POLICEJNÍ AKADEMIE ČESKÉ REPUBLIKY V PRAZE

Fakulta bezpečnostního managementu

Katedra krizového řízení

Analýza krizového plánu obce s rozšířenou působností v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín

Bakalářská práce

Analysis of crisis plans of a municipality with extended competences inside the zone of emergency planning of the Temelín nuclear power plant

Bachelor thesis

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. Karel MALINOVSKÝ

AUTOR PRÁCE

Marián Rusnák

PRAHA

2024

Čestné prohlášení

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

V Praze, dne 2. 3. 2024

……..

Marián Rusnák

ANOTACE

Cílem práce je rozebrat způsob tvorby vnějších havarijních plánů a jejich zapracování do krizových plánů obcí s rozšířenou působností, dále přiblížit opatření ochrany obyvatelstva v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín. V teoretické části je popsána historie jaderných elektráren a princip jejich fungování, dále například způsob stanovení zóny havarijního plánování a způsob zpracování vnějších havarijních plánů. V praktické části jsou pak popsány opatření ochrany obyvatelstva v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín, popis krizového plánu obce v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín, spolupráce se skupinou ČEZ a hodnocení některých opatření ochrany obyvatelstva v případě vzniku radiační havárie.

KLÍČOVÁ SLOVA

Jaderná energie, jaderná bezpečnost, ochrana obyvatelstva, krizový plán, havarijní plán, jaderná elektrárna Temelín

ANNOTATION

The aim of the thesis is to analyse the method of creating external emergency plans and their incorporation into the municipality with extended competence crisis plans, as well as to present the measures of population protection in the emergency planning zone of the Temelín nuclear power plant. In the theoretical part, a short history of nuclear power plants and the principle of their operation is described, as well as the method of establishing the emergency planning zone and the method of preparing external emergency plans. The practical part describes the measures for the protection of the population in the emergency planning zone of Temelín nuclear power plant, a description of a crisis plan of a municipality in the emergency planning zone of Temelín nuclear power plant, cooperation with the ČEZ group and a review of some of the measures for the protection of the population in case of a radiation emergency situation.

KEYWORDS

Nuclear energy, nuclear safety, public protection, crisis plan, emergency plan, Temelín nuclear power plant

Obsah

Úvod……6

1. Základní terminologie a legislativa 7

2. Princip fungování jaderné elektrárny 9

2.1. Štěpení jader a obohacování uranu 9

2.2. Jaderné reaktory 11

2.3. Proces generace elektrické energie v jaderné elektrárně s reaktorem VVER……..14

3. Historie jaderných elektráren 17

3.1. Jaderná energie v USA 18

3.2. Jaderná energie ve Velké Británii 19

3.3. Jaderná energie v Sovětském svazu 19

3.4. Jaderné elektrárny u nás 20

3.4.1. Jaderná elektrárna Dukovany 22

3.4.2. Jaderná elektrárna Temelín 23

4. Havarijní plán 24

4.1. Informační část 26

4.2. Operativní část 27

4.3. Plány konkrétních činností 28

4.4. Vnitřní havarijní plán 30

4.5. Vnější havarijní plán 31

4.5.1. Informační část 32

4.5.2. Operativní část 33

4.5.3. Plány konkrétních činností 33

5. Zóna havarijního plánování 35
5.1. Vymezení zóny havarijního plánování 36
5.2. Zóna havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín 39
6. Krizový plán 42
6.1. Náležitosti krizového plánu 42
6.2. Dodatečné náležitosti krizových plánů 43
7. Ochrana obyvatelstva 44
8. Krizový plán obce s rozšířenou působností Týn nad Vltavou 46
8.1. Kooperace se skupinou ČEZ 47
9. Opatření ochrany obyvatelstva v zóně havarijního plánování JE Temelín 48
9.1. Varování a informování 48
9.2. Ukrytí 49
9.3. Jódová profylaxe 50
9.4. Omezení pohybu a pobytu osob 50
9.5. Evakuace 50
9.6. Regulace požívání potravin, vody a krmiv 51
10. Hodnocení některých opatření 51
10.1. Jódová profylaxe 51
10.2. Evakuace 53
Závěr 54
Zdroje 55
Použitá literatura 55
Právní předpisy 55
Internetové zdroje 55
Ostatní zdroje 58

Úvod

V dnešní době čím dál více sílí debata o jaderném průmyslu. V důsledku války na Ukrajině a tenčících se zásob fosilních paliv nás tak stále více zajímají alternativní zdroje energie, pomocí kterých bychom mohli vytápět naše domovy, pohánět naše auta a rozsvěcet naše ulice. Existuje mnoho alternativ, ale asi nejkontroverznější z nich, ale podle mého názoru zároveň i nejefektivnějším, je jaderná energie – energie, která vzniká díky štěpení radioaktivních prvků, a mohla by být budoucností energetiky. Jelikož k její výrobě nejsou potřeba fosilní paliva, nevypouští žádné zplodiny do ovzduší – „kouř“, který vídáme u jaderných elektráren je ve skutečnosti pouze neškodná pára. Na druhou stran však má i svá negativa – když pomineme historické havárie jaderných elektráren, jako byly Černobyl a Fukušima, je zde také otázka, jestli nemají jaderné elektrárny dopad na bezpečí obyvatel, žijících v jejich okolí.

V této práci se zaměřím zejména na přiblížení právě těch plánů a opatření, které si kladou za cíl tato rizika zmírnit na co nejnižší možnou úroveň. Také se budu zabývat principem fungování jaderných elektráren, a jejich historií. Nakonec pak popíšu konkrétní opatření ochrany obyvatelstva, která by se přijímaly při vzniku radiační havárie v jaderné elektrárně Temelín.

Věřím, že má práce by tímto způsobem mohla přispět k osvětě o bezpečnosti jaderné energie, a napomoci tak ke zlepšení společenského názoru na jadernou energetiku.

1 Základní terminologie a legislativa

Nejprve je potřeba si definovat některé základní pojmy, se kterými budu pracovat.

Prvním pojmem je **krizová situace**. Ta je v § 2 písm. b) zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení definovaná jako mimořádná událost podle zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu[1].

Dále je **mimořádná událost**, která je v § 2 písm. b) zákona č. 239/2000 Sb., definovaná jako škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací[2].

Dále budu definovat některé pojmy ze zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. Jde o pojmy: **jaderná bezpečnost**: stav a schopnost jaderného zařízení a fyzických osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo úniku radioaktivních látek anebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezit následky nehod, **expoziční situace**: všechny v úvahu připadající okolnosti vedoucí k vystavení fyzické osoby nebo životního prostředí ionizujícímu záření; expoziční situací je

1. plánovaná expoziční situace, která je spojena se záměrným využíváním zdroje ionizujícího záření,

2. nehodová expoziční situace, která může nastat při plánované expoziční situaci nebo být vyvolána svévolným činem a vyžaduje přijetí okamžitých opatření k odvrácení nebo omezení důsledků, nebo

3. existující expoziční situace, která již existuje v době, kdy se rozhoduje o její regulaci, včetně dlouhodobě trvajícího následku nehodové expoziční situace nebo ukončené činnosti v rámci plánované expoziční situace,

[1] zákon č. 240/2000 Sb., krizový zákon
[2] zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému

radiační ochrana: systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření fyzické osoby a k ochraně životního prostředí před účinky ionizujícího záření, **ozáření**: vystavení fyzické osoby ionizujícímu záření s výjimkou ozáření z přírodního pozadí, **jaderné zařízení**:

1. stavba nebo provozní celek, jehož součástí je jaderný reaktor využívající štěpnou řetězovou reakci nebo jinou řetězovou jadernou reakci,

2. sklad vyhořelého jaderného paliva,

3. sklad čerstvého jaderného paliva, pokud není součástí jiného jaderného zařízení,

4. obohacovací závod, závod na výrobu jaderného paliva nebo závod na přepracování vyhořelého jaderného paliva,

5. sklad radioaktivního odpadu, s výjimkou zařízení pro skladování radioaktivních odpadů, které je součástí jiného jaderného zařízení nebo jiného pracoviště, kde se vykonává radiační činnost,

6. úložiště radioaktivního odpadu, s výjimkou úložiště obsahujícího výlučně přírodní radionuklidy,

radiační mimořádná událost: událost, která vede nebo může vést k překročení limitů ozáření a která vyžaduje opatření, jež by zabránila jejich překročení nebo zhoršování situace z pohledu zajištění radiační ochrany, **zóna havarijního plánování**: oblast v okolí areálu jaderného zařízení nebo pracoviště IV. kategorie, ve které se na základě analýzy a hodnocení radiační mimořádné události uplatňují požadavky na přípravu zavedení neodkladných ochranných opatření podle § 104 odst. 1 písm. a), dalších opatření ochrany obyvatelstva v důsledku předpokládaného překročení referenčních úrovní a jiných opatření ochrany obyvatelstva[3].

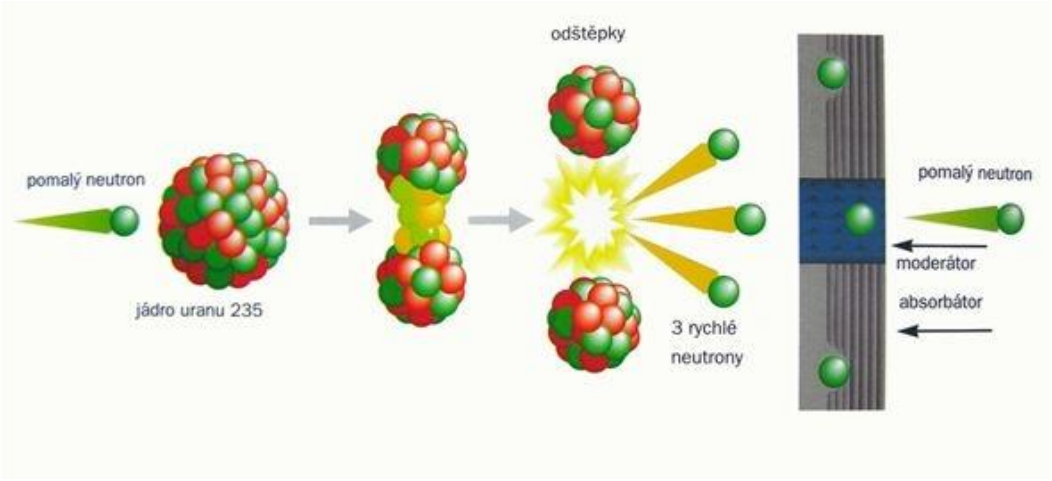
[3] zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon

2 Princip fungování jaderné elektrárny

Jaderná elektrárna využívá principu štěpení atomových jader k produkci tepla, kterým je zahřívána pára, která pohání turbíny produkující elektrickou energii. V této kapitole si blíže popíšeme způsob, jakým tento proces probíhá.

2.1 Štěpení jader a obohacování uranu

Rozštěpení těžkých jader na jádra lehčí v oblasti nejstabilnějších jader je jeden ze způsobů, jak lze uvolnit jadernou energii. Součet hmotnosti lehčích jader a vylétajících částic je potom menší než hmotnost původního jádra. Jádra některých prvků jsou schopna tuto přeměnu iniciovat samovolně, tehdy tyto prvky nazýváme **radioaktivními**. Štěpení znamená, že nalétající částice (neutron) narazí na jádro, a rozbije ho na několik lehčích úlomků a neutronů. Tyto vzniklé neutrony pak mohou štěpit další jádra. Mají však příliš velkou rychlost, což by způsobovalo nižší pravděpodobnost rozštěpení. Je tedy potřeba je zpomalovat tzv. moderátorem (nejčastěji jde o vodu, grafit nebo tzv. těžkou vodu D_2O).



Obrázek 1: Štěpení jádra uranu^{235} v jaderném reaktoru[4]

Pro potřeby paliva jaderných reaktorů využíváme zejména uran. Ten se skládá ze dvou izotopů – 0.7 % tvoří uran^{235} a 99.3 % tvoří uran^{238}. Jelikož je uran^{235} mnohem snadněji štěpitelný, je potřeba jej pro použití v jaderném palivu obohacovat, aby byl v palivu přítomen jako 2-5 % izotopů. Zároveň existuje určité

[4] MOTYČKA, Vojtěch a ČERNÁK, Martin. *Reakce.* Ilustrace. Online. 12. června 2013. In: jaderneinfo.webnode.cz Dostupné z: https://jaderneinfo.webnode.cz/news/principy-jaderneho-reaktoru-vver-1000/ [citováno 2024-02-06].

provozní minimum, které zajistí dostatečnou pravděpodobnost, že neutron vůbec narazí na nějaké jádro.

Obohacování uranu dříve probíhalo zejména pomocí plynné difuze. Ta spočívá v tom, že plynný hexafluorid uranu je protlačen přes polopropustnou membránu. Jelikož jsou molekuly s izotopem uranu^{235} menší, mají o trochu větší pravděpodobnost, že projdou membránou. Výsledkem je o trochu obohacenější plyn na druhé straně membrány. Tento proces je však třeba mnohokrát opakovat, ke zrychlení produkce je tak potřeba jej provádět za vysoké teploty a tlaku. K tomu je potřeba velké množství energie, a tak například francouzská firma Areva k poskytování energie pro svůj obohacovací závod Eurodif využívá energii z jaderné elektrárny Tricastin.

Mnohem efektivnější a méně energeticky náročná je metoda centrifugace. Ta funguje tak, že v odstředivkách rotuje plynný hexafluorid uranu vysokou rychlostí. Jelikož jsou molekuly uranu^{235} lehčí než molekuly uranu^{238}, koncentrují se uprostřed centrifugy, při ose rotace. Odtud je poté odsáván plyn s vyšší koncentrací uranu^{235}. Aby tento proces byl co nejefektivnější, je potřeba použít kaskádu nejméně deseti tisíc centrifug, s co nejvyšší rychlostí rotace[5].

Nejefektivnější a zároveň i nejmodernější je metoda obohacování SILEX (Separation of Isotopes by Laser Excitation, separace izotopů pomocí laserové excitace). Do uranových par se střílí velmi přesně vyladěným laserem, který je schopný ionizovat pouze uran^{235}. Tyto kladně nabité ionty se poté sbírají na záporně nabité elektrodě, odkud jsou pak odsávány. Tento proces by mohl být až dvacetkrát účinnější než centrifugové obohacování, ale i tak by bylo potřeba jej několikrát opakovat. Rizikem však je možnost zneužití této technologie pro výrobu jaderných zbraní. Jelikož je velmi jednoduché nastavit počet cyklů tak, aby uran obohacoval na 90 %, což je optimální koncentrace pro jaderné bomby, někteří vědci tvrdí, že by mohlo velmi jednoduše dojít ke zneužití této technologie. Obavou

[5] LIBRA, Martin; MLYNÁŘ, Jan a POULEK, Vladislav. *Jaderná energie*. Praha: Ilsa, 2012. s. 53-56. ISBN 978-80-904311-6-4.

také je to, že jelikož je tento proces energeticky mnohem méně náročný, bylo by jednodušší skrýt takovouto provozovnu, a obohacovat uran v utajení[6].

2.2 Jaderné reaktory

Existuje několik typů jaderných reaktorů – tzv. klasické jaderné reaktory, rychlé a množivé jaderné reaktory, či například urychlovačem řízené transmutory (zatím spíše teoretické). Pro tuto práci jsou relevantní zejména klasické jaderné reaktory, jelikož se právě takový reaktor nachází v jaderné elektrárně Temelín.

Klasický jaderný reaktor využívá toho, že pravděpodobnost záchytu pomalého neutronu s malou kinetickou energií jádrem uranu s lichým počtem neutronů je více než o dva řády větší než pro záchyt neutronu s vysokou kinetickou energií, kterou získal po štěpné reakci. V praxi to znamená to, že jelikož je pravděpodobnost zachycení tepelných neutronů vysoká, stačí ke správnému průběhu reakce i celkem malý podíl izotopu uranu^{235} či jiného izotopu v aktivní zóně. Přírodní uran tak postačuje obohatit na zhruba 3-5 % zastoupení uranu^{235}. To má také za následek relativně nízkou hustotu neutronů v reaktoru, což znamená že nedochází k efektivní přeměně ostatních izotopů, zejména uranu^{238}, na jiné prvky, jako je například plutonium. Ve vyhořelém palivu tak tento izotop zůstane.

Pro správné fungování reakce je potřeba použít moderátor, který neutrony zpomaluje na správnou rychlost, aby mohlo optimálně probíhat štěpení. Nejčastěji bývá použita voda, jelikož má vysoký obsah velmi lehkých jader vodíku. V některých starších typech reaktorů (RBMK) byl jako moderátor použit grafit, který obsahuje lehká jádra uhlíku.

Nejpoužívanějším typem reaktoru je dnes reaktor typu VVER, vodo-vodní energetický reaktor (anglicky PWR – pressurized water reactor, německy WWER – Wasser-Wasser-Energie-Reaktor). Energie v tomto typu reaktoru vzniká následujícím způsobem: Při štěpení jader produkují vylétající neutrony velké množství kinetické energie. To má za následek růst tepelné energie, která

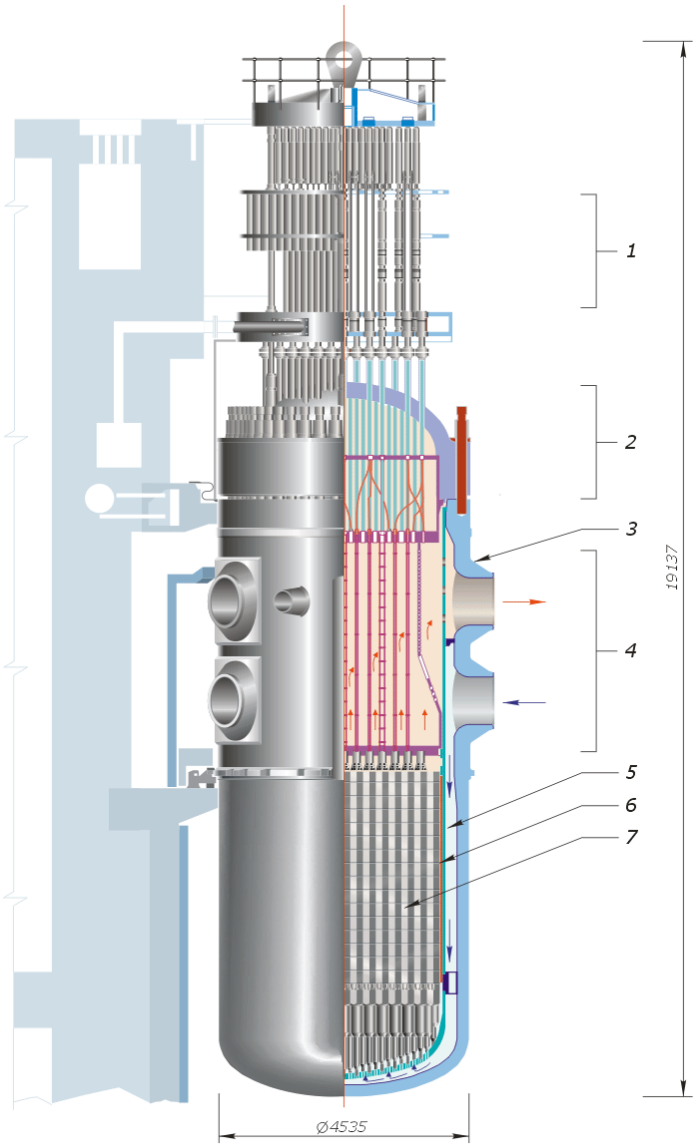
[6] BROMOVÁ, Edita. *Kdo se bojí obohacování uranu.* Online. In: Třípól. Červenec 2010. Dostupné z: https://www.3pol.cz/cz/rubriky/jaderna-fyzika-a-energetika/549-kdo-se-boji-obohacovani-uranu. [citováno 2023-11-19].

je z reaktoru odváděna pomocí chladícího média, u tohoto typu reaktoru jde o vodu (existuje i chlazení roztaveným sodíkem, olovem či jeho slitinami). Voda, používaná jako chladící médium, musí být pod vysokým tlakem, kolem 12-15 MPa, aby měla bod varu nad 300-320 °C. Na tuto teplotu se totiž voda zahřeje po průchodu aktivní zónou reaktoru, kde probíhají štěpné reakce, a s touto teplotou jej i opouští. V parogenerátoru je část její tepelné energie využita na tvorbu páry, čímž se voda ochladí na teplotu cca 270-290 °C, a putuje zpět do reaktoru, aby jej ochladila a opět se zahřála. Tato voda je lehce radioaktivní, a proto je uzavřena v primárním okruhu, a nepřichází do kontaktu s vodou v sekundárním a chladícím okruhu.

Řízení výkonu jaderného generátoru probíhá pomocí řídících, kompenzačních a havarijních tyčí. Tyto tyče jsou vyrobeny z materiálu, který dobře pohlcuje neutrony (Temelínský reaktor VVER-1000 – karbid boru), čímž se snižuje jejich hustota a intenzita štěpení. Tím je reaktor udržován v podkritickém stavu, takže nehrozí jaderná exploze. Řídící tyče se používají v běžném provozu. Kompenzační tyče se zasunou po výměně paliva, a postupně se vysouvají, podle toho, jak se mění hustota neutronů. Kompenzační tyče se však u velkých reaktorů obyčejně nepoužívají, ke kompenzaci se používá efekt snižování koncentrace kyseliny borité v primárním okruhu. Havarijní tyče se používají při krizových situacích, kdy se automaticky zasunou volným pádem, čímž lze snížit výkon až o 90 %[7].

Jedním z prototypů jaderných reaktorů, které by se mohly používat v budoucnosti, jsou reaktory používající roztavené soli MSR (Molten Salt Reactors). Ty by jako palivo i chladící medium používaly roztavené soli, např. fluoridy UF_4 nebo ThF_4. Vzhledem k jejich vyššímu varnému bodu by nebylo nutné udržovat je pod tlakem a mohly by dosahovat vyšších teplot, čímž by například mohly být využívány k produkci vodíku[8].

[7] LIBRA, Martin; MLYNÁŘ, Jan a POULEK, Vladislav. Jaderná energie. Praha: Ilsa, 2012. s. 57-60. ISBN 978-80-904311-6-4.
[8] LIBRA, Martin; MLYNÁŘ, Jan a POULEK, Vladislav. Jaderná energie. Praha: Ilsa, 2012. s. 64. ISBN 978-80-904311-6-4.



Obrázek 2: Schéma reaktoru VVER-1000. 1) Pohony řídicích tyčí 2) Vrchní část reaktoru 3,4) Vstupní a výstupní nátrubky 5) Šachta reaktoru 6,7) Oblast aktivní zóny[9]

[9] Wikimedia Commons. *WWER 1000 scheme.* Ilustrace. Online. 19. června 2005. In: commons.wikimedia.org. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wwer-1000-scheme.png [citováno 2024-02-06].

2.3 Proces generace elektrické energie v jaderné elektrárně s reaktorem VVER

Jaderná elektrárna ve své podstatě funguje na stejném principu jako uhelná elektrárna. Nějakým způsobem je zahřívána voda, ta se vypařuje, vzniklá pára roztáčí turbínu, která generuje elektrickou energii. Podstatným rozdílem však je to, jakým způsobem je voda zahřívána. Zatímco v uhelné elektrárně se spaluje uhlí, v jaderné elektrárně je tento proces trochu složitější. Nyní si ho popíšeme.

Jaderná elektrárna se dělí na tři okruhy, přičemž každý z nich má svou funkci, a je nezbytný pro správný chod elektrárny. Jde o primární okruh, sekundární okruh a chladící okruh.

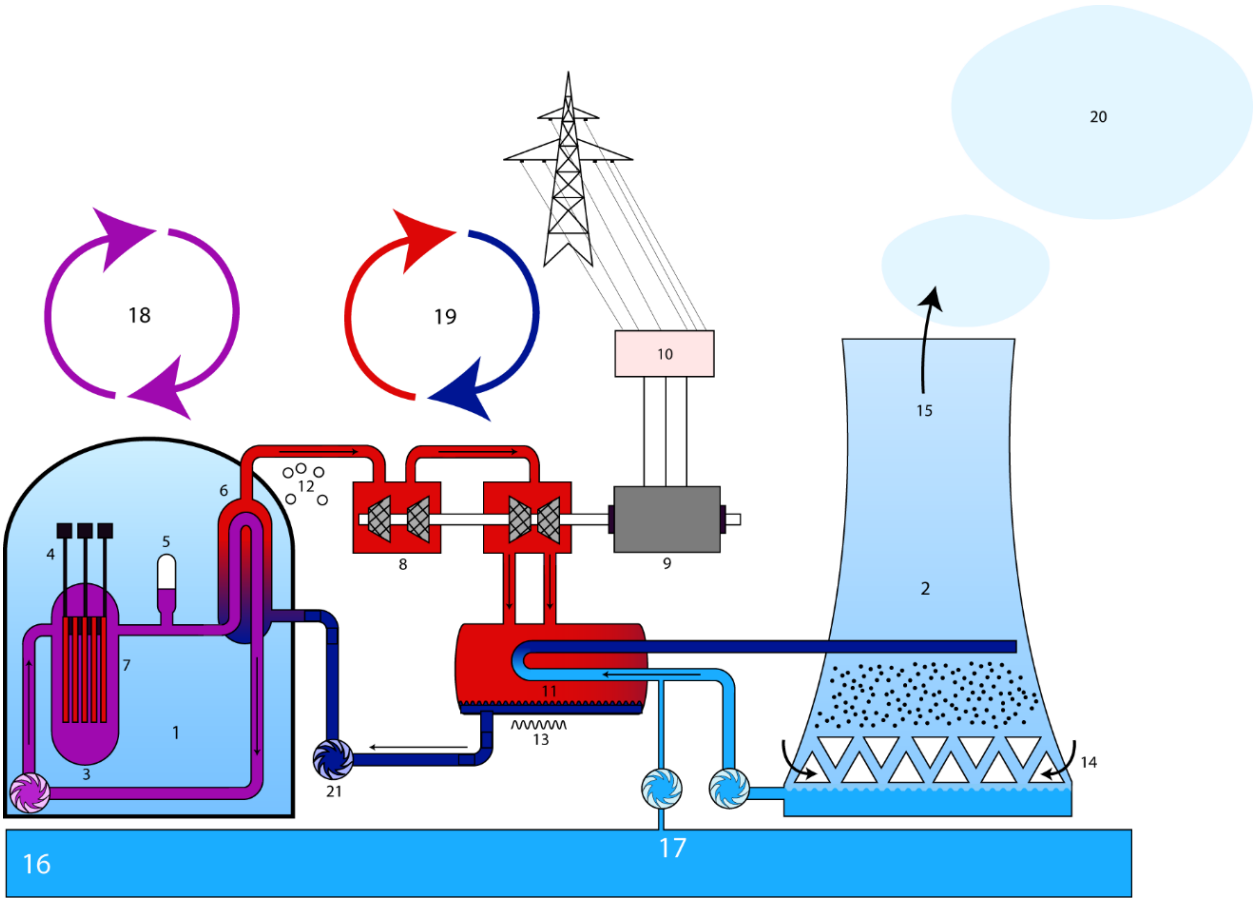
Primární okruh byl již víceméně popsán v předchozích odstavcích, proto jen stručně. Skládá se z reaktoru, řídících tyčí, kompenzátoru objemu a aktivní zóny reaktoru. V tomto okruhu se voda nachází v kapalném stavu, udržovaná pod vysokým tlakem. Zahřívá se průchodem přes aktivní zónu, čímž zároveň ochlazuje reaktor. Poté projde parogenerátorem, kde se částečně ochladí a vytvoří páru pro sekundární okruh, a vrací se zpět do aktivní zóny reaktoru. Tato voda nepřichází do styku se žádnou vodou z jiných okruhů.

Sekundární okruh se skládá z parogenerátoru, turbín, elektrického generátoru, transformační stanice, kondenzátoru a pumpy. Voda v parogenerátoru je zahřívána vodou z primárního okruhu, čímž vzniká pára. Zajímavostí je, že pára vzniklá v jaderné elektrárně má nižší teplotu než v uhelných elektrárnách – 300 °C oproti 550-650 °C. To má za následek nižší účinnost parní turbíny. Z parogenerátoru je pára vedena do turbín, které pohání generátor elektrické energie. Ten je napojen na transformační stanici, která transformuje generovaný proud, aby mohl putovat do rozvodové sítě. Na výstupu turbíny pára kondenzuje, což snižuje její tlak a umožňuje práci turbíny. Voda poté dále kondenzuje na kondenzátoru, který je chlazen terciálním okruhem, a pomocí pumpy je vedena zpět do parogenerátoru. Tato voda opět nepřichází do styku s vodou z primárního okruhu ani z terciárního, chladícího.

Terciární neboli chladící okruh se skládá z chladící věže, pumpy a zdroje vody. Částečně sem patří také kondenzátor, jelikož chladící okruh dodává chladnou

vodu do kondenzátoru, kterým prochází v tenkých titanových trubkách. Chladící voda se důsledkem působení kondenzující vody sekundárního okruhu ohřeje. Poté se chladí rozstřikováním v chladící věži, kde se část odpaří do ovzduší, a zbytek ochlazené vody spadá do sběrného bazénu pod chladící věží, odkud je pumpována zpět do chladících trubek kondenzátoru. Vodu, která se odpaří, je potřeba neustále doplňovat, proto je potřeba stavět jaderné elektrárny poblíž zdroje vody – jaderná elektrárna Temelín je nedaleko řeky Vltavy. Důležitá je skutečnost, že elektrický výkon elektrárny spotřebuje pouze jednu třetinu tepelného výkonu, a tak je zbylé dvě třetiny potřeba uchladit v chladících věžích či například odvést horkovodem[10].

[10] LIBRA, Martin; MLYNÁŘ, Jan a POULEK, Vladislav. Jaderná energie. Praha: Ilsa, 2012. s. 68-70. ISBN 978-80-904311-6-4.

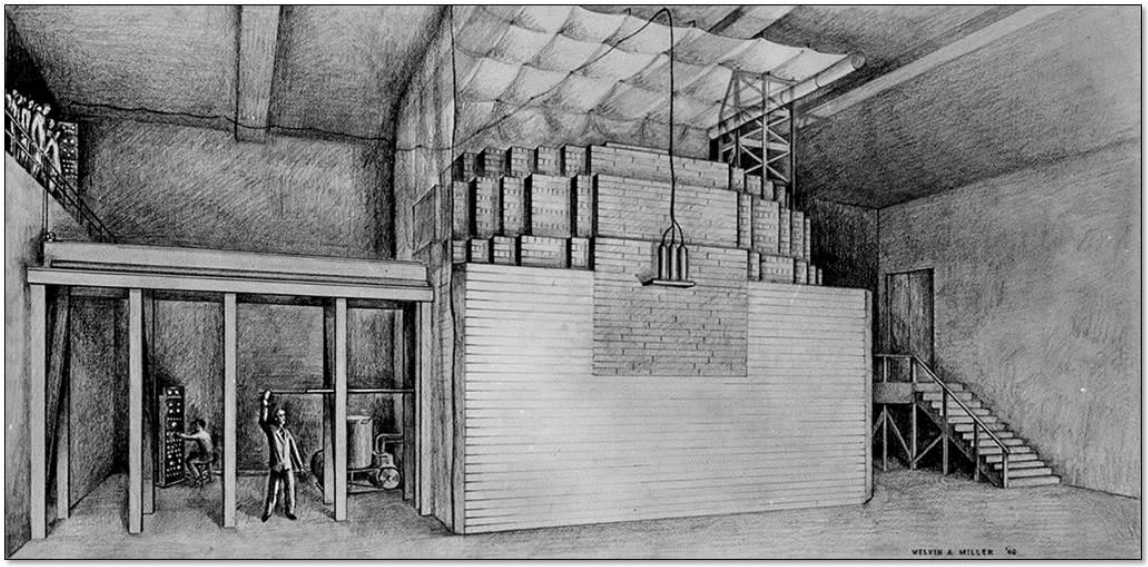


Obrázek 3: Schéma jaderné elektrárny s tlakovodním reaktorem **1)** Reaktorová hala, uzavřená v nepropustném kontejnmentu; **2)** Chladicí věž; **3)** Tlakovodní reaktor; **4)** Řídící tyče; **5)** Kompenzátor objemu; **6)** Parogenerátor – v něm horká voda pod vysokým tlakem vyrábí páru v sekundárním okruhu; **7)** Aktivní zóna; **8)** Turbína – vysokotlaký a nízkotlaký stupeň; **9)** Elektrický generátor; **10)** Transformační stanice; **11)** Kondenzátor sekundárního okruhu; **12)** Pára; **13)** Kondenzát; **14)** Přívod vzduchu do chladicí věže; **15)** Odvod teplého vzduchu a páry komínovým efektem; **16)** Řeka; **17)** Chladicí okruh; **18)** Primární okruh (voda pouze kapalná pod vysokým tlakem); **19)** Sekundární okruh (červeně značena pára, modře voda); **20)** Oblaka vzniklá kondenzací vypařené chladicí vody; **21)** Pumpa.[11]

[11] KUNTOFF, Steffen. *Nuclear power plant-pressurized water reactor-PWR.* Ilustrace. Online. 3. října 2005. In: commons.wikimedia.org Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nuclear_power_plant-pressurized_water_reactor-PWR.png [citováno 2024-02-06].

3 Historie jaderných elektráren

Prvním jaderným reaktorem se samoudržitelnou štěpnou reakcí na světě byl americký reaktor Chicago Pile-1. Tento reaktor vznikl v rámci amerického projektu Manhattan E. Fermiho a R. Oppenheimera. Byl postaven pod tribunou stadionu chicagské univerzity. Tento reaktor se skládal z uranových a grafitových bloků, které byly uspořádány do mřížky, čímž vznikla aktivní zóna. Štěpná reakce byla řízena pomocí kadmiových tyčí, které byly manipulovány skrze otvory ve stěnách reaktoru. Reaktor byl vybaven havarijní tyčí, která byla řízena automatickým systémem. V případě, že by tento systém selhal, byl také u pokusu přítomen muž se sekerou, který by přesekl lano, držící havarijní tyč nad reaktorem. Z této pozice také vychází název pro nouzové vypnutí jaderného reaktoru SCRAM – Safety Control Rod Axe Man. Jelikož šlo o pokusný reaktor, nebyl opatřen chlazením ani



Obrázek 4: První jaderný reaktor Chicago Pile-1[12]

ochranným pláštěm vůči radiaci – předpokládalo se, že délka reakce nepřesáhne několik desítek minut, a také nebyly příliš známé účinky radioaktivního záření na člověka. Tento experiment prokázal, že lze provést

[12] MILLER, Melvin A. *Architect's drawing of the first pile, Stagg Field, University of Chicago.* Kresba. Online. 1940 In: Atomicarchive.com. Dostupné z: https://www.atomicarchive.com/history/first-pile/firstpile_01.html [citováno 2024-02-06].

jaderné štěpení, a umožnil další vývoj jak jaderných zbraní, tak i mírového využití jaderné energie[13].

3.1 Jaderná energie v USA

Jedním z prvních, kdo zmínili možnost mírového využití jaderné energie, byl americký prezident Harry S. Truman, který již v roce 1945 navrhl zřídit komisi, která by řídila jaderný výzkum, a zabezpečila kontrolu nad relevantními materiály, pro účely vojenské a mírové. V roce 1946 tak byla zřízena Komise pro atomovou energii USA, která se sice ze začátku zabývala zejména dalším vývojem jaderných zbraní, ale postupně zahájila výzkum a vývoj jaderných reaktorů, zejména v národních laboratořích Los Alamos, Oak Ridge či Argonne. Základem rozvoje jaderné energetiky v USA se staly reaktor typu PWR (Pressurized Water Reactor – tlakovodní reaktor), který byl původně navržen pro pohon jaderných ponorek, a reaktor BWR (Boiling Water Reactor – varný reaktor). Poprvé byl jaderný reaktor využit k výrobě elektrické energie v roce 1951, ve výzkumné stanici EBR-I. V roce 1953 podaly společnosti Westinghouse a Duquesne Lighting žádost o povolení výstavby jaderné elektrárny, a v roce 1957 byla v Pensylvánii dokončena výstavba jaderné elektrárny Shippingport, která se stala první jadernou elektrárnou západního bloku, využitou čistě pro mírové účely.

Amerika se také významně podílela na tvorbě mezinárodní legislativy v oblasti jaderné energetiky. Příkladem je program Atoms for peace, který iniciovali v rámci OSN. Tento program měl za cíl motivovat soukromé podnikatele k provozu jaderných elektráren, a také podporoval mezinárodní kooperaci na poli jaderné energetiky – v rámci tohoto programu vybudovaly Spojené státy reaktory například v Pákistánu nebo Izraeli[14]. Principiální rozvoj v oblasti bezpečnosti jaderné energetiky v USA zapříčinila havárie v roce 1979 v jaderné elektrárně Three Mile Island.

[13] ALLARDICE, Corbin a TRAPNELL, Edward R. *The First Pile.* Online. In: atomicarchive.com. Dostupné z: https://www.atomicarchive.com/history/first-pile/firstpile_01.html. [citováno 2023-11-22].
[14] HANDRLICA, Jakub. Jaderné právo: právní rámec pro mírové využívání jaderné energie a ionizujícího záření. Praha: Auditorium, 2012. s. 35-36. ISBN 978-80-87284-33-9.

3.2 Jaderná energie ve Velké Británii

Další z mocností, využívající jaderné energie, je Velká Británie. V roce 1945 byl britskou vládou založen Výzkumný ústav atomové energie, kde byly vybudovány první reaktory. V letech 1950 a 1951 byly spuštěny jaderné reaktory, které vyráběly plutonium pro vojenské účely. Také zde probíhaly pokusy o vyvinutí rychlého množivého reaktoru, kdy v roce 1959 byl spuštěn první experimentální reaktor PFR (Prototype Fast Reactor), plného výkonu se podařilo dosáhnout v roce 1977. Také vyvinuli reaktor typu Magnox (chlazený plynem) a pokročilý grafitový reaktor AGR, který dosáhl plného výkonu v roce 1963. V provozu jaderných zařízení pro civilní a mírové účely nyní pokračuje zejména společnost British Nuclear Fuels Ltd. (v roce 1996 částečně privatizována)[15]. V roce 1598 došlo k havárii v jaderné elektrárně Windscale, což mělo velký dopad na vývoj jaderné bezpečnosti.

3.3 Jaderná energie v Sovětském svazu

Prvním reaktorem zprovozněným v SSSR byl uran-grafitový reaktor I. Kurčatovova, uvedeném do provozu v roce 1946. Tento reaktor sloužil primárně ke tvorbě plutonia pro vojenské účely. V roce 1949 se jim tak podařilo vyrobit atomovou bombu, čímž skončil jaderný monopol USA. Zároveň s těmito procesy však probíhal i výzkum mírového využití jaderné energie. V roce 1954 byl v Obninsku zapojen první jaderný reaktor na světě sloužící výhradně k produkci elektrické energie. Šlo o uran-grafitový kanálový reaktor série AM s vodním chlazením, jehož výkon byl pouhých 5 MW. Sovětskou „jadernou zajímavostí“ jsou ledoborce poháněné jaderným reaktorem, kdy první z nich, se jménem *Lenin*, byl zprovozněn již v roce 1959. Na tuto odnož mimo jiné navazuje moderní ruská plovoucí jaderná elektrárna *Akademik Lomonosov,* která slouží k zásobování odlehlých sibiřských měst teplem a elektrickou energií[16].

V kontextu jaderné energetiky se samozřejmě nejde nezmínit o havárii Černobylské atomové elektrárny v roce 1986, kdy v důsledku špatně dodržovaných bezpečnostních procedur, neodborně provedenému pokusu

[15] HANDRLICA, Jakub. *Jaderné právo: právní rámec pro mírové využívání jaderné energie a ionizujícího záření*. Praha: Auditorium, 2012. s. 37-38. ISBN 978-80-87284-33-9.
[16] HANDRLICA, Jakub. *Jaderné právo: právní rámec pro mírové využívání jaderné energie a ionizujícího záření*. Praha: Auditorium, 2012. s. 38-39. ISBN 978-80-87284-33-9.

a strachu z reakce strany na selhání došlo k přehřátí, protavení a výbuchu reaktoru číslo 4. Došlo k uvolnění radioaktivních látek do ovzduší a k silné kontaminaci okolního prostředí a velké části Evropy. Dodnes jde o nejzávažnější jadernou havárii v historii a vzbuzuje odpor kritiků jaderné energie. Velkou tragédií byla také havárie jaderné elektrárny Fukušima 1 v roce 2011, kdy v důsledku zatopení elektrárny vlnou tsunami došlo k výbuchu tlakových nádob reaktoru. Díky včasné evakuaci však ze 150 000 evakuovaných obyvatel nikdo nebyl smrtelně ozářen[17].

3.4 Jaderné elektrárny u nás

První elektrárnou, postavenou ještě na území bývalého Československa, byla jaderná elektrárna Jaslovské Bohunice. Komplex jaderných elektráren se nachází nedaleko obce Jaslovské Bohunice v okrese Trnava, na Slovensku. Tento komplex se skládá ze tří jaderných elektráren, které jsou rozděleny podle jejich reaktorů. Nejstarší je elektrárna A1, s jaderným reaktorem typu KS-150, která byla uvedena do provozu v roce 1972. Po ní následují elektrárny V1 a V2 s generátory typu VVER-440/230 a VVER-440/213. V této části práce popíšu elektrárnu A1.

Projektování jaderné elektrárny Bohunice A1 začalo v roce 1956. Elektrárna byla původně koncipována jako experimentální, s úkolem ověřit možnosti využití přírodního, neobohaceného uranu v jaderných reaktorech. Stavební práce začaly v roce 1958, a byly dokončeny v roce 1972. Na stavbě se podílely slovenská firma Hydrostav Bratislava a česká Škoda Plzeň. Po zkouškách provozu byla dne 25. 12. připojena k energetické síti. Jaderná elektrárna využívala prototypní reaktor KS-150, na jehož návrhu se podíleli technici jak z ČSSR, tak z SSSR[18]. Šlo o reaktor moderovaný těžkou vodou, ale chlazený oxidem uhličitým. Palivový článek byl tvořen svazkem prutů z kovového uranu, umístěný do ochranné trubky ze zirkonové slitiny. Každý článek byl uložen v samostatném technologickém kanálu, kterým protékalo chladivo – oxid uhličitý. Primární chladící okruh

[17] World Nuclear Association. *Fukushima accident.* Online. In: world-nuclear.org. Dostupné z: https://web.archive.org/web/20150331021712/https://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Fukushima-Accident/. [citováno 2024-01-22].

[18] Jadrová a vyraďovacia spoločnosť, a. s. *Jadrová elektráreň A1 – Technológia.* Online. In: javys.sk. Dostupné z: https://www.javys.sk/sk/jadrove-zariadenia/jadrova-elektraren-a1/technologia. [citováno 2023-12-01].

se skládal ze šesti smyček, přičemž jedna smyčka se skládala z parogenerátoru, turbokompresoru a dvou paralelních potrubí teplých a studených větví chladiva. Jednotlivé smyčky bylo možné od reaktoru oddělit pomocí sekčních armatur. Oxid uhličitý vstupoval do reaktoru dvanácti studenými potrubími v horní časti tlakové nádoby. Po vstupu do reaktoru se plyn smíchal v míchací komoře studeného plynu. Odtud vstupoval do jednotlivých technologických kanálů, kde obtékal jednotlivé palivové články, čímž je chladil. Po odebrání vzniklého tepla, vstupoval do horké komory reaktoru, kde se opět promíchával a vystupoval z reaktoru dvanácti teplými potrubími. Skrze teplá potrubí vstupoval plyn do parogenerátorů, kde na sekundární straně odpařoval vodu a přehříval páru, která byla vedená do turbíny. Ochlazený oxid uhličitý vstupoval z parogenerátoru do sání turbokompresoru. Z něj postupoval plyn studenými potrubími zpět do reaktoru. Chlazení moderátoru zabezpečovaly tři chladící smyčky. Jedna smyčka se skládala ze dvou chladičů a jednoho čerpadla těžké vody – oxidu deuteria. Teplota moderátoru se udržovala na maximálně 90 °C v jádře reaktoru. Celkový tepelný výkon elektrárny byl 560 MW, její elektrický výkon dosahoval 127 MW. Hmotnost moderátoru byla 57200 kg a hmotnost paliva 24600 kg. Teploty na vstupu do reaktoru dosahovaly 112 °C, teploty na výstupu 426 °C. Termická účinnost reaktoru byla přibližně 22 %, tlak chladiva se pohyboval mezi 5 až 6 MPa, průtok chladiva byl 1576 kg/s[19].

V roce 1977 v bloku A1 došlo k havárii, v důsledku hrubého porušení bezpečnostních předpisů. Tato havárie měla za následek silnou kontaminaci primárního a sekundárního okruhu. I proto byl provoz elektrárny ukončen, a momentálně probíhá její likvidace.

[19] Jadrová a vyraďovacia spoločnosť, a. s. *Jadrová elektráreň A1 – História.* Online. In: javys.sk. Dostupné z: https://www.javys.sk/sk/jadrove-zariadenia/jadrova-elektraren-a1/historia. [citováno 2023-12-01].

Obrázek 5: Jaderná elektrárna Jaslovské Bohunice[20]

Momentálně jsou v provozu v České republice dvě jaderné elektrárny – jaderná elektrárna Dukovany a jaderná elektrárna Temelín.

3.4.1 Jaderná elektrárna Dukovany

Jde o první jadernou elektrárnou, která byla postavena v Česku. Energii v ní vyrábějí čtyři jaderné reaktory VVER 440 tlakovodního typu. Tyto reaktory měly původní výkon 440 MW, ale po modernizaci dosahují výkonu až 510 MW, celkový výkon jaderné elektrárny je tedy 2040 MW. Při ranní a odpolední špičce také síť posiluje přečerpávací vodní elektrárna Dalešice na řece Jihlavě, která poskytuje dalších 480 MW výkonu. Jaderná elektrárna je jednou ze základních složek české energetické sítě – pokrývá přes 20 % celkové spotřeby České republiky. Během 38 let svého provozu vyrobila přes 500 TWh elektrické energie. První reaktorový blok byl uveden do provozu v roce 1985, a v roce 1987 byl spuštěn poslední, čtvrtý, blok. Předpokládaný provoz elektrárny je do roku 2037 s možností prodloužení až do roku 2047. Spolehlivost provozu

[20] Wikimedia Commons. *Bohunice.* Fotografie. Online. 7. května 2007. In: commons.wikimedia.org Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bohunice_(04710009).jpg [citováno 2024-02-06].

a jeho bezpečnost zajišťuje dozor několika státních a mezinárodních úřadů (SÚJB, MAAE, WANO a další).

Více než 80 % zařízení v jaderné elektrárně je vyrobena v České republice. Podklady pro projekt zpracovala firma LOTEP (bývalý SSSR), prováděcí projekt Energoprojekt Praha, generálním dodavatelem stavby byly Průmyslové stavby Brno a generálním dodavatelem technologie Škoda Praha. Reaktory a turbogenerátory vyrobila Škoda Plzeň, parogenerátory Vítkovice. Všechna tato zařízení jsou průběžně modernizována, díky čemuž jaderná elektrárna nadále splňuje veškeré podmínky pro bezpečný a efektivní provoz.

Jde také o největšího zaměstnavatele v regionu – přímo v elektrárně je zaměstnáno tři tisíce pracovníků, a podle studie Karlovy univerzity souvisí s provozem jaderné elektrárny až třicet tisíc pracovních míst[21].

3.4.2 Jaderná elektrárna Temelín

Jaderná elektrárna Temelín je jaderná elektrárna, která se nachází 24 km od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou, v Jihočeském kraji. Vlastní ji skupina ČEZ a je v ní zaměstnáno přibližně 1000 pracovníků. Je mladší než jaderná elektrárna Dukovany, má však vyšší jmenovitý výkon (předpokládaný stálý výkon při plném zatížení) 2164 MW oproti 2040 MW dukovanské elektrárny.

O výstavbě jaderné elektrárny bylo rozhodnuto v roce 1980, po expertním výběru lokality. Původní záměr bylo postavit elektrárnu se čtyřmi bloky, s reaktory VVER 1000. Generálním projektantem stavby prvního a druhého bloku byla firma Energoprojekt Praha, která v roce 1985 vypracovala úvodní projekt. V roce 1982 byl uzavřen kontrakt na dodávku sovětského technického projektu. Šlo o budovu reaktorové haly, budovu aktivních a pomocných provozů a budovy dieselgenerátorových stanic. V listopadu 1986 bylo vydáno stavební povolení, a samotná stavba začala v únoru 1987. Generálním dodavatelem byla Škoda Praha, a. s., a na vylepšování původního sovětského projektu pracovalo několik československých odborníků. Po událostech listopadu 1989 a vzniku nových

[21] Skupina ČEZ. *Historie a současnost EDU.* Online. In: ČEZ.cz, 2023. Dostupné z: https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/edu/historie-a-soucasnost. [citováno 2023-11-26].

politických a ekonomických podmínek však došlo k přehodnocení toho, zda je potřeba výkon 4000 MW. Vláda samostatné České republiky pak svým usnesením č. 103/93 z března 1993 rozhodla, že dostavba jaderné elektrárny bude pokračovat, avšak pouze v rozsahu dvou bloků. I přes problémy ze strany Rakouska a několika protijaderných občanských sdružení byla stavba dokončena, v červenci 2000 bylo zavezeno první palivo do reaktoru, a 21. prosince 2000 vyrobil první blok první elektřinu. Pro potřeby odběru technologické vody bylo vybudováno vodní dílo Hněvkovice na Vltavě. Požadovanou kvalitu vody zaručují čističky odpadních vod na horním toku Vltavy, především ve Větřní, Českém Krumlově a Českých Budějovicích.

V elektrárně proběhla řada modernizací, jak již před jejím vznikem v 90. létech, tak i po výstavbě. Šlo například o provedení auditu americkou firmou Halliburton NUS, který doporučil nahradit původní systém řízení moderním digitálním systémem, provést záměnu původního sovětského paliva a aktivní zóny, zahájit práce na pravděpodobnostním hodnocení bezpečnosti (PSA), dokončit projekt a instalaci plnorozsahového trenažéru, nahradit původní kabely nehořlavými apod. Dodávku systémů kontroly a řízení, radiačního monitorovacího systému, diagnostického systému primárního okruhu, ale také dodávku jaderného paliva na základě výběrových řízení poskytla americká firma Westinghouse.

Výstavba jaderné elektrárny Temelín umožnila řešit nedostatek elektrické energie na jihu Čech, ale i obtížnou ekologickou situaci v severních Čechách, jelikož temelínská elektrárna umožnila nahradit již zastaralé a postupně odstavované bloky v uhelných elektrárnách. Jaderná elektrárna Temelín nyní společně s jadernou elektrárnou Dukovany kryjí přibližně třetinu domácí výroby[22].

4 Havarijní plán

Havarijní plán kraje je dokument, který zpracovává Hasičský záchranný sbor (dále HZS) kraje, pro řešení mimořádných událostí, které vyžadují vyhlášení

[22] Skupina ČEZ. *Historie a současnost Elektrárny Temelín.* Online. In: ČEZ.cz, 2023. Dostupné z: https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/ete/historie-a-soucasnost. [citováno 2023-12-01].

třetího nebo zvláštního stupně poplachu. Třetí stupeň poplachu je vyhlašován v případě, že

a) mimořádná událost ohrožuje více jak 100 a nejvýše 1000 osob, část obce nebo areálu podniku, soupravy železniční přepravy, několik chovů hospodářských zvířat, plochy území do 1 km2, povodí řek, produktovody, jde o hromadnou havárii v silniční dopravě nebo o havárii v letecké dopravě, nebo

b) záchranné a likvidační práce provádí základní a ostatní složky nebo se využívají síly a prostředky z jiných krajů, nebo

c) je nutné složky při společném zásahu v místě zásahu koordinovat velitelem zásahu za pomoci štábu velitele zásahu a místo zásahu rozdělit na sektory a úseky.

Zvláštní stupeň poplachu je vyhlašován v případě, že

a) mimořádná událost ohrožuje více jak 1000 osob, celé obce nebo plochy území nad 1 km2,

b) záchranné a likvidační práce provádí základní a ostatní složky včetně využití sil a prostředků z jiných krajů, popřípadě je nutno použít pomoc podle § 22 zákona nebo zahraniční pomoci,

c) je nutné složky při společném zásahu v místě zásahu koordinovat velitelem zásahu za pomoci štábu velitele zásahu a místo zásahu rozdělit na sektory a úseky, nebo

d) společný zásah složek vyžaduje koordinaci na strategické úrovni podle § 2 písm. c)[23].

Pro zpracování havarijního plánu kraje použije HZS kraje analýzu vzniku mimořádných událostí a z toho vyplývající ohrožení území kraje, podklady poskytnuté právnickými osobami a podnikajícími fyzickými osobami, dotčenými správními úřady, obecními úřady, jednotlivými složkami a ve spolupráci s nimi. Analýza vzniku mimořádných událostí se zpracovává na základě analytických

[23] vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

podkladů, které připravují jednotlivé složky integrovaného záchranného systému na základě jejich působnosti. Tato analýza obsahuje přehled zdrojů mimořádných událostí, přehled pravděpodobných mimořádných událostí, vč. možnosti jejich vzniku, rozsahu a ohrožení území, a předpokládané záchranné a likvidační práce. Havarijní plán kraje se zpracovává minimálně ve dvou vyhotoveních. První se ukládá jako součást krizového plánu kraje pro jednání bezpečnostní rady a krizového štábu kraje, druhé se ukládá na operačním a informačním středisku kraje[24].

Havarijní plán kraje se dělí na tři části: informační, operativní a plány konkrétních činností.

4.1 Informační část

V informační části najdeme charakteristiku kraje, která je tvořená z části geografické, demografické, klimatické a hydrologické, a z popisu infrastruktury. Dále obsahuje skutečnosti zjištěné analýzou možného vzniku mimořádných událostí pro jednotlivé druhy mimořádných událostí. Jde o:

a) místo možného vzniku,

b) pravděpodobnost vzniku,

c) rozsah a ohrožení v závislosti na čase a dalších podmínkách,

d) seznam obcí včetně přehledu o počtu jejich obyvatel a seznam právnických osob a podnikajících fyzických osob zahrnutých do havarijního plánu kraje,

e) ohrožení obyvatelstva,

f) předpokládané škody,

g) předpokládané následky vyvolané mimořádnou událostí,

h) zásady pro provedení záchranných a likvidačních prací,

i) předpokládané množství sil a prostředků pro záchranné a likvidační práce,

[24] vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

j) popis příslušné části (ke konkrétnímu druhu mimořádné události) struktury organizace havarijní připravenosti kraje včetně uvedení působnosti složek,

k) popis využitelné části (ke konkrétnímu druhu a místu mimořádné události) systému vyrozumění a varování v rámci organizace záchranných a likvidačních prací a ochrany obyvatelstva,

l) možnosti asanace předpokládaných následků mimořádné události, s uvedením odpovědnosti za provedení jednotlivých asanačních opatření, a

m) výčet mimořádných událostí, které přesahují hranice kraje nebo mohou vzniknout na území kraje anebo se mohou šířit z jiných krajů. Při možnosti vzniku jednoho druhu mimořádné události na více místech na území kraje za podobných podmínek se popíše pouze nejnebezpečnější varianta, u ostatních se pouze popíšou odlišnosti a specifika[25].

4.2 Operativní část

V operativní části jsou uvedeny síly a prostředky pro záchranné a likvidační práce, ale s ohledem na pomoc vyžadovanou podle § 20 odst. 1 a 2 z. č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému pouze tehdy, pokud nejsou zahrnuty v poplachových plánech (poplachový plán kraje se přiloží k havarijnímu). Uvádí se s těmito údaji:

a) pomoc poskytovaná sousedním krajům zahrnuje

1. mimořádné události, při nichž bude pomoc zpravidla realizována,

2. síly a prostředky určené k pomoci,

3. způsob povolání sil a prostředků určených k pomoci a jejich zapojení do záchranných a likvidačních prací a

4. odpovědnost za vyslání,

[25] vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

b) pomoc, která může být poskytnuta ze sousedních krajů, zahrnuje

1. mimořádné události, při nichž bude zpravidla pomoc vyžadována,

2. síly a prostředky určené k pomoci,

3. způsob povolání sil a prostředků určených k pomoci a jejich zapojení do záchranných a likvidačních prací a

4. odpovědnost za vyslání,

c) pomoc, která může být poskytnuta z ústřední úrovně, zahrnuje

1. mimořádné události, při nichž bude zpravidla pomoc vyžadována,

2. síly a prostředky určené k pomoci,

3. způsob povolání sil a prostředků určených k pomoci a jejich zapojení do záchranných a likvidačních prací a

4. odpovědnost za vyslání,

d) způsob vyrozumění o mimořádné události a spojení[26].

4.3 Plány konkrétních činností

V havarijním plánu kraje dále nalezneme druhy plánů konkrétních činností. Zpracovává se plán:

a) vyrozumění,

b) traumatologický,

c) varování obyvatelstva,

d) ukrytí obyvatelstva,

e) individuální ochrany obyvatelstva,

f) evakuace obyvatelstva,

g) nouzového přežití obyvatelstva,

[26] vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

h) monitorování,

i) pohotovostní plán veterinárních opatření,

j) veřejného pořádku a bezpečnosti,

k) ochrany kulturních památek,

l) hygienických a protiepidemických opatření,

m) komunikace s veřejností a hromadnými informačními prostředky,

n) odstranění odpadů.

Podrobněji popíšu pouze některé z těchto plánů, které jsem vyhodnotil jako nejrelevantnější pro tuto práci. Jde o plán vyrozumění, plán varování obyvatelstva, plán ukrytí obyvatelstva, plán individuální ochrany obyvatelstva, plán evakuace obyvatelstva, plán nouzového přežití obyvatelstva a plán odstranění odpadu.

Plán vyrozumění popisuje, jakým způsobem bude předána prvotní informace o mimořádné událostí, jak proběhne vyrozumění a povolání ostatních složek integrovaného záchranného systému, informování hejtmana kraje a starostů ORP (obce s rozšířenou působností), a předávání informací krajskému úřadu, obecním úřadům ORP, ostatním správním úřadům, a obecním úřadům dotčených obcí.

V plánu varování obyvatelstva se nachází přehled vyrozumívacích center a koncových prvků varování, způsob varování obyvatelstva o možném vzniku nebezpečí, dále také varovný signál a jeho význam, včetně náhradního způsobu varování, způsob předání tísňových informací a informování o ukončení ohrožení, a rozdělení odpovědnosti za varování obyvatelstva.

Plán ukrytí obyvatelstva obsahuje zásady zabezpečení ukrytí, přehled stálých úkrytů ve správním obvodu ORP, včetně vyznačení typu úkrytu a kapacity ukrývaných osob, přehled vhodných prostor pro vybudování improvizovaných krytů a rozdělení odpovědnosti za ukrytí obyvatelstva.

V plánu individuální ochrany obyvatelstva najdeme některé způsoby provedení improvizované ochrany očí, povrchu těla a dýchacích cest, dále

množství a strukturu prostředků individuální ochrany pro vybrané kategorie osob a místa jejich uskladnění, zabezpečení a způsob výdeje prostředků individuální ochrany, a rozdělení odpovědnosti.

Plán evakuace obyvatelstva popisuje rozsah evakuačních opatření, zásady provádění evakuace, zabezpečení evakuace, orgány pro řízení evakuace a způsob jejich vyrozumění, a rozdělení odpovědnosti.

Plán nouzového přežití obyvatelstva obsahuje zabezpečení nouzového ubytování, nouzového zásobování potravinami a pitnou vodou, zajištění nouzových základních služeb obyvatelstvu, nouzové dodávky energií, organizování humanitární pomoci a rozdělení odpovědnosti.

Plán odstranění odpadů vzniklých při mimořádné události popisuje způsob odstranění odpadů a složky provádějící jejich odstranění, přehled zařízení na odstranění odpadů a nebezpečných odpadů, rozdělení odpovědnosti a stanovení dozoru při odstranění odpadů[27].

4.4 Vnitřní havarijní plán

Vnitřní havarijní plán zpracovává provozovatel objektu zařazeného do skupiny B, jaderného zařízení nebo pracoviště IV. kategorie. Objekt je zařazen do skupiny B na návrh provozovatele, a to v případě,

a) že množství nebezpečné látky umístěné v objektu je stejné nebo větší, než je množství uvedené v příloze č. 1 k tomuto zákonu v sloupci 2 tabulky I nebo II a současně je menší, než množství uvedené v příloze č. 1 k tomuto zákonu v sloupci 3 tabulky I nebo II, nebo

b) součet poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu provedený podle vzorce a za podmínek uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu je roven nebo větší než 1 v případě, že není dosaženo množství nebezpečné látky podle písmene a).

V tomto plánu stanoví opatření přijímána při vzniku závažné havárie za účelem zmírnění následků na životy a zdraví lidí či zvířat, dopadů na životní

[27] vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

prostředí a na majetek[28]. Havarijní plán musí mimo jiné obsahovat jména, příjmení a funkce osob, které jsou odpovědné za realizaci bezpečnostních opatření, scénáře možných havárií a odezvy na ně, popis možných následků závažné havárie, způsob vyrozumění dotčených orgánů a varování osob, nebo také přehled sil a prostředků IZS a dalších subjektů, které by se na řešení případné havárie podílely. Na základě rozhodnutí krajského úřadu zde také mohou být zahrnuta preventivní bezpečnostní opatření proti případnému vzniku domino efektu (domino efekt – stav, kdy MU v jednom objektu způsobí vznik další MU v jiném objektu). Provozovatel tento plán zpracovává v součinnosti se svými zaměstnanci a projednává jej se zaměstnanci dlouhodobých dodavatelů, a po rozhodnutí krajského úřadu o schválení jej předkládá k evidenci a uložení HZS kraje, pro účely zpracování vnějšího havarijního plánu.

Všichni zaměstnanci a ostatní osoby, které se s jeho vědomím zdržují v objektu, musí být seznámeni s riziky závažné havárie, s preventivními bezpečnostními opatřeními a o jejich žádoucím chování v případě vzniku závažné havárie. Plán musím být uložen takovým způsobem, aby byl dostupný osobám pověřeným k provádění opatření vnitřního havarijního plánu, složkám IZS a osobám vykonávajícím kontrolu podle § 39 zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Vnitřní havarijní plán a postupy v něm se stávají relevantní v případě, kdy k závažné havárii již došlo, její vznik již nelze odvrátit nebo její vznik lze důvodně očekávat.

Vnitřní havarijní plán je potřeba prověřovat každé 3 roky. Také je potřeba jej aktualizovat v případě, že jakákoliv změna technologie nebo druhu či množství nebezpečné látky umístěné v objektu vede ke změně bezpečnosti užívání objektu, a také při organizačních nebo technických změnách, které by měli za následek ovlivnění systému řízení bezpečnosti a účinnosti vnitřního havarijního plánu[29].

4.5 Vnější havarijní plán

Vnější havarijní plán se zpracovává pro objekty kategorie B, jaderná zařízení a pracoviště IV. kategorie (pracoviště s jaderným zařízením a pracoviště

[28]zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií
[29] zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

s úložištěm radioaktivního odpadu, které není jaderným zařízením[30]). Pro účely této práce však není vnější havarijní plán objektů zařazeních do kategorie B tolik podstatný, a proto se zaměřím zejména na vnější havarijní plán jaderných zařízení a pracovišť IV. kategorie.

Nejprve je potřeba zjistit rozsah území zóny havarijního plánování. Tento postup je popsán v kapitole 7. Po zjištění tohoto území se rozdělí na sektory s až šestnácti pravidelnými výsečemi v závislosti na směr větru, a na soustředné kruhy. V okolí samotného jaderného zařízení nebo pracoviště IV. kategorie (dále objektu) je vymezen středový prostor zpravidla kruhového tvaru, ve kterém jsou opatření aplikována bez ohledu na směr šíření radioaktivních látek a na výsledky měření radiační situace. Pro ostatní sektory pak existují ochranná opatření ve formě plánů konkrétních činností (vždy pro daný sektor).

Vnější havarijní plán se dělí na dvě části: textovou, která se skládá z informační části, operativní části a plánů konkrétních opatření, a část grafickou, které obsahuje mapy, grafy, schémata, rozmístění sil a prostředků, způsoby vedení záchranných a likvidačních prací, směry možnosti šíření radioaktivních látek při radiační havárii apod.

4.5.1 Informační část

V informační části je popsána obecná charakteristika objektu, charakteristika území a popis infrastruktury na území, seznam obcí včetně přehledu o počtu obyvatel a seznam právnických a podnikajících fyzických osob, které jsou zahrnuty do vnějšího havarijního plánu, výsledky analýz možných radiačních havárií a jejich radiologických následků, dále systém klasifikace radiačních havárií podle vnitřního havarijního plánu, požadavky na ochranu obyvatelstva a životního prostředí ve vztahu k zásahovým úrovním při radiační havárii, popis struktury organizace havarijní připravenosti v zóně havarijního plánování včetně uvedení kompetencí jejích složek a popis systému vyrozumění a varování[31].

[30] vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje
[31] vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

4.5.2 Operativní část

V této části nalezneme přehled připravených opatření, které jsou prováděna držitelem povolení při podezření na vznik nebo při vzniku radiační havárie. Tyto opatření zpracovává HZS kraje, v závislosti na předpokládané radiační situaci a její časové posloupnosti. Provedení jednotlivých opatření se zajišťuje podle plánů konkrétních činností v závislosti na způsobu šíření uniklých radioaktivních látek. Také zde najdeme

a) úkoly správních úřadů, obcí a složek, kterých se týkají opatření z vnějšího havarijního plánu,

b) způsob koordinace řešení radiační havárie,

c) kritéria pro vyhlášení odpovídajících krizových stavů, jestliže vnější havarijní plán k řešení radiační havárie zjevně nepostačuje,

d) způsob zabezpečení informačních toků při řízení likvidace následků radiační havárie a

e) zásady činnosti při rozšíření nebo možnosti rozšíření následků radiační havárie mimo zónu havarijního plánování a spolupráci správních úřadů a obcí, kterých se týkají opatření z vnějšího havarijního plánu[32]

4.5.3 Plány konkrétních činností

Za účelem konkrétních činností pro provádění záchranných a likvidačních prací na území kraje se zpracuje plán:

a) vyrozumění,

b) varování obyvatelstva,

c) záchranných a likvidačních prací,

d) ukrytí obyvatelstva,

e) jodové profylaxe,

f) evakuace osob,

[32] vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

g) individuální ochrany osob,

h) dekontaminace,

i) monitorování,

j) regulace pohybu osob a vozidel,

k) traumatologický,

l) pohotovostní plán veterinárních opatření,

m) regulace distribuce a požívání potravin, krmiv a vody,

n) opatření při úmrtí osob v zamořené oblasti,

o) zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti,

p) komunikace s veřejností a hromadnými informačními prostředky.

Stejně jako u havarijního plánu kraje podrobněji popíšu pouze některé plány, zejména ty, které se výrazně liší od plánů popsaných v havarijním plánu kraje.

Plán vyrozumění obsahuje jména osob a názvy institucí, adresy a kontakty na operační a informační střediska a operační střediska základních složek působící na území kraje, příslušné zaměstnance kraje a ostatních složek, další krajské nebo obecní úřady, územní správní úřady a obce, ústřední správní úřady a operační střediska s celostátní působností dotčené plánovanými opatřeními, dále výpis ze systému vyrozumění zabezpečovaného držitelem povolení a činnosti každé zasahující složky a příslušných zaměstnanců kraje.

Plán záchranných a likvidačních prací popisuje potřebu předurčených sil a prostředků, která vychází z územně příslušného poplachového plánu, seznam složek určených k plnění úkolů, způsob jejich vyrozumění a povolání, jejich vybavenost ochrannými a technickými prostředky, materiální, technické a zdravotnické zabezpečení, pravděpodobnou lokalitu jejich nasazení včetně trasy příjezdu a odjezdu, způsob řízení zásahu, maximální dobu nasazení složek v místě zásahu s ohledem na jejich zdraví, a způsob provádění dekontaminace a dozimetrické kontroly osob a techniky.

Velmi specifický pro vnější havarijní plány jaderných zařízení je plán jodové profylaxe, který obsahuje počty profylaktik, způsoby distribuce, obměny a použití jodové profylaxe.

V plánu dekontaminace najdeme seznam stanovišť a objektů pro provedení dekontaminace, způsob provedení dekontaminace, zabezpečení náhradního oblečení pro kontaminované osoby, síly a prostředky pro dekontaminaci, způsob jejich vyrozumění a nasazení, a způsob radiační kontroly po provedení dekontaminace.

Nakonec zmíním plán monitorování, který obsahuje způsob předávání zpráv o výsledcích monitorování z celostátní radiační a monitorovací sítě ČR a způsob nakládání se zjištěnými údaji od držitele povolení a jejich předávání[33].

5 Zóna havarijního plánování

Zásady pro vymezení zóny havarijního plánování a postup při jejím vymezení najdeme ve vyhlášce č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře. Tato vyhláška je vydaná podle § 54 odst. 3 zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, a zapracovává předpis Evropské unie – směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU ze dne 4. července 2012 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/ES.

Základními pojmy, relevantními pro tuto vyhlášku, se rozumí:

a) parametrem L minimální vzdálenost výchozí hranice zóny havarijního plánování od zařízení,

b) typovým scénářem zjednodušený průběh závažné havárie, při jehož realizaci může dojít k smrtelným nebo nevratným účinkům na zdraví nechráněných osob,

[33] vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

c) modifikačním faktorem číselná hodnota, která charakterizuje očekávané následky podle typového scénáře a nebezpečnost látky nebo skupiny látek shodné klasifikace a obdobných fyzikálně-chemických vlastností, které mají vliv na stanovení velikosti zóny havarijního plánování,

d) efektivním množstvím hodnota získaná vynásobením množství látky v zařízení modifikačním faktorem, která se použije k odečtu na grafu příslušného typového scénáře[34].

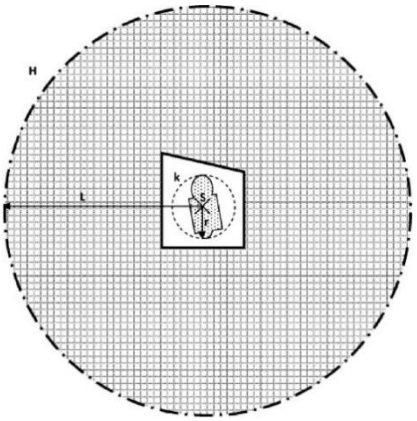
5.1 Vymezení zóny havarijního plánování

Zónu havarijního plánování stanovuje podle zákona č. 263/2016 Sb., atomového zákona Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Vymezuje se jako plocha ohraničená vnější hranicí zóny havarijního plánování. Výjimku v této ploše tvoří území, pro které se zpracovává vnitřní havarijní plán. Výchozí hranice zóny havarijního plánování se vymezuje jako minimální oblast, ve které se v rámci realizace typového scénáře použijí opatření ochrany obyvatelstva. Výchozí hranicí se rozumí hranice pro stanovení vnější hranice zóny havarijního plánování. Nestanovuje se v případě, že shodná nebo menší než plocha území objektu, pro které provozovatel zpracovává vnitřní havarijní plán. Vnější hranice zóny havarijního plánování se stanovuje z výchozí hranice jako výsledná hranice zóny havarijního plánování.

Existuje několik možností určení výchozí hranice. Jde o:

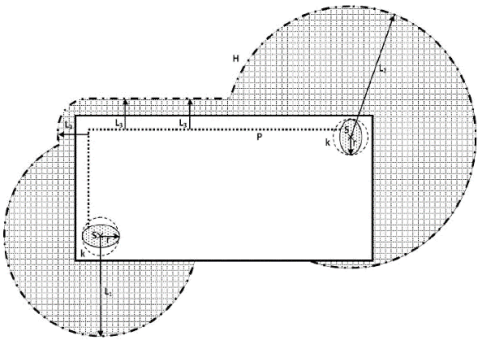
a) Výchozí hranicí je kružnice soustředná s nejmenší kružnicí opsanou kolem půdorysného průmětu objektu nebo zařízení. Podkladem pro určení jejího poloměru je parametr L stanovený podle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 226/2015 Sb. (dále jen příloha)

[34] vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře



Obrázek 6: Vzor stanovení výchozí hranice podle § 4 odst. 1 písm. a) vyhlášky č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře[35]

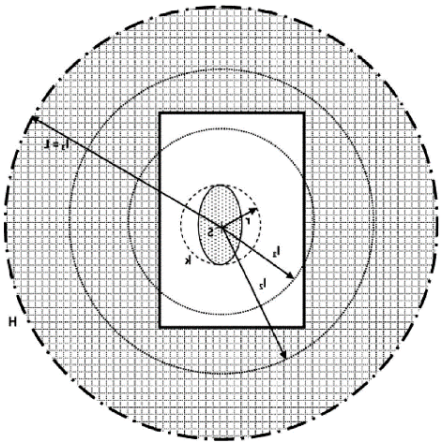
b) Pokud je zařízením potrubí, výchozí hranicí je ohraničení plochy vymezené vzdáleností parametru L na obě strany od osy potrubí. Podkladem pro určení vzdálenosti je parametr L stanovený podle přílohy.



Obrázek 7: Vzor stanovení výchozí hranice podle § 4 odst. 1 písm. b) vyhlášky č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře[36]

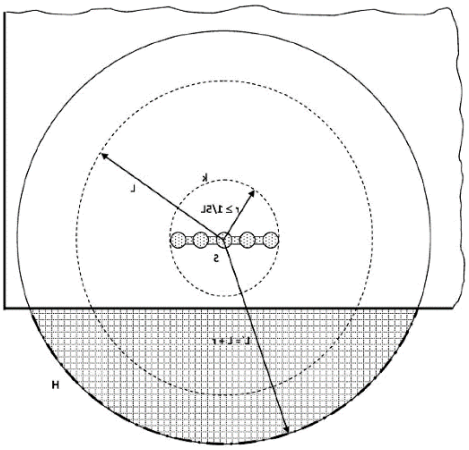
c) Výchozí hranice se stanovuje s použitím nejvyšší hodnoty parametru L, jestliže zařízení zahrnuje různé nebezpečné látky nebo pokud umožňuje hodnotit různé typové scénáře.

[35] vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře
[36] vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře



Obrázek 8: Vzor stanovení výchozí hranice podle § 4 odst. 1 písm. c) vyhlášky č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře[37]

d) Pokud je poloměr nejmenší kružnice opsané kolem půdorysného průmětu zařízení větší nebo roven 1/5 parametru L, výchozí hranice se stanovuje zvětšením parametru L o tento poloměr.



Obrázek 9: Vzor stanovení výchozí hranice podle § 4 odst. 1 písm. d) vyhlášky č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu

[37] vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře

při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře[38]

Vnější hranice se stanoví na základě výchozí hranice její úpravou podle urbanistických, terénních, demografických nebo klimatických poměrů. Také se zohledňuje možnost vzniku domino efektu nebo podmínky, které mohou ovlivnit rozptyl nebezpečné látky, šíření tepla nebo tlakové vlny. Vnější hranice by neměla dělit jednotlivé domy ani obytné celky, nebo, pokud je to nutné, aby byly děleny s ohledem na charakter a intenzitu ohrožení a plánovaná opatření ochrany obyvatelstva. Vnější hranice sleduje části hranic správních území, případně hranic pozemků. Pokud tyto hranice nelze použít, využijí se přirozené hranice, jako jsou vodní toky, silnice, dálnice nebo železniční tratě. Zóna havarijního plánování se zanáší do mapového podkladu v přiměřeném měřítku, elektronicky v geografickém informačním systému, a je dostupná veřejnosti prostřednictvím krajského geoportálu[39].

5.2 Zóna havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín

Havarijní odezva se v případě řešení většiny havárií realizuje ve dvou oblastech. První z nich je vnitřní oblast, která je pod přímou kontrolou provozovatele, obklopuje jadernou elektrárnu, a je vymezená plotem nebo jiným způsobem. Druhou je vnější oblast, což je oblast, ve které jsou vymezeny zóny havarijního plánování.

Zóny havarijního plánování se dělí na zónu předběžných (automatických) opatření, zónu neodkladných opatření a zónu následných opatření.

Zóna předběžných opatření je oblast, ve které jsou stanovené předem naplánované neodkladné opatření, které se uplatňují okamžitě po vyhlášení havarijní situace. Cílem stanovení této zóny je co největší snížení rizika závažných zdravotních následků pomocí ochranných opatření a akcí prováděných před únikem radiace. Podle doporučení Mezinárodní agentury pro atomovou energii TECDOC – 953 se její rozsah stanovuje na 3-5 km. Tento rozměr byl určen

[38] vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře
[39] vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře

na základě toho, že za normálních meteorologických podmínek by v této zóně působilo 90 % všech závažných deterministických zdravotních účinku. Opatření přijatá v této zóně těsně před či ihned po úniku podstatně snižují riziko ozáření, a zabraňují dávkám převyšujícím smrtelný limit.

Zóna neodkladných opatření je oblastí, ve které na základě monitorování životního prostředí činíme kroky pro případné rychlé provedení ochranných opatření. Mezi ochranná opatření patří například plány pro ukrytí, evakuaci a distribuci jodidových tablet. Podle doporučení Mezinárodní agentury pro atomovou energii TECDOC – 953 se její rozsah stanovuje na 10-25 km. Velikost této zóny je taková, aby pokryla oblast, kde působí 99 % rizika pro vznik závažných deterministických zdravotních účinku. V případě potřeby mohou být ochranná opatření omezená pouze na určitou část této zóny, nebo naopak mohou být použita i mimo ni.

Zóna následných opatření je oblastí, ve které se provádí preventivní přípravy pro provedení ochranných opatření, zejména s cílem snížit dlouhodobé kumulativní dávky z pozření kontaminovaných částic nebo kontaminace spadem. Mezi ochranná opatření patří přemístění, omezení potravin a opatření v zemědělství. Tyto opatření jsou založena na radiačním monitorování a odběru vzorků potravin a nejsou prováděna bezodkladně. Podle doporučení Mezinárodní agentury pro atomovou energii TECDOC – 953 se její rozsah stanovuje na 50-100 km. Do této zóny jsou zahrnuty téměř všechna místa, na které by mohla mít radiační mimořádná událost dopad, bez ohledu na závažnost.

Návrh pro určení zón havarijního plánování musí obsahovat zejména seznam možností radiačních havárií s pravděpodobností výskytu větší nebo rovnou 10^{-7} (stokrát přísnější než požadavky MAAE pro existující jaderné elektrárny, desetkrát přísnější něž požadavky pro budoucí jaderné elektrárny), popis očekávaného průběhu a vývoje jednotlivých radiačních havárií, seznam možných následků jednotlivých havárií, včetně hodnocení možného ozáření osob a možnosti překročení zásahových úrovní pro neodkladná opatření[40].

Obrázek 10: schéma zóny havarijního plánování JE Temelín včetně evakuačních tras[41].

[40] SÚJB. *Principy a metody stanovení zón havarijního plánování pro jadernou elektrárnu Temelín včetně hodnocení následků nadprojektových a těžkých havárií.* Online. SÚJB, 2001 Dostupné z: https://doczz.cz/doc/333102/principy-a-metody-stanoven%C3%AD-z%C3%B3n-havarijn%C3%ADho-pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD-pro... [citováno 2023-11-18]

[41] Skupina ČEZ, a. s. *Schéma zóny havarijního plánování JE Temelín.* Ilustrace. Online. 2024. In: Základní informace pro případ radiační havárie JE Temelín. Dostupné z: https://www.ete.cz/file/edee/2021/12/informace_ete_temelin.pdf [citováno 2024-02-06]

6 Krizový plán

Krizový plán je plánovací dokument, který obsahuje souhrn krizových opatření a postupů k řešení krizových situací. Jeho cílem je vytvořit optimální podmínky pro zajištění připravenosti na krizové situace a jejich řešení pro orgány krizového řízení a další dotčené subjekty. Krizový plán zpracovává ministerstvo, jiný ústřední správní úřad, Česká národní banka nebo jiný státní orgán, jemuž krizový zákon ukládá povinnost zpracovat krizový plán, dále kraje a obce s rozšířenou působností.

6.1 Náležitosti krizového plánu

Podle § 15 nařízení vlády č. 462/2000 Sb. k provedení krizového zákonu jsou obecné náležitosti krizového plánu následující:

(1) Krizový plán se skládá ze základní části, operativní části a pomocné části.

(2) Základní část obsahuje

a) charakteristiku organizace krizového řízení,

b) přehled možných zdrojů rizik a analýzy ohrožení,

c) přehled právnických osob a podnikajících fyzických osob, které zajišťují plnění opatření vyplývajících z krizového plánu.

(3) Operativní část obsahuje

a) přehled krizových opatření a způsob zajištění jejich provedení,

b) plán nezbytných dodávek zpracovaný podle zvláštního právního předpisu,

c) způsob plnění regulačních opatření podle zvláštních právních předpisů,

d) přehled spojení na subjekty podílející se na připravenosti na krizové situace a jejich řešení,

e) rozpracování typových plánů na postupy pro řešení konkrétních druhů hrozících krizových situací identifikovaných v analýze ohrožení,

f) přehled plánů zpracovávaných podle zvláštních právních předpisů využitelných při řešení krizových situací.

(4) Pomocná část obsahuje

a) přehled právních předpisů využitelných při přípravě na krizové situace a jejich řešení,

b) zásady manipulace s krizovým plánem,

c) geografické podklady,

d) další dokumenty související s připraveností na krizové situace a jejich řešením[42].

6.2 Dodatečné náležitosti krizových plánů

Krizový plánu ministerstva, jiného ústředního správního úřadu, České národní banky nebo jiného státního orgánu, jemuž krizový zákon ukládá povinnost zpracovat krizový plán, obsahuje navíc v základní části přehled prvků kritické infrastruktury a prvků evropské kritické infrastruktury určených příslušným ministerstvem, jiným ústředním správním úřadem nebo Českou národní bankou. V operativní části je dále plán hospodářské mobilizace zpracovávaný podle § 2 odst. 1 písm. e) zákona č. 241/2000 Sb. V části pomocné najdeme mimo jiné i typový plán, který příslušné ministerstvo, jiný ústřední správní úřad nebo Česká národní banka zpracovává ve své působnosti a kterým stanoví pro konkrétní druh krizové situace doporučené typové postupy, zásady a opatření pro jejich řešení.

Co se týče krizového plánu kraje, v základní část opět musí být přehled prvků kritické infrastruktury a evropské kritické infrastruktury nacházejících se na území kraje. Operativní část je stejná jako v § 15, a v pomocné části je navíc vzor rozhodnutí o vyhlášení stavu nebezpečí.

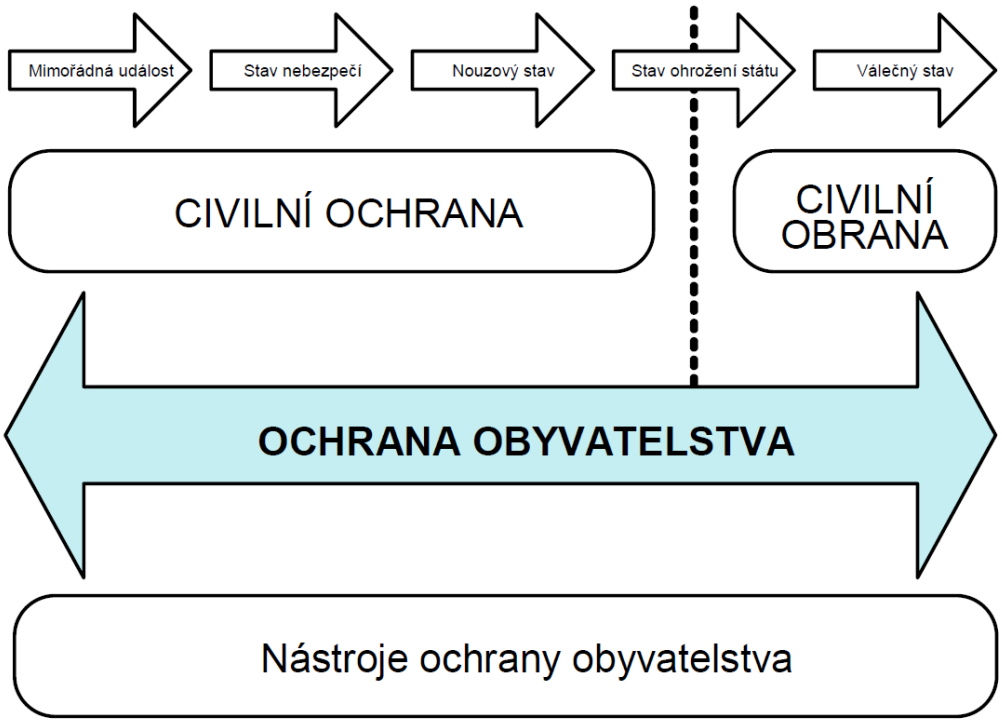
U obcí s rozšířenou působností je operativní a pomocná část stejná jako v § 15, ale v základní části je opět navíc přehled prvků kritické infrastruktury

[42] nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení krizového zákonu

a evropské kritické infrastruktury nacházejících se ve správním obvodu obce s rozšířenou působností[43].

Krizový plán kraje nebo obce s rozšířenou působností zpracovává Hasičský záchranný sbor kraje. Před jeho zpracováním je potřeba příslušné radě předložit k projednání zaměření a rozsah krizového plánu, určení osoby odpovědné za koordinaci zpracování krizového plánu, návrh rozdělení odpovědnosti za zpracování podkladů pro dílčí části krizového plánu (včetně harmonogramu zpracování plánu), rozsah spolupráce s dalšími subjekty, které se na zpracování krizového plánu podílejí, termín projednání krizového plánu v příslušné bezpečnostní radě, pravidla manipulace s krizovým plánem, termíny průběžných kontrol a termín zpracování.

7 Ochrana obyvatelstva



Obrázek 11: Schematické znázornění rozsahu ochrany obyvatelstva[44]

Ochrana obyvatelstva byl dříve pojem, který zahrnoval hlavně ochranu a obranu při válečných konfliktech. Po skončení studené války však bylo potřeba

[43] nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení krizového zákonu
[44] Město Strakonice. *Ochrana obyvatelstva.* Ilustrace. Online. 2024. In: Strakonice.eu Dostupné z: https://www.strakonice.eu/taxonomy/term/656 [citováno 2024-02-06]

jej přetransformovat tak, aby více odpovídal měnícímu se celosvětovému pohledu, společenské transformace a změny hodnocení významnosti nevojenských hrozeb. Dnes ale víme i to, že i nadále nám hrozí situace vojenského charakteru,

a je tedy třeba být připraven jak na nevojenské, tak vojenské krizové stavy. Ochrana obyvatelstva se tímto liší od civilní ochrany, která probíhá během neválečných krizových stavů, a od civilní obrany, která zase probíhá pouze během válečných stavů[45].

Podle zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, je ochrana obyvatelstva plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a další opatření k zabezpečení ochrany jeho života, zdraví a majetku[46]. V širším smyslu ji lze také chápat jako systém prevence, připravenosti a odezvy vůči mimořádným událostem a krizovým situacím, jehož cílem je ochrana životů, zdraví, majetku a životního prostředí. Ochrana obyvatelstva pokrývá hrozby nevojenského i vojenského charakteru a je úkolem státních orgánů, orgánů územních samospráv, právnických a podnikajících fyzických osob, ale také úkolem samotných občanů.

Aby systém ochrany obyvatelstva správně fungoval, je potřeba rozsáhlá spolupráce, jak ze strany veřejné správy, tak i ze strany podnikatelského a neziskového sektoru. Centrální úlohu vykonává Hasičský záchranný sbor České republiky, který z navíc z pozice Ministerstva vnitra – Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR zabezpečuje koordinaci a sjednocení postupu ostatních ministerstev, ústředních správních úřadů, krajů, obcí a právnických a podnikajících fyzických osob v oblasti ochrany obyvatelstva, IZS a přípravy na mimořádné události. Velmi důležité je také aktivní zapojení „civilního“ obyvatelstva, bez kterého by tento systém nemohl fungovat. Jelikož je ochrana obyvatelstva identifikována jako strategický bezpečnostní zájem ČR, informace k ní najdeme zejména v Bezpečnostní strategii České republiky[47].

[45] HOLEC, Tomáš. *Ochrana obyvatel a krizové řízení: praktický průvodce a rádce úředníka*. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2021. s. 45. ISBN 978-80-7616-100-9.
[46] zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému
[47] HOLEC, Tomáš. *Ochrana obyvatel a krizové řízení: praktický průvodce a rádce úředníka*. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2021. s. 45. ISBN 978-80-7616-100-9.

Základní nástroje ochrany obyvatelstva jsou například:

- Vyrozumění a varování
- Ukrytí
- Evakuace

8 Krizový plán obce s rozšířenou působností Týn nad Vltavou

Krizový plán obce s rozšířenou působností (ORP) je součástí na krizového plánu Jihočeského kraje. Na základě krizového zákona jej zpracovává HZS Jihočeského kraje, v součinnosti s obecním úřadem obce s rozšířenou působností a dalšími subjekty krizového plánování (subjekt, který zpracovává nebo odborně garantuje určitou část krizového plánu ORP). Schvaluje jej starosta ORP. Před jeho zpracováním je potřeba příslušné radě předložit k projednání zaměření a rozsah krizového plánu, určení osoby odpovědné za koordinaci zpracování krizového plánu, návrh rozdělení odpovědnosti za zpracování podkladů pro dílčí části krizového plánu (včetně harmonogramu zpracování plánu), rozsah spolupráce s dalšími subjekty, které se na zpracování krizového plánu podílejí, termín projednání krizového plánu v příslušné bezpečnostní radě, pravidla manipulace s krizovým plánem, termíny průběžných kontrol a termín zpracování. Krizový plán ORP obsahuje charakteristiku organizace krizového řízení, výčet a hodnocení možných krizových rizik, přehledy právnických osob a podnikajících fyzických osob a prvků kritické infrastruktury, krizová opatření, dílčí plán nezbytných dodávek, způsob plnění regulačních opatření, přehled spojení, rozpracování typových plánů, mapy s údaji pro krizové řízení a další podklady a zásady doplňující krizový plán[48].

V této části práce provedu hodnocení krizového plánu ORP Týn nad Vltavou z hlediska opatření ochrany obyvatelstva, připravené pro přijetí v důsledku toho, že se ORP nachází v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín. Tyto

[48] HZS Moravskoslezského kraje. *Krizový plán obce s rozšířenou působností.* Online. In: hzscr.cz. Dostupné z: https://www.hzscr.cz/clanek/krizovy-plan-obce-s-rozsirenou-pusobnosti.aspx. [citováno 2024-01-11]

opatření jsou však vypracovávané na krajské úrovni, a proto bych zmínil i kooperaci se skupinou ČEZ. Hodnocení opatření bude vycházet z rozhovoru s Ing. Martou Spálenkovou, vedoucí oddělení krizového řízení Jihočeského kraje.

8.1 Kooperace se skupinou ČEZ

Skupina ČEZ spolupracuje s Jihočeským krajem zejména při tvorbě vnitřního havarijního plánu jaderné elektrárny Temelín, dále má vlastního zástupce na krajském úřadě, a tiskového mluvčího v tiskové skupině krizového štábu.

Vnitřní havarijní plán (VHP) jsem již popsal v kapitole 5.2, proto pouze vyčtu některé části VHP jaderné elektrárny Temelín. Jde o úvodní část, která obsahuje informace, jako například zodpovědnou osobu včetně kontaktu, charakteristiku a popis pracoviště a výčet činností. Dále je část týkající se výkonu povolované činnosti, popis zajištění připravenosti k odezvě na havárii (obsahuje technická, organizační a materiální opatření), zásady strategie optimalizace radiační ochrany, či také zásady zahájení nápravy stavu v areálu pracoviště po havárii. Podle tohoto plánu také například směnový inženýr aktivuje v případě havárie sirény, a to buď na jeho pokyn, přes OPIS kraje, osobně anebo pomocí starostů obcí.

Zástupce skupiny ČEZ na krajském úřadě slouží k zajištění komunikace jaderné elektrárny s krajským úřadem, respektive s krizovým štábem. Tento zástupce přijíždí na krajský úřad v případě mimořádné události, která si vyžaduje komunikaci mezi elektrárnou a úřadem. Běžně by měl být dostupný na požádání, ale Jihočeský kraj je s jadernou elektrárnou dohodnutý na tom, že v případě potřeby je vysílán automaticky.

Tisková skupina krizového štábu se skládá z tiskových mluvčí kraje, jaderné elektrárny Temelín, Policie ČR, HZS kraje a zdravotnické záchranné služby a psychologa. Účelem této skupiny je koordinace komunikace s médii a poskytování informací veřejnosti. Přítomnost psychologa pak zajišťuje co nejnižší poplašnost vyslaných zpráv, aby neprobíhalo zbytečné šíření paniky. Zároveň také kontroluje odbornost vyjadřování, aby členové tiskové skupiny

ve svých zprávách nepoužívali příliš odborné pojmy, aby zprávy zůstaly srozumitelné pro všechny občany[49].

9 Opatření ochrany obyvatelstva v zóně havarijního plánování JE Temelín

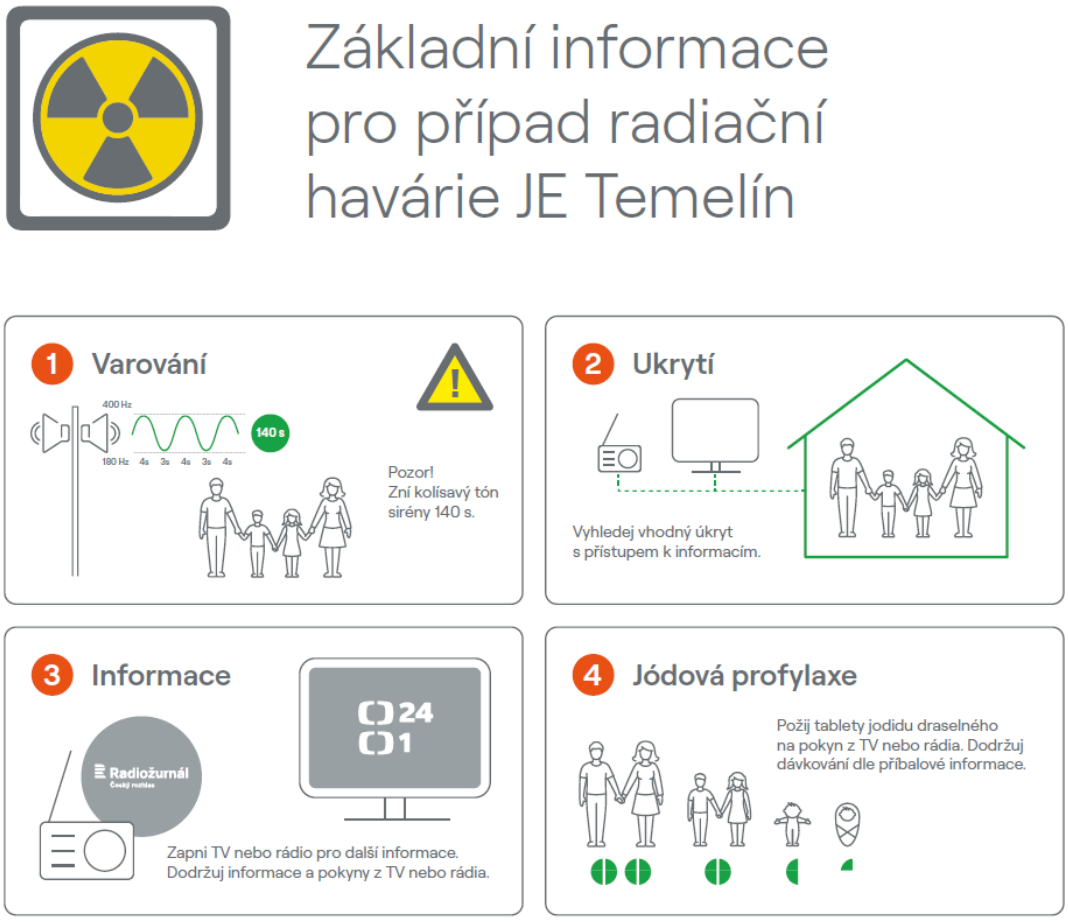
Opatření ochrany obyvatelstva jsou opatření, která se přijímají v zóně havarijního plánování v případě vzniku radiační havárie, za účelem snížení rizika ozáření obyvatel na co nejnižší možnou úroveň. Opatření jsou různá, od varování, přes jodovou profylaxi až po evakuaci. Nejprve je popíši, a poté některé z nich vyhodnotím, na základě rozhovoru s Ing. Spálenkovou.

O těchto opatřeních je veřejnost v zóně havarijního plánování JETE informována prostřednictvím kalendáře, který obsahuje veškeré údaje potřebné v případě havárie.

9.1 Varování a informování

Cílem tohoto opatření je zajištění včasného provedení ochranných opatřeních ze strany obyvatelstva (profylaxe, ukrytí). K tomu se využije několika prostředků. Prvním varovným opatření je varování obyvatelstva varovným signálem Všeobecná výstraha (kolísavý tón po dobu 140 sekund, který může zaznít třikrát po sobě). Tento signál je vysílán prostřednictvím sítě sirén a místních informačních systémů (městský rozhlas). Bezprostředně po jeho zaznění následuje tísňová informace s pokyny pro obyvatelstvo, která je vysílána v médiích, televizi a v rádiu.

[49] Vlastní rozhovor s Ing. Martou Spálenkovou v Českých Budějovicích, dne 9.1.2024



Obrázek 12: Titulní strana Kalendáře se základními informacemi pro případ radiační havárie JETE[50]

9.2 Ukrytí

Ukrytí obyvatel probíhá v místě, kde se právě nachází, pokud je k tomu vhodné (doma, na pracovišti, ve škole, ve zdravotnickém zařízení…). Plánuje se na nezbytně nutnou dobu, nejvýše na dva dny. Občané by měli sledovat televizi či poslouchat rozhlas, aby měli přístup k dalším informacím. Dále je potřeba zavřít okna a dveře (pokud možno utěsnit), vypnout ventilaci a klimatizaci, vypnout zařízení na spalování paliv, zavřít zvířata uvnitř budov a zabezpečit jim dostatek vody a krmiva, a také co nejméně telefonovat, aby nedocházelo k přetížení

[50] Skupina ČEZ, a. s. *Titulní strana Kalendáře se základními informacemi pro případ radiační havárie JETE.* Ilustrace. Online. 2024. In: Základní informace pro případ radiační havárie JE Temelín. Dostupné z: https://www.ete.cz/file/edee/2021/12/informace_ete_temelin.pdf [citováno 2024-02-06]

komunikační sítě. Důležité je nepouštět ukrýt, ani za účelem provedení samovolné evakuace, dokud k tomu příslušné orgány nevydají pokyn.

9.3 Jódová profylaxe

Jodová profylaxe se provádí kvůli tomu, že při jaderné havárii se může uvolnit radioaktivní jód, který se hromadí ve štítné žláze a poškozuje ji. Při jodové profylaxi se podávají tablety jodidu draselného, za účelem nasycení štítné žlázy neradioaktivním jodem, a zabránění akumulace jodu radioaktivního. Tablety se požívají po výzvě ve sdělovacích prostředcích. Tablety je důležité požít co nejdříve po obdržení pokynu, aby se maximalizovala jejich účinnost.

9.4 Omezení pohybu a pobytu osob

Omezením pohybu osob je myšlen zejména pohyb v nekrytých prostorech. Pokud to není nezbytně nutné, obyvatelé by měli zůstat uvnitř svých domovů či krytů, dokud není vydán jiný pokyn. Pokud je dočasné opuštění krytu opravdu nezbytné, obyvatelé by měli dodržovat ochranná opatření, aby zamezili ozáření radioaktivními látkami. Je například důležité omezit dobu opuštění úkrytu na nezbytnou dobu, chránit si dýchací cesty, oči a povrch těla. K ochraně se použijí ve většině případů improvizované prostředky, jako jsou respirátory, lyžařské brýle, kombinézy či igelitové návleky na boty. Po návratu do budovy je potřeba provést individuální dekontaminaci, odložit použitý oděv do plastového pytle a osprchovat se.

9.5 Evakuace

Pokyny pro evakuaci budou vysílány hromadnými sdělovacími prostředky a upřesňovány místními sdělovacími prostředky. Evakuace probíhá po předem určených evakuačních trasách, které vedou přes předem určená místa kontroly a dekontaminace. Dále vedou přes přijímací střediska do míst nouzového ubytování. Evakuovat se lze samovolně, vlastním dopravním prostředkem, nebo pomocí hromadných dopravních prostředků určených k evakuaci. Pro případ evakuace se doporučuje občanům připravit si evakuační zavazadlo. Takové zavazadlo by mělo obsahovat jídlo a pití (na 2-3 dny pro každého člena domácnosti, včetně nádobí), cennosti a dokumenty, léky a hygienu, oblečení a vybavení pro přespání, přístroje, nástroje a zábavu.

9.6 Regulace požívání potravin, vody a krmiv

V případě radiační havárie je možné, že dojde ke kontaminaci potravin a pitné vody. Měly by se tedy konzumovat pouze potraviny chráněné před kontaminací – uzavřené v obalech, v lahvích či uložené v lednici, konzervy apod.). Konzumovat by se neměly zejména potraviny, které se nacházely po vyhlášení radiační havárie mimo úkryt – nejčastěji zelenina a ovoce ze zahrad. Vodu z vodovodu lze konzumovat, je pravidelně kontrolována a v případě kontaminace budou obyvatelé včas upozorněni. V případě nutnosti lze použít vodu s uzavřených studní, ale za žádných okolností by se neměla pít voda z povrchových zdrojů a neuzavřených studní[51].

10 Hodnocení některých opatření

Hodnocení těchto opatření vychází z mého rozhovoru s Ing. Spálenkovu, která měla nedávno možnost je vyzkoušet v rámci cvičení ZÓNA 2023. Šlo o štábní cvičení, které mělo za úkol prověřit opatření ochrany obyvatelstva, přijímaná v případě vyhlášení radiační havárie v jaderné elektrárně Temelín. Ing. Spálenková cvičení celkově hodnotila kladně, ale nastaly i nějaké problémy. Ty však měly spíše organizační charakter – např. nebyl přidělen dostatek času pro provedení jednotlivých opatření, byla špatná mezikrajová komunikace (v Plzni nevyhlásili krizový stav), a karty rozeher, na kterých měl být popis situace, obsahovaly pouze dokumentaci o opatřeních. I přes tyto nedostatky Ing. Spálenková cvičení hodnotila kladně, protože byly včas odhaleny chyby a nedostatky, a je tak možnost je řešit.

10.1 Jódová profylaxe

Jodovou profylaxi zajišťuje kraj ve spolupráci s jadernou elektrárnou. Obce obdrží tablety jodidu draselného, které poté rozdají do obydlí a pracovišť. Jednou za pět let pak probíhá obměna, aby byla zajištěna efektivnost tablet.

Podle Ing. Spálenkové momentálně probíhá debata, zda je jodová profylaxe vlastně účinným opatřením. Základním bodem úrazu je totiž potřeba podat

[51] Útvar havarijní připravenost a Útvar jaderná komunikace ČEZ, a.s. *Kalendář se základními informacemi pro případ radiační havárie 2022-2023.* ČEZ, a.s., 2022.

jódovou profylaxi včas, aby se štítná žláza stihla dostatečně nasytit neradioaktivním jódem. Pokud tedy dojde ke zpoždění, její účinek se sníží. Dále je problémem nedostatečné pokrytí jódovou profylaxi v rámci celé republiky. Pokud by totiž vznikla nějaká radiační havárie, je velice nepravděpodobné, že by byla zasažena pouze zóna havarijního plánování – naopak je možné, že v ní by paradoxně bylo nejbezpečněji, jelikož v důsledku povětrnostních podmínek by mohly být vzniklé radioaktivní částice odváty pryč. Tím vzniká nutnost jak mezikrajské, tak i mezinárodní kooperace, aby oblasti, které budou zasažené, měly čas se připravit. Také by mohly vzniknout komplikace v důsledku neznalosti občanů, kteří když se dozví o radiační havárii, tak okamžitě podlehnou panice a budou požívat jodovou profylaxi i přesto, že se nenacházejí v zasažené oblasti, nebo k tomu ještě nebyl vydán pokyn. Také by to mohlo mít za následek nedostatek jodových tablet pro zasažené oblasti. Předčasně (zbytečně) podaná jódová profylaxe také může mít negativní dopad na zdraví, v případě předávkování jódem.

Z těchto důvodů se tedy na mezinárodní úrovni přemýšlí o tom, jestli od jódové profylaxe neupustit. Podle mého názoru by se měla jodová profylaxe zachovat, jelikož pozitiva podle mě převažují negativa. I kdyby se díky jodové profylaxi vyhnulo ozáření jen pár procent obyvatel, stále je to lepší, než kdyby byly ozářeni[52].

[52] Vlastní rozhovor s Ing. Martou Spálenkovou v Českých Budějovicích, dne 9.1.2024

10.2 Evakuace

Evakuace v případě jaderné havárie má dvě části – předúniková evakuace a evakuace úniková. Předúniková evakuace probíhá ještě před samotným únikem radioaktivních látek, na základě prognózy a informací od jaderné elektrárny, skupiny ČEZ a SÚJB. Jde vlastně o preventivní opatření, které zahrnuje zejména přípravy na provedení evakuace. Předúnikovou evakuaci koordinuje hejtman kraje. Je povinností informovat občany před vyhlášením předúnikové evakuace. Během předúnikové evakuace se například připraví hromadné dopravní prostředky pro evakuaci a zajistí se jejich řidiči (nejčastěji členové IZS s potřebnou kvalifikací), a aktivují se přijímací střediska a ubytovací zařízení. Tyto síly a prostředky jsou předem vyčleněné k tomuto účelu a aktivují se podle současné situace.

Evakuace úniková pak probíhá na základě harmonogramu evakuace, kde je stanoveno, kam a jakou trasou se evakuují obyvatelé ze zasažených obcí. Ke správnému průběhu evakuace je potřeba využít média a veřejné sdělovací prostředky, aby se informace o evakuaci dostala k co nejvíce občanům co nejrychleji, aby byla zajištěna její maximální plynulost.

Co se týče evakuace, Ing. Spálenková měla spíše pozitivní názor. Simulovaná předúniková evakuace i úniková evakuace proběhla bez větších zádrhelů. Síly a prostředky, vyčleněné pro provedení evakuace, byl zmobilizovány včas a v dostatečném rozsahu. Hlavním úkolem byla evakuace mimo zónu havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín, což se povedlo splnit. Jediná věc k vytknutí byl nedostatek dozimetrů pro složky IZS, které kontrolovaly uzavření hranic zóny havarijního plánování. Při současné situaci sice stačily, ale pokud by se zóna rozšířila, bylo by potřeba posílit počet hlídek, na což by však nevystačila zásoba dozimetrů. Až na tento nedostatek však simulovaná evakuace proběhla úspěšně.

Z mého pohledu bylo vidět, že krizový plán je dobře zpracovaný a jednotlivé složky jsou dobře připravené provést své úkoly v případě havárie. Včasná evakuace postiženého území je podle mého názoru jeden z nejefektivnějších způsob, jak zabránit újmě na zdraví obyvatel, a to i za cenu dočasného nepohodlí[53].

[53] Vlastní rozhovor s Ing. Martou Spálenkovou v Českých Budějovicích, dne 9.1.2024

Závěr

Cílem této práce bylo rozebrat způsob tvorby vnějších havarijních plánů a jejich zapracování do krizových plánů ORP, dále přiblížit opatření ochrany obyvatelstva v zóně havarijního plánování JE Temelín. Také jsem v práci zmínil princip fungování jaderných elektráren a jejich historii. Na závěr práce jsem zhodnotil některá opatření ochrany obyvatelstva, na základě vlastního rozhovoru s Ing. Martou Spálenkovou, vedoucí oddělení krizového řízení Jihočeského kraje.

Myslím, že tato práce by mohla poskytnout informace ohledně některých opatření pro ochranu obyvatelstva a fungování a bezpečnosti jaderných elektráren. Pokud by i jednomu člověku změnila názor na jadernou energii k lepšímu, tak bych byl s touto prací spokojený. Věřím totiž, že jaderná energie je budoucností energetiky, a také by mohla umožnit České republice energetickou soběstačnost. I proto si myslím, že bychom měli dělat co nejvíce pro to, aby byla jaderná energie kladně přijímána naší společností.

Zdroje

Použitá literatura

1. LIBRA, Martin; MLYNÁŘ, Jan a POULEK, Vladislav. *Jaderná energie*. Praha: Ilsa, 2012. ISBN 978-80-904311-6-4.
2. HANDRLICA, Jakub. Jaderné právo: právní rámec pro mírové využívání jaderné energie a ionizujícího záření. Praha: Auditorium, 2012. ISBN 978-80-87284-33-9.
3. HOLEC, Tomáš. *Ochrana obyvatel a krizové řízení: praktický průvodce a rádce úředníka*. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2021. s. 45. ISBN 978-80-7616-100-9.

Právní předpisy

1. Zákon č. 240/2000 Sb., krizový zákon
2. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému
3. Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon
4. Vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému
5. Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií
6. Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje
7. Vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře
8. Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení krizového zákonu

Internetové zdroje

1. BROMOVÁ, Edita. *Kdo se bojí obohacování uranu*. Online. In: Třípól. Červenec 2010. Dostupné z: https://www.3pol.cz/cz/rubriky/jaderna-fyzika-a-energetika/549-kdo-se-boji-obohacovani-uranu. [citováno 2023-11-19].

2. ALLARDICE, Corbin a TRAPNELL, Edward R. *The First Pile*. Online. In: atomicarchive.com. Dostupné z: https://www.atomicarchive.com/history/first-pile/firstpile_01.html. [citováno 2023-11-22].
3. World Nuclear Association. *Fukushima accident*. Online. In: world-nuclear.org. Dostupné z archivu: https://web.archive.org/web/20150331021712/https://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Fukushima-Accident/. [citováno 2024-01-22].
4. Jadrová a vyraďovacia spoločnosť, a. s. *Jadrová elektráreň A1 – Technológia*. Online. In: javys.sk. Dostupné z: https://www.javys.sk/sk/jadrove-zariadenia/jadrova-elektraren-a1/technologia. [citováno 2023-12-01].
5. Skupina ČEZ. *Historie a současnost EDU*. Online. In: ČEZ.cz, 2023. Dostupné z: https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/edu/historie-a-soucasnost. [citováno 2023-11-26].
6. Skupina ČEZ. *Historie a současnost Elektrárny Temelín*. Online. In: ČEZ.cz, 2023. Dostupné z: https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/ete/historie-a-soucasnost. [citováno 2023-12-01].
7. SÚJB. *Principy a metody stanovení zón havarijního plánování pro jadernou elektrárnu Temelín včetně hodnocení následků nadprojektových a těžkých havárií.* Online. SÚJB, 2001 Dostupné z: https://doczz.cz/doc/333102/principy-a-metody-stanoven%C3%AD-z%C3%B3n-havarijn%C3%ADho-pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD-pro... [citováno 2023-11-18]
8. HZS Moravskoslezského kraje. *Krizový plán obce s rozšířenou působností*. Online. In: hzscr.cz. Dostupné z: https://www.hzscr.cz/clanek/krizovy-plan-obce-s-rozsirenou-pusobnosti.aspx. [citováno 2024-01-11]
9. MOTYČKA, Vojtěch a ČERNÁK, Martin. *Reakce*. Ilustrace. Online. 12. června 2013. In: jaderneinfo.webnode.cz Dostupné z: https://jaderneinfo.webnode.cz/news/principy-jaderneho-reaktoru-vver-1000/ [citováno 2024-02-06].

10. Wikimedia Commons. *WWER 1000 scheme.* Ilustrace. Online. 19. června 2005. In: commons.wikimedia.org. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wwer-1000-scheme.png [citováno 2024-02-06].

11. KUNTOFF, Steffen. *Nuclear power plant-pressurized water reactor-PWR.* Ilustrace. Online. 3. října 2005. In: commons.wikimedia.org Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nuclear_power_plant-pressurized_water_reactor-PWR.png [citováno 2024-02-06].

12. MILLER, Melvin A. *Architect's drawing of the first pile, Stagg Field, University of Chicago.* Kresba. Online. 1940 In: Atomicarchive.com. Dostupné z: https://www.atomicarchive.com/history/first-pile/firstpile_01.html [citováno 2024-02-06].

13. Wikimedia Commons. *Bohunice.* Fotografie. Online. 7. května 2007. In: commons.wikimedia.org Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bohunice_(04710009).jpg [citováno 2024-02-06].

14. Skupina ČEZ, a. s. *Schéma zóny havarijního plánování JE Temelín.* Ilustrace. Online. 2024. In: Základní informace pro případ radiační havárie JE Temelín. Dostupné z: https://www.ete.cz/file/edee/2021/12/informace_ete_temelin.pdf [citováno 2024-02-06]

15. Město Strakonice. *Ochrana obyvatelstva.* Ilustrace. Online. 2024. In: Strakonice.eu Dostupné z: https://www.strakonice.eu/taxonomy/term/656 [citováno 2024-02-06]

16. Skupina ČEZ, a. s. *Titulní strana Kalendáře se základními informacemi pro případ radiační havárie JETE.* Ilustrace. Online. 2024. In: Základní informace pro případ radiační havárie JE Temelín. Dostupné z:

https://www.ete.cz/file/edee/2021/12/informace_ete_temelin.pdf [citováno 2024-02-06]

Ostatní zdroje

1. Vlastní rozhovor s Ing. Martou Spálenkovou v Českých Budějovicích, dne 9.1.2024
2. Útvar havarijní připravenost a Útvar jaderná komunikace ČEZ, a.s. *Kalendář se základními informacemi pro případ radiační havárie 2022-2023.* ČEZ, a.s., 2022.