhópálská katastrofa

Je největší známou průmyslovou (chemickou) havárií v historii. Katastrofa se udála v noci z 2. na 3. prosince 1984 ve městě Bhópál (Indie). Během tří dnů od havárie zemřelo v Bhópálu a jeho okolí přibližně 8 000 lidí, do dnešního dne je to okolo 25 000 lidí a celkově bylo zasaženo neskutečných 520 000 lidí.

Chemická továrna (na pesticidy) patřila americké společnosti Union Carbide. Během havárie uniklo 42 tun methylisokyanátu (MIC – vysoce toxická látka), kyanovodíku a spousty dalších nebezpečných látek, které ohrožují a poškozují zdraví lidí. Obrovské chyby byly uskutečněny již při výstavbě továrny, která byla postavena a provozována za co nejmenších nákladů. Náklady na výstavbu byly o 8 milionu dolarů nižší, než na výstavbu identické továrny v Západní Virginii (USA).

Pro stavbu byla použita běžná ocel místo nerezové oceli, která byla doporučena, chladicí systém MIC byl odstaven (i když je známo, že MIC je nutné chladit, protože jeho teplota varu je pouhých 39,5 °C), pračka plynů byla mimo provoz, spalovací věž vyžadovala opravu (ta nebyla nikdy provedena), měřící zařízení nebyla kalibrována, MIC bylo skladováno v obrovských nádržích (aby jich bylo potřeba co nejméně a díky tomu se ušetřily peníze) a také bylo propojeno s jinou jednotkou, což bylo v rozporu s předpisy, počet zaměstnanců byl poloviční (z čehož vyplývá, že o polovinu méně lidí dohlíželo na bezpečnost provozu továrny), společnost ignorovala zprávu týmu inženýrů, podle které existovalo nejméně 30 nebezpečných oblastí v továrně (z nichž 11 bylo přímo v části

⁷¹*Nejhorsí tragédie od 70 let, průmyslové havárie stály životy mnoha desítek Čechů.* Denik.cz, 22. 3. 2018. [online]. [cit. 11-02-2022]. Dostupné z: https://www.denik.cz/z_domova/nejhorsi-tragedie-od-70-let-prumyslove-havarie-staly-zivot-mnoha-desitek-cechu-20180322.html

továrny, kde se vyráběl a skladoval smrtelně jedovatý MIC). Všechna tyto pochybení poté vedla nevyhnutelně ke katastrofě, která bohužel i nastala.⁷²

7.3 Havárie v báňském průmyslu

Hornictví je z pohledu historie již velmi staré odvětví, kde se člověk či lidstvo jako takové, snažilo a nadále usiluje, získat přírodní bohatství z útrob země ve svůj prospěch, ač už jde o uhlí, rudu, drahé kovy či drahokamy. Historie rovněž eviduje, dovolím si odhadnout, stovky, možná až tisíce událostí, které skončily neštěstím, často až katastrofálním. Mnoho horníků přišlo při těchto mimořádných událostech o život a s rozvojem průmyslu v 19. století se začaly, i díky nim, měnit bezpečnostní předpisy, ale i vyvíjet technika používaná v dolech a vybavení horníků. Důlní katastrofy tak paradoxně přispěly k tomu, že se odborníci i majitelé dolů v té době, začali zamýšlet nad bezpečnostními pravidly, která měly ochránit životy horníků a zároveň položili základy k báňskému záchranářství.

Příbram-Březové Hory – rok 1892

Jednou z takových katastrof, která obletěla svět a která odhalila, jak je nebezpečné pro horníky pracovat pod zemí, pokud nemají dostatečné vybavení a nemají dostatek zkušeností s touto prací, je ta, která se udála v Příbrami na Dole Marie v květnu roku 1892. Ten byl ale jedním z nejmodernějších rudných dolů tehdejší doby.

Díky tehdy platným předpisům, ale rovněž nedbalosti jednoho z horníků, který při vyfárání odhodil hořící knot, když jej měnil za nový, na podlahu a ten bohužel zapálil zbytky dřevěného obložení, díky nešťastnému rozhodnutí vedoucího pracovníka, který však postupoval v souladu s tehdejšími předpisy, došlo k rozsáhlému neštěstí, při kterém zahynulo 319 horníků a zůstalo po nich asi 994 sirotků, z toho 33 pohrobků. Ze začátku nikdo nevěděl, co se vlastně stalo a jak k takovému požáru mohlo dojít. Pod tíhou „černého“ svědomí se původce neštěstí přiznal a následně ve vězení zemřel na mrtvici.⁷³

⁷² Bhópálská katastrofa. [online]. [cit. 21-02-2022] Poslední aktualizace 10. 10. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bhópálská_katastrofa

⁷³ Největší důlní neštěstí v Česku. [online]. [cit. 13-02-2022]. Poslední aktualizace 13. 6. 2021. Dostupné z: <https://zoommagazin.iprima.cz/historie/nejvetsi-dulni-nestesti-v-cesku>

Karviná – Doly Jan a Františka – rok 1894

Jen o dva roky později došlo na těchto dolech k několika explozím metanu, který se pod zemí přirozeně vyskytuje, a poté, během komplikovaných záchranných prací k výbuchům dalším. Zahynulo zde 235 lidí, a i toto neštěstí otřásl celým světem. A tak, jak už to chodí, že to zlé je i k něčemu dobré, přičinila se havárie v dolech Jan a Františka k posunu ve vývoji bezpečnosti práce a rozvoji dýchacích přístrojů, které by zajistily bezpečnější průběh záchrany lidí pracujících pod zemí.

Osek u Duchcova – Důl Nelson III – rok 1934

Příčinou třetího největšího důlního neštěstí na našem území v Oseku u Duchcova byl výbuch uhelného prachu. Ohromná exploze otřásla celým městem a lámala lednový led pod bruslaři na rybníku. Zahynulo při něm 142 horníků a záchranářů, a to i díky tomu, že mnozí z nich nepoužily dýchací techniku.

I tato událost přispěla k inovaci a změnám v hornickém odvětví a dala vzniknout Zákonu o báňské inspekci, který byl přijat na konci roku 1934, a na základě kterého byla zřízena instituce tzv. „dělnického báňského inspektora“.

Ani určitý pokrok v tomto odvětví však dalším mimořádným událostem a úmrtím nezabránil. Vždy hrál největší roli lidský faktor, ať už z jakéhokoliv důvodu.⁷⁴

Havířov – Dolní Suchá – Důl Dukla – rok 1961

Velká tragédie, při které zahynulo 108 horníků, a která byla v pořadí čtvrtou největší na našem území, se stala na Dole Dukla u Havířova. Opět vinou lidské chyby a jakési nevšímavosti všech zúčastněných vznikl obrovský požár, který horníky uzavřel ve sloji a připravil je o život.

Jeden z horníků náhodně ramenem spustil v chodbě jedné ze slojí, kde se v té chvíli nepracovalo, pásový dopravník, ničeho si nevšimnul a odešel. Dopravník tak pracoval naprázdno a bez povšimnutí a po nějaké době se díky tření vznítit gumový pás na něm. Oheň se začal šířit, mezitím se vyměnila směna horníků a bohužel, dispečink nereagoval na první hlášení o zápachu, který

⁷⁴*Největší důlní neštěstí v Česku.* [online]. [cit. 13-02-2022]. Poslední aktualizace 13. 6. 2021. Dostupné z: <https://zoommagazin.iprima.cz/historie/nejvetsi-dulni-nestesti-v-cesku>

horníci cítili. Než se situace začala řešit byl už oheň obrovský a neštěstí se nadalo zabránit.⁷⁵

Pod vlivem takových mimořádných událostí, ke kterým docházelo nejen u nás, ale na celém světě, se mnozí z horníků rozhodli pro dráhu dobrovolných báňských záchranářů, což významně napomohlo k záchraně mnoha lidských životů. Velkou výhodou takových záchranářů je to, že můžou být na místě neštěstí ihned, ale především je to znalost terénu, lidí, kteří jsou jim často blízcí a znalost prostředí, ve kterém k němu může docházet.

Jak je patrné z uvedených několika příkladů nehod a neštěstí, která v minulosti provázeli, a i dnes nadále provázejí chemický i báňský průmysl, jde o mimořádné události, které si vyžádaly téměř vždy velký počet obětí a ve kterých hrál velkou negativní roli hlavně lidský faktor. Člověk by měl v sobě mít více pokory.

⁷⁵ *Důl Dukla (Dolní Suchá)*. [online]. [cit. 13-02-2022]. Poslední aktualizace 26. 1. 2022. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Důl_Dukla_\(Doln%C3%AD_Suchá\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Důl_Dukla_(Doln%C3%AD_Suchá))

8 Vliv sdělovacích prostředků na formování názorů široké veřejnosti na bezpečné využívání jaderné energie

Současná doba je v mnohém odlišná od doby, kdy to, co bylo uveřejněno v tradičních médiích, tedy v důvěryhodném denním tisku či ve státní televizi a rozhlasu, dlouhodobě platilo. Dnes jsme denními konzumenty velmi aktuálních informací a zpráv, a navíc máme téměř všichni možnost získávat další informace z mnoha zdrojů, kterým jsme vystavováni.

Ze všech stran na nás sdělovací prostředky „útočí“ množstvím informací a dezinformací, a tak ovlivňují velké množství lidí. Máme sice možnost porovnávat a ověřovat si jednotlivé informace těchto zdrojů, a poté si vytvořit nějaký úsudek či názor, ale moc lidí to nedělá.

Masová média, která do sdělovacích prostředků samozřejmě náleží, nás denně zásobují množstvím či už pozitivních anebo negativních informací. Vnímáme to velmi intenzivně v posledních dvou letech, a to nejen u pandemie Koronaviru, ale i u mnoha menších či větších vojenských konfliktů současnosti a v neposlední řadě u polemiky ohledně energetické krize a boje Evropské unie za zelenou energii. Samozřejmě, že se do toho řadí i aktuální dění v mnoha jiných odvětvích. Všechna masmédia, kam řadíme televizi, rozhlas, denní tisk, internet a v současnosti i sociální sítě, značně ovlivňují veřejné mínění občanů na celém světě.

Podle „Analýzy médií a Výzkumu veřejného mínění“, prováděné na podzim roku 2017 Státním ústavem radiální ochrany v České republice, až jedna čtvrtina českých občanů věří dezinformacím či dezinformačním médiím více než těm tradičním. Přitom jde často o dezinformační kampaně, které usilují o nabourání jejich důvěry jak v demokracii, tak v demokratické instituce či v tradiční politické strany a mainstreamová média. Obyvatelé České republiky jsou vystavováni různým nabídkám alternativních zdrojů informací, poskytujících zaujatá zpravodajství, která často postrádají základy seriózní novinářské praxe.⁷⁶

⁷⁶ Petrová, K. Fojtíková, I. *Komunikace s veřejností v průběhu a po radiální havárii*. [online]. [cit. 07-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/vyzkum/vysledky/strategie-rizeni-napravy-uzemi-po-radiacni-havarii/seminar1/komunikace%20s%20MEDII%20Petrova.pdf>

Monitoring byl realizován tak, že v českých médiích byla zveřejněna informace o určité události, a to s nějakým zpožděním od jejího zaznamenání, a poté probíhal sběr dat pro výzkum veřejného mínění po dobu asi pěti týdnů. V tomto období bylo v našich médiích identifikováno 85 příspěvků.

Téměř 70 % se jich objevilo na různých webech a neuvěřitelných 22 % jen na webech dezinformačních! Televizní vysílání a deníky s časopisy uveřejnili přibližně stejné procento příspěvků na dané téma a rozhlas se podílel na zveřejnění 6 %. Mediální analýza zkoumala a následně analyzovala obsah publikovaných materiálů jednotlivých typů médií na základě korektnosti novinářského zpracování jednotlivých příspěvků, a to podle určitých, předem daných, kritérií. Jednalo se v první řadě o to, zda obsah publikovaného článku odpovídá realitě a poskytuje důvěryhodné zdroje informací, a zda nejsou vynechávána podstatná fakta.

Dále byla analýza zaměřena na to, zda byly použity v publikovaném materiálu relevantní zdroje a rovněž odborníci či vědecké ústavy, které se k dané problematice vyjadřují. Posledním kritériem analýzy je způsob, jakým byl příspěvek či článek prezentován veřejnosti. Zda podporují skutečné nálezy a veřejnost pravdivě informují o míře nebezpečí anebo zda naopak v ní podněcují nedůvěru jak k odborným, tak k státním autoritám tím, že informace zveličují či překrucují.⁷⁷

Výsledek analýzy byl pro mě velmi překvapivý. To, že rozhlas a televize jsou média, která neuvedla žádnou nepravdivou informaci či příspěvek je velmi pozitivní pro celou naši společnost. Český rozhlas, který bohužel již dnes neposlouchá tolik lidí, co v dobách minulých, je podle analýzy vlastně jedno z nejdůvěryhodnějších médií. Avšak publikace uveřejněné na dezinformačních webech, s výskytem 22 procent nepravdivých materiálů a téměř 85 procent těch, které obsahovaly nepravdy, to jsou čísla značně vysoká. Jedna čtvrtina obyvatel, která těmto dezinformacím a těmto médiím, podle průzkumu důvěřuje, ta by již mohla nastartovat jakousi paniku mezi námi. Lidé jsou tak, jako i většina savců, stádní typ, proto jsou výsledná čísla této analýzy víceméně alarmující.

⁷⁷ Petrová, K. Fojtíková, I. *Komunikace s veřejností v průběhu a po radiální havárii*. [online]. [cit. 07-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/vyzkum/vysledky/strategie-rizeni-napravy-uzemi-po-radiacni-havarii/seminar1/komunikace%20s%20MEDII%20Petrova.pdf>

Nehledě nato, že jsou v mnoha případech zjištěna fakta, že úmyslně zveřejněné nepravdy, neúplné informace a dezinformace mají politické podtexty a občané jsou v podstatě zneužíváni k dosažení určitých cílů určitých skupin lidí.⁷⁸

⁷⁸ Petrová, K. Fojtíková, I. *Komunikace s veřejností v průběhu a po radiální havárii*. [online]. [cit. 07-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/vyzkum/vysledky/strategie-rizeni-napravy-uzemi-po-radiacni-havarii/seminar1/komunikace%20s%20MEDII%20Petrova.pdf>

9 Dotazníkové šetření názorů obyvatelstva na jaderné elektrárny s možností návrhů na zlepšení

Každý z nás si vědomě kolem sebe buduje místo-domov, kde chce žít či žije tak, aby se v něm cítil bezpečně on i jeho blízcí, jeho rodina. Vymezuje si své teritorium. K jeho ochraně používá řadu prvků. Kolem domu plot, na dvorek psa, bytelné dveře, kvalitní zámky, alarm, kamery atd. Byty, chaty i ty maringotky či jiná obydlí se všichni snažíme ochránit před možným atakem z venku.

A to vše jen z toho důvodu, abychom se v té svojí „bublině“, abych použil aktuální výraz současnosti, cítili bezpečně.

Tak nějak to asi funguje i v jaderných elektrárnách či dalších zařízeních mnoha odvětví průmyslu, kde by mohlo dojít k nebezpečným situacím. Rovněž zde je prioritní, aby se ti, co zde pracují, cítili bezpečně. Zároveň, protože se jedná o průmysl a nic není stoprocentně bezpečné, je snahou odborníků chránit ty, co žijí kolem těchto zařízení. Snaží se je zabezpečit tak, aby obyvatelé nemuseli a nežili ve strachu před haváriemi a mimořádnými událostmi.

Člověk o to usiluje od pradávna.

Ze zkušeností a vyprávění členů mé vlastní rodiny, která z převážné části žila a žije v těsné blízkosti jaderné elektrárny na Západním Slovensku, můžu posoudit, že větší strach z její blízkosti prožívali vždy, když k nějaké takové události došlo. Či už se jednalo o obě události uvnitř reaktorů, či havárii v Černobylu. Díky tomu, že mnozí v tomto regionu mají mezi pracovníky elektrárny příbuzné, kamarády a známe, vždy něco ven „prosáklo“. A díky tomu, že je region blízko hranic s Rakouskem a jejich vysílače dovolovali lidem sledovat jak rakouské televizní, tak rozhlasové vysílání, věděli dřív, než „zbytek světa“, co se kde událo. V té době se u nás o mimořádných událostech mluvit ani psát moc nemohlo, takže všechny mediální informace „z venku“ byly „zaručeně pravdivé“ a díky nim vnímali obyvatelé z okolí elektrárny každou událost jako riziko nebezpečí, které může ohrozit jejich domovy, je a jejich blízké. Pokud byla situace v blízké jaderné elektrárně relativně klidná a bezproblémová, o ničem se nešeptalo, žili tady všichni víceméně bez obav.

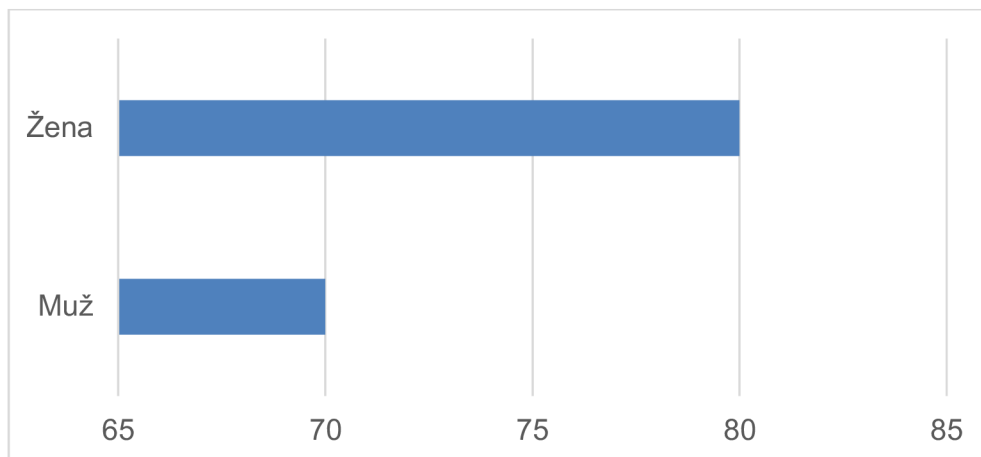
Když však k nějakým událostem došlo, strach z elektrárny se stupňoval a na nějakou dobu byly rozvířeny obavy o budoucnost.

Výsledky a grafy dotazníkového šetření

1. Jaké je vaše pohlaví?

Spektrum dotazníkového šetření bylo tvořeno 130 respondenti, z něhož je 80 žen a 70 mužů.

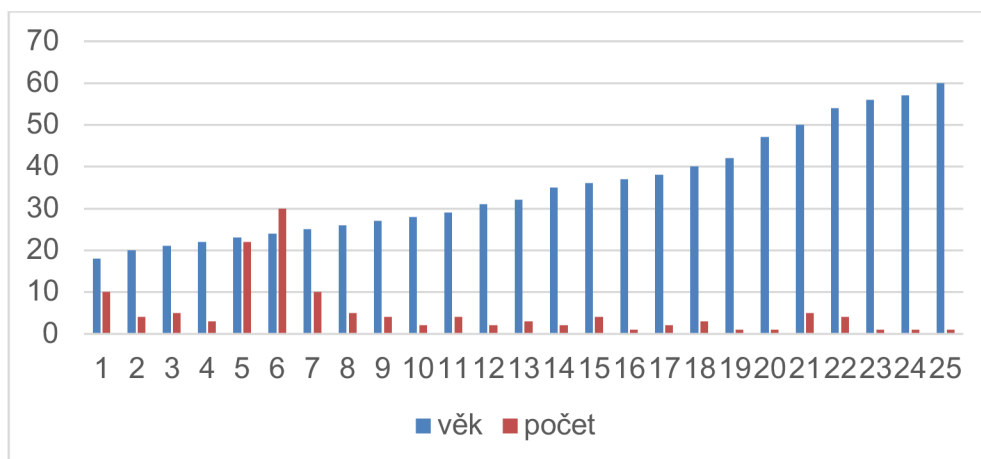
Obrázek č. 4: Pohlaví respondentů



2. Jaký je váš věk?

Věkové spektrum se skládalo z respondentů od 18 do 60 let s největším zastoupením respondentů mezi 20 až 40 lety.

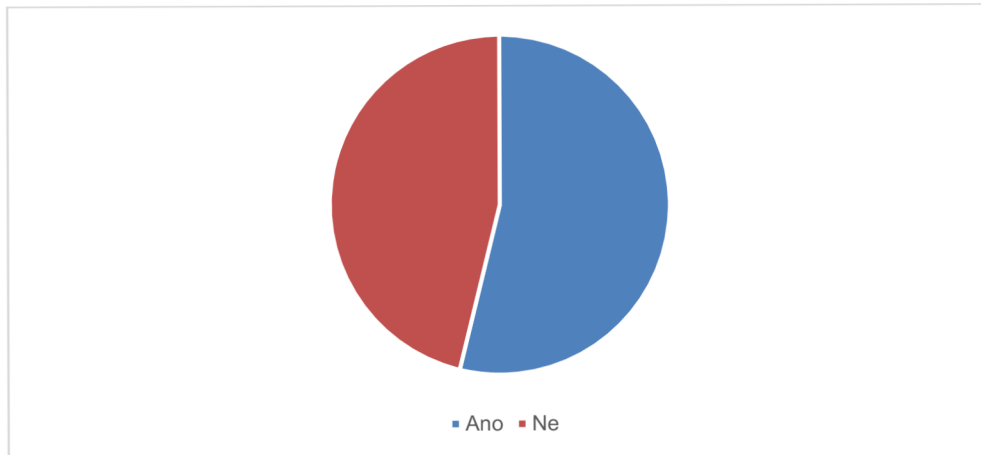
Obrázek č. 5: Věkové spektrum respondentů



3. Studujete?

Ze 130 respondentů jich 70 stále studuje, což je o něco více než 50 % všech dotazovaných.

Obrázek č. 6: Zastoupení studujících respondentů



4. Jaké máte nejvyšší dosažené vzdělání?

Ze 130 respondentů má 73 středoškolské vzdělání, 56 vysokoškolské vzdělání a 1 základní vzdělání.

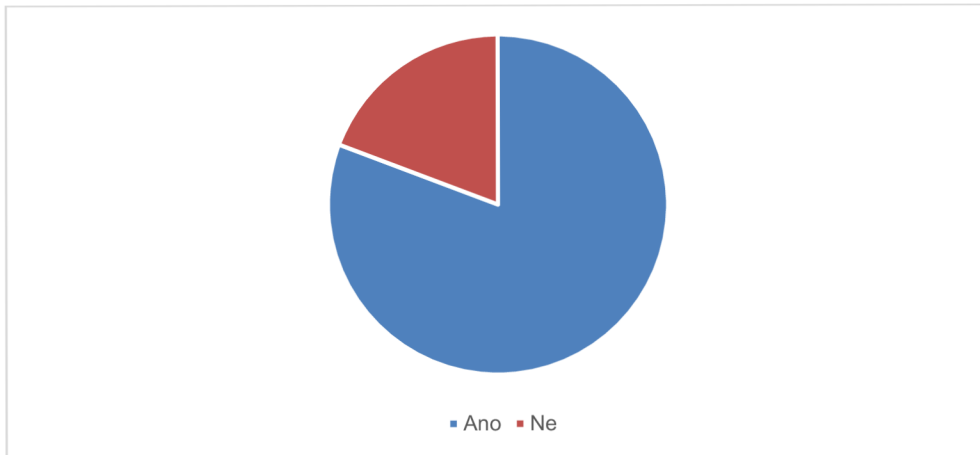
Obrázek č. 7: Nejvyšší dosažené vzdělání respondentů



5. Pracujete?

Ze 130 respondentů 105 pracuje (ať už spolu se studiem či pouze pracují) a 25 nepracuje.

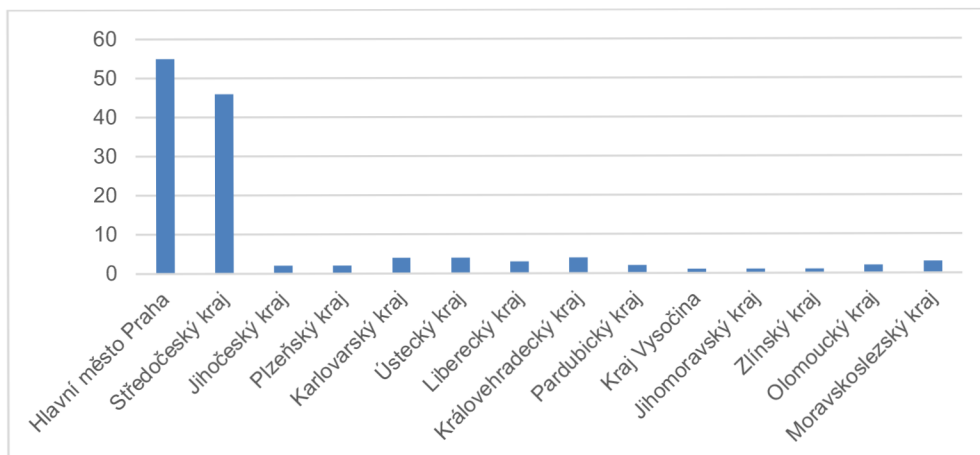
Obrázek č. 8: Zastoupení pracujících respondentů



6. V jakém kraji žijete?

Ze 130 respondentů, kteří byli dotazováni je zde zastoupen každý kraj České republiky s tím, že největší zastoupení tvoří kraje Hlavní město Praha a Středočeský kraj (55 a 46 respondentů).

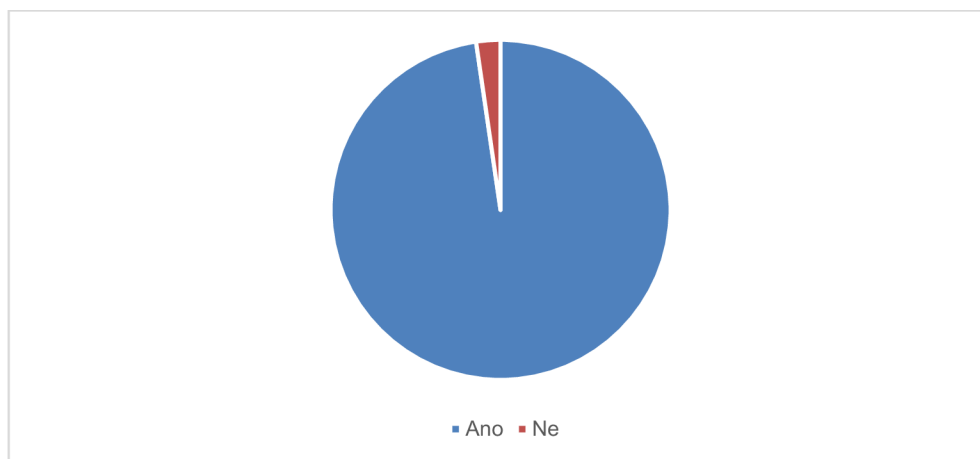
Obrázek č. 9: Krajské zastoupení respondentů



7. Je pro vás důležitá ochrana přírody?

Ze 130 respondentů je pro 127 důležitá ochrana přírody a pouze pro 3 není důležitá.

Obrázek č. 10: Ochrana přírody

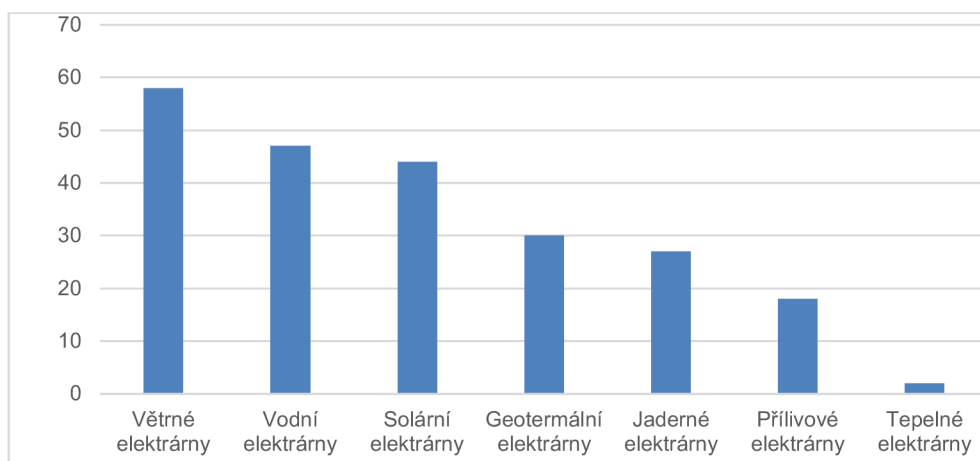


8. Jaký typ výroby elektrické energie je podle vás neekologičtější?

Ze 130 respondentů byly, jako neekologičtější typ výroby elektrické energie, vybrány větrné elektrárny (58 hlasů); dále pak vodní elektrárny (47 hlasů); solární elektrárny (44 hlasů); geotermální elektrárny (30 hlasů); jaderné elektrárny (27 hlasů); přílivové elektrárny (18 hlasů); a tepelné elektrárny (2 hlasy).

U této otázky musíme brát však v potaz, že se jedná o otázku s možností více správných odpovědí, z čehož vyplývá, že respondenti mohou hlasovat i pro všechny z výše zmíněných odpovědí.

Obrázek č. 11: Neekologičtější typy elektráren

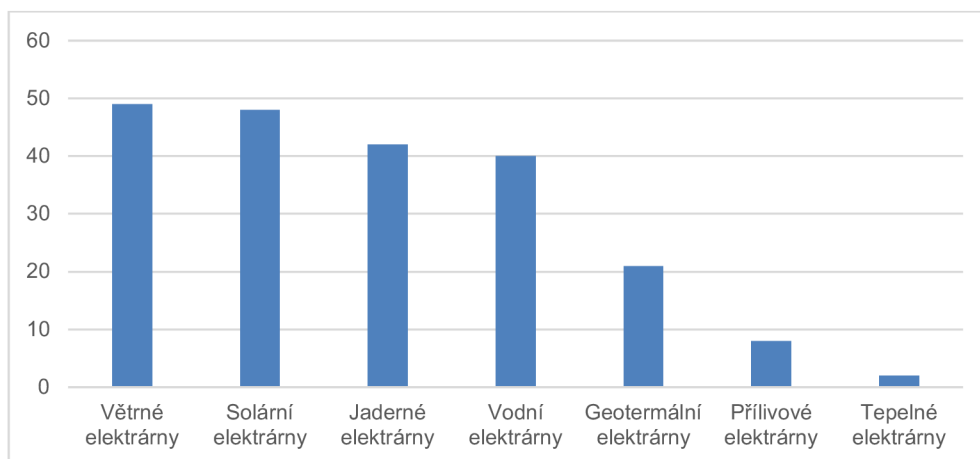


9. Jaký typ elektráren byste v budoucnu budovali?

Ze 130 respondentů měly u této otázky nejvíce hlasů větrné elektrárny (49 hlasů); dále pak solární elektrárny (48 hlasů); jaderné elektrárny (42 hlasů); vodní elektrárny (40 hlasů); geotermální elektrárny (21 hlasů); přílivové elektrárny (8 hlasů); a tepelné elektrárny (2 hlasy).

Opět musíme brát v potaz, že se jedná o otevřenou otázku s možností výběru více odpovědí (či všech).

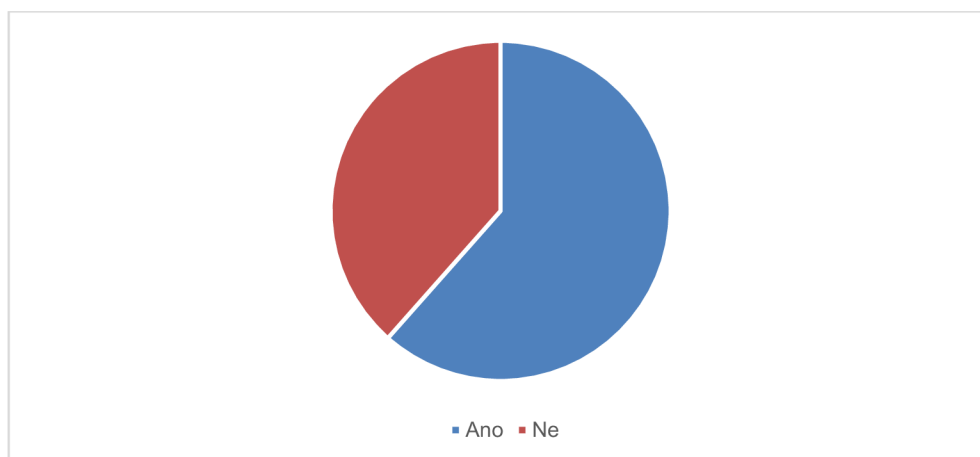
Obrázek č. 12: Typy budoucích elektráren



10. Jsou podle vás jaderné elektrárny budoucností?

Ze 130 respondentů 80 hlasovalo pro Ano, vidí budoucnost v jaderných elektrárnách a 50 hlasovalo pro Ne.

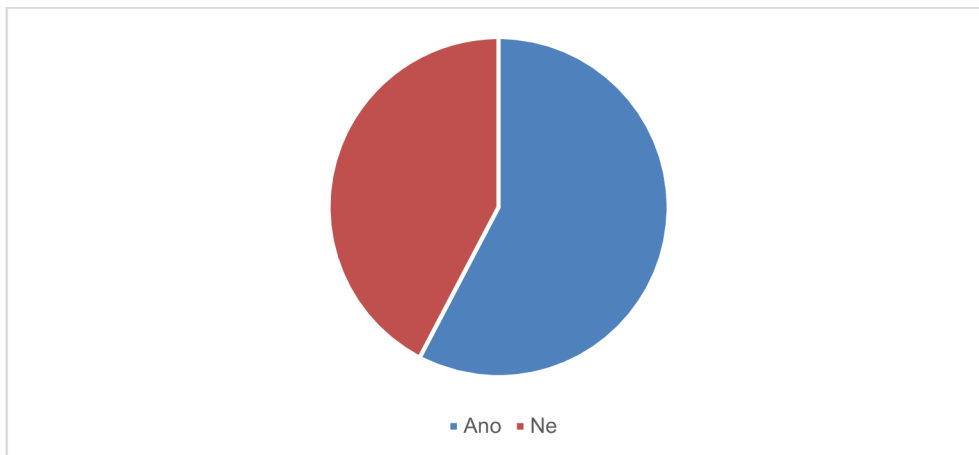
Obrázek č. 13: Budoucnost jaderných elektráren



11. Vnímáte jaderné elektrárny jako potenciální nebezpečí?

Ze 130 respondentů bylo 75 hlasů pro Ano a 55 pro Ne, z čehož vyplývá, že skoro tři čtvrtiny respondentů vnímají jaderné elektrárny jako potenciální nebezpečí (i za normálního stavu, kdy nehrozí žádné nebezpečí či havárie).

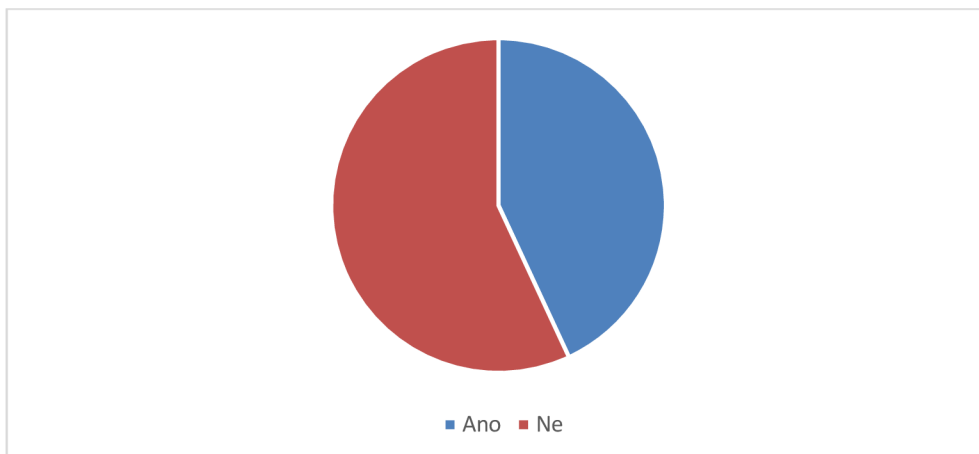
Obrázek č. 14: Nebezpečnost jaderných elektráren



12. Jste zastánce jaderných elektráren?

Ze 130 respondentů 56 hlasovalo pro Ano a 74 hlasovalo pro Ne, z čehož vyplývá, že skoro tři čtvrtiny respondentů nepodporují jaderné elektrárny.

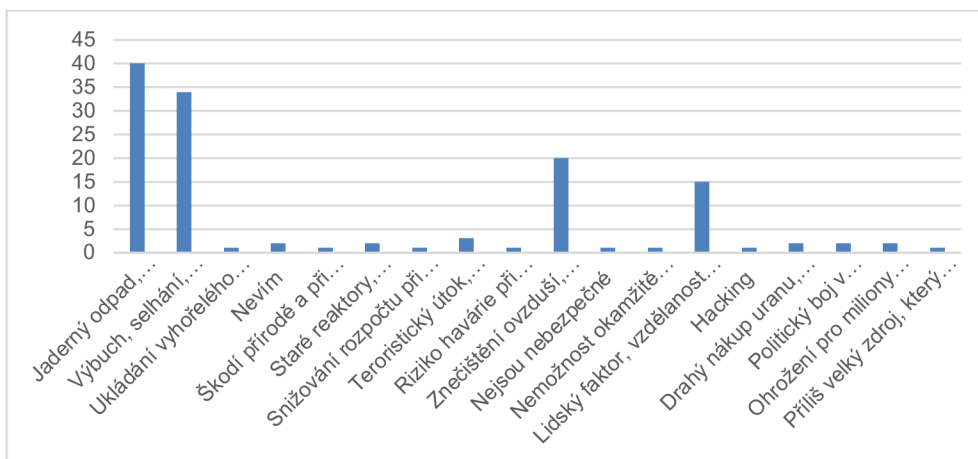
Obrázek č. 15: Popularita jaderných elektráren



13. Jaké je podle vás největší nebezpečí jaderných elektráren?

Ze 130 respondentů hlasovalo nejvíce pro největší nebezpečí jaderných elektráren, které zahrnuje jaderný odpad, radioaktivní odpad, únik radiace (40 hlasů); dále pak výbuch, havárie elektrárny, selhání, porucha (34 hlasů); znečištění ovzduší, kontaminace přírody, klimatické změny (20 hlasů); a poslední nebezpečí, které mělo velký počet hlasů byl lidský faktor, vzdělanost zaměstnanců, přehlížení postupů bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (dále jen „BOZP“) (15 hlasů). Tyto odpovědi byly v dotazníkovém šetření nejvíce zastoupeny, nejedná se ovšem o jediné typy odpovědí. Další odpovědi, které byly z dotazníkové šetření získány jsou např. hacking, ohrožení pro miliony lidí, pracovníky elektrárny, teroristické útoky, atentáty, napadení 3. osobou, nebezpečnost jaderných elektráren, politika, JE elektrárny jsou příliš velkým zdrojem atd.

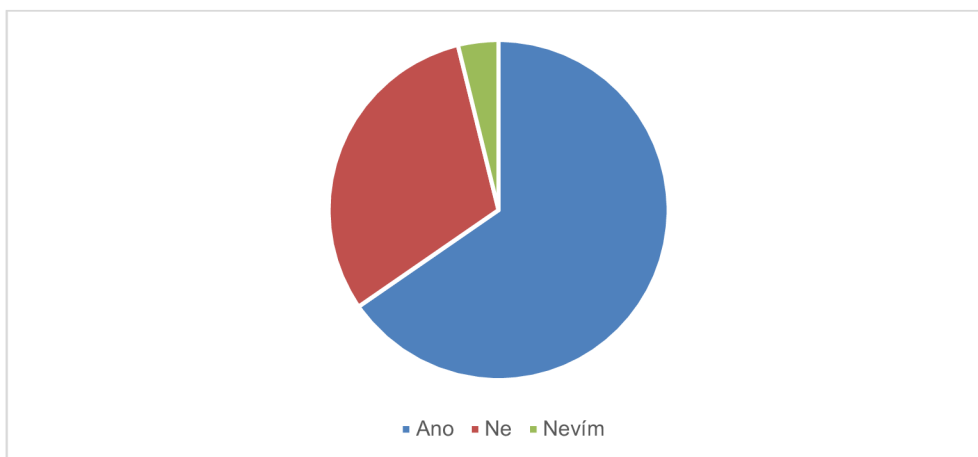
Obrázek č. 16: Nebezpečí jaderných elektráren



14. Je podle vás havárie v jaderné elektrárně nebezpečnější než v jiných odvětvích (např. chemický průmysl, hornictví) a proč?

Ze 130 respondentů hlasovalo 85 Ano, 40 Ne, 5 Nevím. Z tohoto vyplývá, že tři čtvrtě respondentů považují havárii v jaderné elektrárně za nebezpečnější než v jiných odvětvích. Z odpovědí respondentů je zřejmé, že většina není obeznámena s problematikou fungování moderních jaderných elektráren a díky tomu, se ve většině případů jejich odpovědi stáčejí k havárii v Černobyli, tato záležitost však nemůže být měřítkem k obecnému vnímání jaderných elektráren, jednalo se pouze o odstrašující případ. Na druhou stranu, pokud byla odpověď respondentů Ne, ve většině případů popsali havárie buď jako srovnatelné, ba dokonce označili havárie v chemickém průmyslu či hornictví za nebezpečnější, díky jejich častějšímu výskytu a daleko větším okamžitým ztrátám na životech lidí.

Obrázek č. 17: Nebezpečí jaderných havárií



15. Co je podle vás největší riziko při takovéto havárii?

Ze 130 respondentů nejvíce z nich hlasovalo, že jako největší riziko při takovéto havárii vnímají radiaci, únik radioaktivních látek, únik kontaminované vody a páry, ionizující záření, nebezpečný chemický materiál (40 hlasů); druhou nejvíce zastoupenou odpovědí bylo: destrukce všeho okolo, zamoření životního prostředí, znečištění ovzduší (33 hlasů); třetí nejvíce zastoupenou odpovědí bylo: úmrtí lidí, zaměstnanců, ozáření, zdraví osob (18 hlasů); Samozřejmě se v dotazníkům neobjevují pouze tyto odpovědi, dalšími, které se v dotazníkovém šetření objevují jsou: Nevím, nic, lidský faktor, výbuch, rozsah havárie,, zneužití jaderného odpadu jako zbraň, zamlčení havárie, domino efekt a také samotný vznik situace.

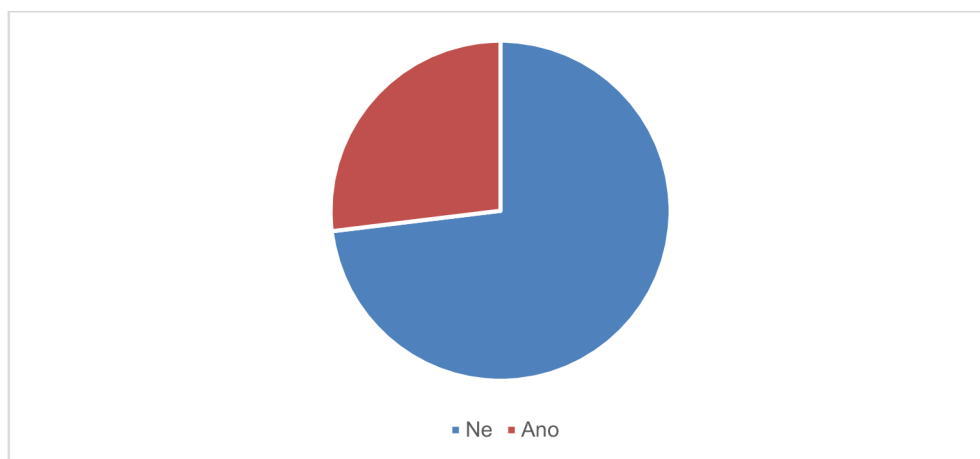
Obrázek č. 18: Největší rizika jaderné havárie



16. Berete masová média jako zdroj pro formování vašeho názoru na jadernou energii a možná rizika?

Ze 130 respondentů hlasovalo 35 pro Ano a 95 pro Ne, díky čemuž můžeme určit, že tři čtvrtiny respondentů nebere masová média jako hlavní pramen pro formování jejich názoru o jaderných elektrárnách (bohužel není tomu tak vždy, ať již mluvíme o jaderných elektrárnách či jiných aktuálních problémech, ať už se jedná pouze o Českou republiku nebo celý svět).

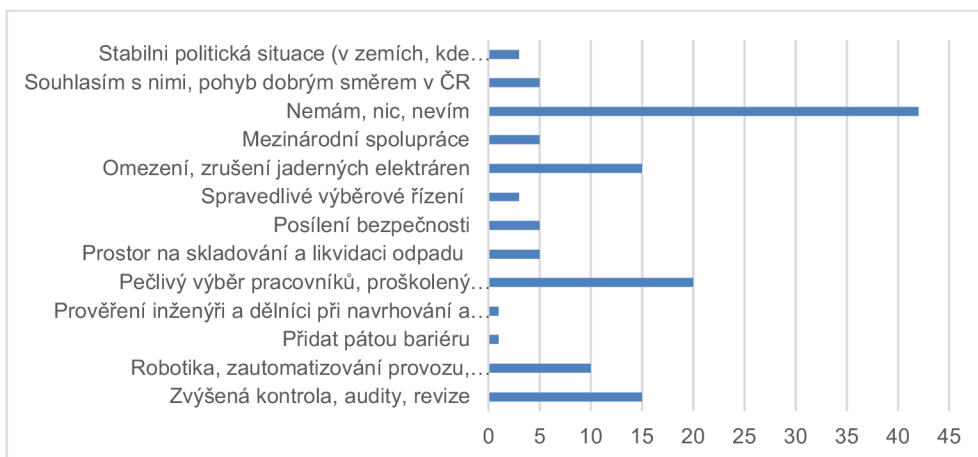
Obrázek č. 19: Formování názorů masovými médii



17. Vaše návrhy na zlepšení bezpečnosti JE?

Ze 130 respondentů dostala nejvíce hlasů odpověď, že nemají žádné návrhy, nic je nenapadá, nevědí o žádných zlepšeních, které by použili (42 hlasů); další velmi zastoupenou odpovědí je: pečlivý výběr pracovníků, proškolený personál, pravidelné školení, vzdělání zaměstnanců (20 hlasů); zvýšená kontrola, audity, revize (15 hlasů); omezení nebo úplné zrušení jaderných elektráren (15 hlasů); zvýšená kontrola, audity, revize (10 hlasů). Toto jsou nejvíce zastoupené odpovědi v dotazníkovém šetření, ovšem objevili se zde i další odpovědi jako např. Robotika, zautomatizování provozu, modernizace, nejnovější technologie; mezinárodní spolupráce; stabilní politická situace (v zemích, kde budou budovány JE), přidání páte bariéry; pečlivý výběr pracovníků, proškolený personál, pravidelná školení, vzdělání zaměstnanců; souhlas s JE, pohyb dobrým směrem v ČR.

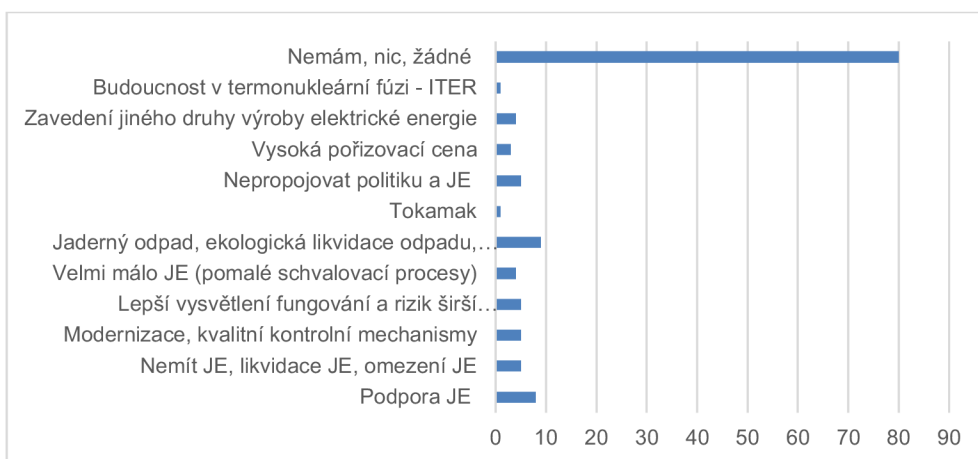
Obrázek č. 20: Návrhy zlepšení bezpečnosti JE



18. Další návrhy, výtky vůči JE?

Ze 130 respondentů největší počet hlasů dostala odpověď, že již nemají žádné návrhy či výtky vůči JE (80 hlasů); druhou nejvíce zastoupenou odpovědí bylo: ekologická likvidace odpadu, investice do likvidace odpadu (9 hlasů); třetí nejvíce zastoupenou odpovědí bylo, že JE podporují (9 hlasů). Další typy odpovědí, které z dotazníkové šetření vzešly – nemít JE, likvidace JE, omezení JE; modernizace, kvalitní kontrolní mechanismy; lepší vysvětlení fungování a rizik v JE širší veřejnosti, větší osvěta; velmi málo JE (jak v české republice, tak ve světě z čehož vyplývá, že by bylo zapotřebí budovat více JE); Tokamak, nepropojovat politiku státu a JE, vysoká pořizovací cena, budoucnost v termonukleární fúzi – ITER.

Obrázek č. 21: Další návrhy, výtky vůči JE



Závěr

Cílem diplomové práce bylo provést hodnocení postojů obyvatelstva k jaderným elektrárnám s ohledem na jeho chápání a vnímání potenciálního rizika. Postoje obyvatelstva jsem se pokusil získat a následně zpracovat především pomocí dotazníkového šetření, které díky odpovědím respondentů poukázalo na to, jak naše společnost vnímá jaderné elektrárny, jaké jsou jejich obavy, co považují za největší nebezpečí u provozu jaderných elektráren, a nakonec také jejich vlastní návrhy na zlepšení situace u nás a v našich jaderných elektrárnách (pokud nějaké návrhy mají).

Dnes by asi byly odpovědi a názory respondentů trochu odlišné. Samozřejmě není možné se v diplomové práci zabývat výhradně tímto tématem, a proto je první část zaměřena na obecné informace o jaderné energetice jako takové, o její využitelnosti a její potřebě. Dále na jaderné elektrárny, havárie v nich či v podobných zařízeních a tomu, jak fungují dnes a kam se posunul vývoj nových technologií v oblasti jaderné energetiky.

Práce se zabývá i změnami ve strategiích některých Evropských států, které nastaly hlavně po poslední havárii v Japonsku a tím, jak to ovlivnilo pohled na jadernou energetiku a jaderné elektrárny. Jak je to v současnosti s další výstavbou nových elektráren a jejich modernizací nebo naopak, zda jsou jaderné elektrárny na ústupu. A v neposlední řadě nato, jak se změnil pohled obyvatel na jadernou energetiku a jejich názory v otázce bezpečnosti tohoto průmyslu. Názor autora práce je takový, a vždy byl, že jaderné elektrárny jsou potřebné, a v současnosti jsou dostatečně bezpečné, s moderními zabezpečovacími technologiemi, i když si někteří, hlavně z neznalosti, mohou myslet opak. Při výstavbě JE se počítá s nejhrošími možnými scénáři, včetně teroristických útoků.

Porovnáním havárií v jaderných zařízeních s mimořádnými událostmi v jiných průmyslových odvětvích se práce zabývá z důvodu poměření dopadů na obyvatelstvo a životní prostředí.

Z provedených zjištění vyplývá, že ačkoliv se jaderná neštěstí a havárie jeví u celosvětové populace jako nejničivější, s rozsáhlým dopadem jak na životy a zdraví obyvatelstva, tak i na životní prostředí, nedosahují tyto mimořádné

události tak vysoké počty úmrtí osob, jako havárie v průmyslu chemickém či báňském. Není možné srovnávat výbuch atomové bomby a jadernou mimořádnou událost s ohledem na počty úmrtí, jedná se totiž o dvě naprosto odlišné situace.

Dopady na životní prostředí jsou v obou případech velmi ničivé, ale nelze je porovnávat z dlouhodobého hlediska. Při jaderných haváriích výbuchem, je kontaminace životního prostředí dlouhodobá a velmi rozsáhlá.

Protože velkou roli v pohledu obyvatelstva a v ovlivňování jejich názoru na jakékoliv nebezpečí hraje i tzv. „sedmá velmoc“, tedy tisk a jiná masová média, pokusil jsem se částečně popsat i toto téma.

Praktická část diplomové práce je zaměřena na dotazníkové šetření, které bylo vytvořeno takovým způsobem, aby bylo srozumitelné i pro respondenty, kteří nejsou nijak zvlášť obeznámeni s problematikou jaderných elektráren, jejich fungováním a jaké jsou plusy a mínusy výstavby a provozu těchto zařízení.

Dotazníkové šetření bylo složeno z 18. otázek, které autorovi práce dali náhled na to, jak se respondenti zajímají o danou problematiku, či jak jsou s ní obeznámeni, jak vnímají jaderné elektrárny především z hlediska jejich výstavby a bezpečnosti, jaká jsou podle nich největší rizika jaderných elektráren a zda je havárie jaderné elektrárny srovnatelná s haváriemi například v chemickém průmyslu či hornictví. V neposlední řadě v dotazníku respondenti uváděli své návrhy na zlepšení a výtky vůči jaderným elektrárnám, a jak by s nimi naložili. Bohužel z odpovědí respondentů je zřejmé, že většina z nich není s daným tématem dostatečně obeznámena, což je velký problém, pokud vezmeme v úvahu, že v České republice jsou v provozu dvě jaderné elektrárny a sousední státy mají ve většině případů tato zařízení v provozu rovněž. Na druhou stranu některé z odpovědí byly až překvapující, co se týče znalosti problematiky, kdy respondenti prokázali určité povědomí o tématu, a především jejich návrhy ke zlepšení situace byly docela dobře promyšlené, dalo by se říct, až nadčasové. Cíl diplomové práce, který si autor na začátku vytyčil byl snad naplněn a srozumitelně zpracován.

SEZNAM ZKRATEK

ČR	Česká republika
NHRP	Národní radiační havarijní plán
RMU	Radiační mimořádná událost
ZHP	Zóna havarijního plánování
JE	Jaderná elektrárna
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.
SÚJCHBO	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany
IAEA	Mezinárodní agentura pro jadernou energii
INES	Mezinárodní stupnice hodnocení jaderných událostí

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

Monografie

1. Otakar J. Mika, Lubomír Polívka, Milan Říha, Jozef Sabol, Miloš Zeman. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení*. 1.vyd. PA ČR v Praze, leden 2021. ISBN 978-80-7251-511-0. 254 s. [cit. 14-02-2022].
2. MARTÍNEK Bohumír, TVRDEK Jan. *Základy integrovaného záchranného systému*. 1. vyd. PA ČR v Praze, 2010. ISBN 978-80-7251-338-3. 172 s. [cit. 07-03-2022].
3. MIKA Otakar, POLÍVKA Lubomír, SABOL Jozef. *Zbraně hromadného ničení a ochrana proti jejich účinkům*. 1. vyd. PA ČR v Praze, duben 2009. ISBN 978-80-7251-302-4. 151 s. [cit. 07-03-2022].

Internetové a webové zdroje

4. *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice*. MPO ČR, 22. 5. 2015. [online]. [cit. 21-02-2022]. s. 4, 5, 8, 9, 10, 11, 15, 16. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>
5. *Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Úvod*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/o-sujb/uvod>
6. KONEČNÝ Rudolf. *Radiační havárie jaderných elektráren a ochrana obyvatelstva. HZS Moravskoslezského kraje*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/4-zip.aspx>
7. *Národní radiační havarijní plán schválen!* SÚJB, 14. 12. 2020. [online]. [cit. 07-03-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/aktualne/detail/narodni-radiacni-havarijni-plan-schvalen>
8. *Národní radiační havarijní plán*. [online]. [cit. 07-03-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/NRHP/NRHP.pdf>
9. *Ve světě funguje přes 440 jaderných reaktorů, nejvíce je jich v Evropě*. Ekolist.cz, 5. 1. 2022. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/ve-svete-funguje-pres-440-jadernych-reaktoru-nejvice-je-jich-v-evrope>
10. *Vzdělávání členů SH ČMS. Radiační havárie*. SH ČMS, 2014. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupné z: <https://www.vzdelavani-dh.cz/publicCourse?id=59&head=121 &subhead=291>
11. *Neužil, M.: Vliv jaderných elektráren na životní prostředí*. [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/D66DBC7CBF544E3AC1256FC8004A3515/\\$file/cast2.html](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/D66DBC7CBF544E3AC1256FC8004A3515/$file/cast2.html)
12. *Přírodní zdroje*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/prirodni-zdroje>
13. *Bochníček, Z. Jaderná energetika: rizika a alternativy*. [online]. [cit. 17-02-2022]. dostupné z: <https://www.physics.muni.cz/media/3236814/jealt.pdf>

14. *Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. Jaderné elektrárny.* [online]. [cit. 22-01-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/usmernovani-ozareni-pri-cinnostech/jaderne-elektrarny>
15. *Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Stupnice INES.* [online]. [cit. 15-01-2022]. Dostupně z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/ines/stupnice-ines>
16. *Jaderná elektrárna Saint Laurent.* [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 29. 10. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Jaderná_elektrárna_Saint_Laurent
17. *Havárie elektrárny Jaslovské Bohunice A1.* [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 12. 6. 2019. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Havárie_elektrárny_Jaslovské_Bohunice_A1
18. *Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Jaderná bezpečnost. Stupnice INES.* [online]. [cit. 15-01-2022]. s. 9. Dostupně z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/INES-2008_cz_preklad_f.pdf
19. *Havárie elektrárny Three Mile Island.* [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 28. 8. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Havárie_elektrárny_Three_Mile_Island
20. *Sellafield.* [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 3. 7. 2021. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sellafield>
21. *Radiační neštěstí v Goianii.* [online]. [cit. 23-01-2022]. Poslední aktualizace 15. 5. 2018. Dostupné z: <https://www.3pol.cz/cz/rubriky/jaderna-fyzika-a-energetika/2185-radiacni-nestesti-v-goianii>
22. *Majak.* [online]. [cit. 20-01-2022]. Poslední aktualizace 16. 12. 2021. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Majak>
23. *Černobylská havárie.* [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 9. 2. 2022. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Černobylská_havárie
24. *Havárie elektrárny Fukušima.* [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 6. 4. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Havárie_elektrárny_Fukušima_I
25. *Havárie elektrárny Fukušima I.* [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 14. 1. 2022. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Hav%C3%A1rie_elektr%C3%A1rny_Fuku%C5%A1ima_I
26. *Prožít Fukušimu bylo jako jít na rentgenové vyšetření, říká studie.* IDNES.cz, 26. 5. 2012. [online]. [cit. 11-02-2022]. https://www.idnes.cz/technet/technika/fukusima-nasledky-ozareni.A120525_170833_tec_technika_mla
27. *Druhy ionizujícího záření.* [online]. [cit. 07-03-2022]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/03/druhy_5.html
28. *Státní ústav pro jadernou bezpečnost. Stručný přehled biologických účinků záření.* [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickyh-ucinku-zareni>

29. Státní ústav radiační ochrany. *Biologické účinky ionizujícího záření*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni/>
30. Státní ústav radiační ochrany. *Principy radiační ochrany*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany>
31. Státní ústav radiační ochrany. *Infrastruktura systému radiační ochrany*. [online]. [cit. 21-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/infrastruktura-systemu-radiacni-ochrany>
32. *Odolnost jaderných zařízení proti útoku*. [online]. [cit. 11-02-2022]. Poslední aktualizace 23. 12. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Odolnost_jadern%C3%BDch_za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_pr_oti_%C3%BA_toku
33. ZÓNA 2019. Reportáž z havarijního cvičení ZÓNA. SÚJB, 2019. [online]. [cit. 07-03-2022]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/krizove-rizeni/reportaze-z-havarijnich-cviceni-zona/zona-2019>
34. Nácvič obrany Temelína ‚teroristé zaútočili na jadernou elektrárnu, použili nákladák i letadlo‘. iROZHLAS.cz, 11. 4. 2017. [online]. [cit. 11-02-2022]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/nacvik-obrany-temelina-teroriste-zautocili-na-jadernou-elektrarnu-pouzili-nakladak-i-letadlo_201704111554_pjadrny
35. *Ohrožení terorismem má své stupně*. Obkjedu.cz, 18. 2. 2016. [online]. [cit. 07-03-2022]. dostupné z: <https://www.obkjedu.cz/zaujalo-nas/ohrozeni-terorismem-ma-sve-stupne/>
36. *Nejhorsí tragédie od 70 let, průmyslové havárie stály životy mnoha desítek Čechů*. Denik.cz, 22. 3. 2018. [online]. [cit. 11-02-2022]. Dostupné z: https://www.denik.cz/z_domova/nejhorsi-tragedie-od-70-let-prumyslove-havarie-staly-zivot-mnoha-desitek-cechu-20180322.html
37. Bhópálská katastrofa. [online]. [cit. 21-02-2022] Poslední aktualizace 10. 10. 2021. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bhópálská_katastrofa
38. *Největší důlní neštěstí v Česku*. [online]. [cit. 13-02-2022]. Poslední aktualizace 13. 6. 2021. Dostupné z: <https://zoommagazin.iprima.cz/historie/nejvetsi-dulni-nestesti-v-cesku>
39. *Důl Dukla (Dolní Suchá)*. [online]. [cit. 13-02-2022]. Poslední aktualizace 26. 1. 2022. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Důl_Dukla_\(Doln%C3%AD_Suchá\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Důl_Dukla_(Doln%C3%AD_Suchá))
40. Petrová, K. Fojtíková, I. *Komunikace s veřejností v průběhu a po radiační havárii*. [online]. [cit. 07-02-2022]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/vyzkum/vysledky/strategie-rizeni-napravy-uzemi-po-radiacni-havarii/seminar1/komunikace%20s%20MEDII%20Petrova.pdf>