



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Mobilní informační aplikace pro obyvatelstvo  
nacházející se v zóně havarijního plánování  
jaderných elektráren ČR**

**Mobile Informational Application for  
Population Within the Emergency Planning  
Zone of Nuclear Power Plants in The Czech  
Republic**

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva  
Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Autor diplomové práce: Bc. Ondřej Kuklínek  
Vedoucí diplomové práce: Ing. Petra Kadlec Linhartová

---

Kladno 2020



# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kuklínek** Jméno: **Ondřej** Osobní číslo: **484180**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**  
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**  
Studijní obor: **Civilní nouzové plánování**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Informační aplikace pro obyvatelstvo nacházející se v zónách havarijního plánování jaderných elektráren ČR**

Název diplomové práce anglicky:

**Informational Application for Population Within the Emergency Planning Zone of Nuclear Power Plants in Czech Republic**

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce je analýza a zhodnocení možností využití informační aplikace pro chytré telefony, která by informovala obyvatelstvo o řešení havárie v jaderné elektrárně. Aplikace bude schopná pomocí push notifikace informovat obyvatelstvo v zóně havarijního plánování o případné jaderné havárii, nebo jiné události, společně s instrukcemi dalšího postupu. V teoretické části budou shrnuta nezbytná ochranná opatření a systémy varování při vzniku radiační havárie, dále budou popsány programy pro vývoj aplikace. V praktické části bude provedena komparace systému vyrozumění pomocí sirén, SMS a mobilní aplikace, dále bude práce obsahovat výsledky vývoje aplikace a principy jejího rozšíření k uživatelům.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KLENER, Vladislav, Principy a praxe radiační ochrany, Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000, ISBN 80-238-3703-6
- [2] MARTÍNEK, Bohumír, Ochrana člověka za mimořádných událostí: příručka pro učitele základních a středních škol, ed. 2. oprav. a rozšíř., Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003, ISBN 80-86640-08-6
- [3] LACKO, Luboslav, Vývoj aplikací pro Android, Brno: Computer Press, 2015, ISBN 978-80-251-4347-6

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Petra Kadlec Linhartová**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **23.09.2019**

Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2021**

  
prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.  
podpis vedoucí(ho) katedry

  
prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.  
podpis děkana(ky)

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Mobilní informační aplikace pro obyvatelstvo nacházející se v zóně havarijního plánování jaderných elektráren ČR vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 20.03.2020

.....  
Bc. Ondřej Kuklínek

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucí této práce Ing. Petře Kadlec Linhartové za odborné vedení, velmi vstřícný přístup a trpělivost při zpracování a dokončování diplomové práce. Dále děkuji panu Arnoštu Schmidtovi, Mgr. Jakubu Wenzelovi, Michalu Karfíkovi a Ing. Petru Houdkovi za odborné rady a poskytnuté informace.

## **ABSTRAKT**

Hlavním cílem práce je návrh mobilní aplikace pro chytré telefony. Aplikace je určena k informování obyvatelstva nacházející se v zóně havarijního plánování jaderných elektráren o případné havárii a zjištění možností jejího dalšího využití. V teoretické části jsou shrnuty potřebné informace pro tvorbu aplikace včetně neodkladných opatření v případě radiační nehody, nachází se zde také problematika radiační bezpečnosti, popis jaderných elektráren a jaderných havárií v minulosti. Také je v této části popsán současný systém varování obyvatelstva, včetně jeho historie.

Praktická část je rozdělena do tří sekcí. V první sekci je zhotovený návrh aplikace, jsou popsány jednotlivé funkce a zdůvodněný jejich účel. Ve druhé části dochází ke komparaci mezi stávajícím systémem varování a navrhovanou experimentální metodou varování pomocí mobilní aplikace. Poslední segment praktické části práce se zaměřuje na způsoby rozšíření aplikace mezi obyvatelstvem žijícím v zóně havarijního plánování kolem jaderných elektráren.

SWOT komparativní analýzou varovného systému využívaného v současnosti s mobilní aplikací se došlo k názoru, že v současné době mobilní aplikace není vhodná metoda pro varování obyvatelstva. Hlavním důvodem je nedostatek zkušeností z praxe, jedná se o experimentální metodu, technicky náročnou pro uživatele. Současný systém varování je navíc lety prověřený a jen s minimem závad.

## **Klíčová slova**

Mobilní aplikace; radiační bezpečnost; systém varování; jaderná havárie; radiační ochrana.

## **ABSTRACT**

The main objective of this work is to design a mobile application that is made for smartphones to inform the population located in the emergency planning zone of nuclear power plants about a possible accident and to determine the possibility of its use. The theoretical part summarizes the necessary information for the creation of the application, including urgent measures in the event of a radiation accident as well as the issue of nuclear power plants and nuclear accidents in the past. The current system of warning the population is described too, including its history.

The practical part is divided into three sections. The first section explains the design of the application, as well as the individual functions and their purpose. In the second part, there is a comparison between the existing warning system and the experimental warning method using the mobile application. The last segment of the practical part of the work focuses on ways of expanding the application among the population living in the emergency planning zone around nuclear power plants.

Using the SWOT analyzes of the warning system currently used and the mobile application, it was concluded that currently, the mobile application is not a suitable method for warning the population. The main reason is that it is an untested experimental method and it is also technically demanding for users. On the other hand, the current warning system has been tested for years with only a minimum of faults.

## **Keywords**

Mobile application; radiation safety; warning system; nuclear accident; radiation protection.

# OBSAH

1	Úvod.....	10
2	Cíle práce a hypotézy .....	11
3	Přehled současného stavu.....	12
3.1	Problematika jaderné bezpečnosti .....	12
3.2	Jaderné elektrárny ČR.....	17
3.3	Stupnice INES .....	18
3.4	Závažné radiační havárie v minulosti .....	18
3.5	Ochranná opatření při radiační havárii jaderné elektrárny .....	21
3.6	Následná ochrana opatření .....	26
3.7	Systémy varování obyvatelstva v případě radiační havárie .....	28
3.8	Vývojové prostředí .....	38
4	Metodika.....	41
4.1	Porovnání jednotlivých metod varování.....	41
5	Výsledky .....	45
5.1	Popis funkcí navrhované mobilní aplikace.....	45
5.2	Analýza navrhované mobilní aplikace.....	49
5.3	Analýza jednotného systému včasného varování.....	50
5.4	Rozšíření aplikace mezi obyvatelstvo.....	52
6	Diskuze .....	53
6.1	Zhodnocení dosažených výsledků.....	53
6.2	Budoucnost mobilní aplikace.....	55
7	Závěr .....	57
8	Seznam symbolů a zkratk: .....	58

9	Seznam použité literatury .....	59
10	Seznam použitých obrázků .....	69
11	Seznam použitých tabulek.....	70
12	Seznam Příloh.....	71



# 1 ÚVOD

Diplomová práce je zaměřena na návrh mobilní aplikace, která by měla usnadnit přístup obyvatelstva v okolí jaderných elektráren k informacím v případě jaderné havárie. Téma práce bylo zvoleno s ohledem na stále vzrůstající popularitu chytrých telefonů a aplikací cílící na ochranu obyvatelstva.

Jaderná bezpečnost v České republice je sice na velmi vysoké úrovni, ovšem jak už nám historie jaderných havárií ukázala, je dobré mít se na pozoru. Pokud nám vývoj nových technologií dává příležitost k dalším možnostem ochrany pro obyvatelstvo, je dobré tyto technologie prověřit a zjistit jejich možné využití.

V teoretické části práce jsou shrnuty informace potřebné k vývoji aplikace a její následné porovnání se současnými systémy varování. Je zde nastíněna problematika ochranných opatření při radiačních haváriích a také problematika radiační ochrany, je popsán jednotný systém varování a podpůrná metoda varování pomocí lokalizovaných textových zpráv neboli SMS. Také je popsáno vývojové prostředí pro tvorbu aplikace.

V první sekci praktické části je popsána navržená aplikace, včetně jejích jednotlivých funkcí. V druhé části jsou porovnány dvě metody varování – současný systém varování a navrhovaná aplikace. Poslední část se věnuje způsobu pro rozšíření aplikace k možným koncovým uživatelům.

## 2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cíl diplomové práce je návrh mobilní aplikace pro chytré telefony. Tato aplikace má být určena k informování obyvatelstva v zóně havarijního plánování jaderných elektráren o případné havárii. Práce se zabývá též dalšími možnostmi využití dané aplikace.

Pro dosažení cílů byly stanoveny čtyři úkoly a jedna hypotéza:

1. Zajistit souhrnné informace potřebné k vývoji aplikace.
2. Vytvořit návrh mobilní aplikace s názorným popisem funkcí.
3. Porovnat aplikaci se dvěma konkurenčními systémy – varování pomocí JSVV a podpůrné varování metodou SMS.
4. Najít způsoby rozšíření aplikace mezi obyvatelstvo.

Hypotéza: Systém varování pomocí navržené aplikace dokáže zaručit větší bezpečnost pro obyvatelstvo v zóně havarijního plánování jaderných elektráren než současně využívaný systém varování.

## 3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

### 3.1 Problematika jaderné bezpečnosti

Přes všechny moderní technologie a legislativu upravující nakládání s radioaktivním materiálem a obecně s ionizujícím zářením nikdy nelze zcela vyloučit možnost nežádoucího ozáření.

V České republice je klíčový dokument ošetřující mírové využití jaderné energie Atomový zákon č. 263/2016 [1] a jako hlavní dozorčí orgán státní správy je stanoven Státní úřad pro jadernou bezpečnost (dále jen SUJB). SUJB vykonává dozor v oblasti radiační ochrany, dohlíží na využívání ionizujícího záření a dodržování legislativy.

#### 3.1.1 Druhy záření radioaktivních látek

Záření se obecně rozděluje na záření alfa, beta a gama. Jednotlivé druhy záření se od sebe liší fyzikálními vlastnostmi, a tím pádem má každé záření jiný vliv na lidský organismus.

##### **Záření alfa ( $\alpha$ )**

Jedná se o letící jádra helia (heliony), toto záření je silně ionizující, ale má pouze krátký dolet. Lze ho odstínit listem papíru. Hlavní nebezpečí je spojené s vnitřní kontaminací alfa zářičem, například při vnitřní kontaminaci radioaktivním spadem.

## **Záření beta ( $\beta$ )**

Záření beta se rozděluje na  $\beta^+$ ,  $\beta^-$  a elektronový záchyt. Rozdíl mezi těmito třemi zářeními je následující: v případě  $\beta^+$  se jedná o rychle letící pozitrony, v případě  $\beta^-$  o elektrony a při elektronovém záchytu je emitováno záření X. V případě  $\beta^+$ ,  $\beta^-$  je dolet částic větší než u záření alfa. Záření je nebezpečné při vnitřní i vnější kontaminaci organismu, jelikož proniká pokožkou.

## **Záření gama ( $\gamma$ )**

Záření gama je velmi pronikavé elektromagnetické záření. Na rozdíl od předchozích dvou záření gama nenesou žádný náboj a je charakteristické velkým doletem a pronikavostí, tím pádem je nebezpečné nejen při kontaktu se zdrojem, ale i v jeho okolí. Pro stínění záření gama se využívá silná vrstva kovu nebo betonu [2].

### **3.1.2 Vliv ionizujícího záření na lidské tělo**

Při průchodu záření lidským organismem dochází k poškození organel buněk. Buňky jsou však při vystavení stejné dávce záření poškozeny v různém rozsahu. Obecně platí, že buňky, které se častěji dělí, jsou náchylnější na poškození zářením než buňky dělící se pomalu. Jednou z tkání, která je nejcitlivější (radiosenzitivní) na průchod záření, je kostní dřev, v níž probíhá krvetvorba, nebo také tkáň pohlavních orgánů. Naopak nejméně citlivé (radiorezistentní) jsou buňky nervové soustavy a buňky tvořící kosti.

Účinky ionizujícího záření se dělí na účinky časně a pozdní. Časně účinky se vyznačují obdržetím velké dávky záření za krátkou dobu a projevují se v krátkém časovém horizontu. Naopak k pozdním účinkům dochází při obdržetím nižších dávek a projevují se za delší dobu [3].

### 3.1.2.1 Časné účinky ozáření

#### Akutní nemoc z ozáření

Akutní nemoc z ozáření se dělí na tři syndromy: dřeňový, gastrointestinální a neurovaskulární. Jednotlivé syndromy se vyskytují po vystavení organismu odlišné dávce záření a mají vlastní průběh. Obecně se dá říct, že čím vyšší dávku záření člověk obdržel, tím vážnější symptomy nemoci se u něj vyskytují a možnost přežití se zmenšuje.

#### Dřeňový syndrom

Tento syndrom se vyskytne u jedince, který byl vystavený celotělovému ozáření velikosti 0,7 – 8 Gy a je způsoben poškozením buněk krvetvorby v kostní dřeni. Dochází k imunologické disfunkci, infekcím, krvácení a anémii. Tento syndrom je jediný, který dokážeme efektivně léčit.

#### Gastrointestinální syndrom

Jedná se o druhý stupeň nemoci z ozáření. Po obdržení dávky 8-30 Gy dochází k poškození buněk tvořící střevní výstelku. To má za následek narušení resorpční a bariérové funkce střevní stěny. Tento stupeň nemoci se nedá léčit a jedinec umírá na celkovou sepsi organismu.

#### Neurovaskulární syndrom

Pro tento stupeň nemoci opět moderní medicína nemá léčbu. Jedná se o nejtěžší stupeň, prognóza přežití je nízká. Po obdržení celotělové dávky vyšší než 30 Gy dochází k poškození cév mozku a jedinec umírá na otok mozku. Čím vyšší dávka byla obdržena, tím se doba přežití zkracuje. Po překročení 100 Gy je doba přežití zhruba 48 hodin.

## **Akutní lokální změny**

Symptomy akutní nemoci z ozáření se vyskytují po celotělovém ozáření, zatímco při lokálním ozáření se objevují pouze změny v zasažené oblasti. Hlavní lokální změnou je radiační poškození kůže, tzv. radiační dermatitida. Ta nastává po překročení hraniční hodnoty 3 Gy. Při této hodnotě dochází k poškození kůže a pojivových tkání. Příznaky dermatitidy jsou zčervenání, puchýře a v nejhrošším případě nekróza. Prognóza průběhu nemoci a léčba závisí na velikosti obdržené dávky.

Dalším možným lokálním poškozením může být narušení plodnosti jako důsledek ozáření pohlavních orgánů. Po ozáření pohlavních gonád dochází u mužů ke sterilitě při dávce 3-8 Gy, plodnost se však může časem navrátit. U ženy dochází při překročení zhruba 3 Gy k trvalé sterilitě.

Mezi další lokální změny po ozáření je možné zařadit radiační zánět plic nebo radiační zánět nosohltanu [4].

### **3.1.2.2 Pozdní účinky záření**

Pozdní účinky záření se projevují po delší době, někdy i po desítkách let. S rostoucí obdržanou dávkou roste pravděpodobnost jejich výskytu. Můžeme sem zařadit genetické mutace, nádorová onemocnění, chronické záněty kůže a zákal oční čočky [4].

### **3.1.3 Způsoby ochrany před ionizujícím zářením**

Cílem ochrany je snížení absorbovaného záření na minimální možnou mez. Základní způsoby ochrany dělíme na ochranu před vnějším ozářením a ochranu před vnitřní a vnější kontaminací

### 3.1.3.1 Ochrana před vnějším ozářením

Jsou tři způsoby ochrany před vnějším ozářením: ochrana stíněním, ochrana časem a ochrana vzdáleností.

#### Ochrana stíněním

Této metody se docílí vhodnou překážkou mezi zdrojem záření a místem, které je potřeba odstínit. Stínící materiál volíme podle intenzity a druhu záření zdroje.

#### Ochrana časem

Ochrana časem spočívá ve zkrácení doby, po kterou je jedinec exponován ionizujícímu záření. Absorbovaná dávka záření je přímo úměrná době expozice.

#### Ochrana vzdáleností

Při větší vzdálenosti od zdroje záření se snižuje počet částic interagujících s lidským organizmem, to vede k snížení obdržené dávky.

### 3.1.3.2 Vnitřní a vnější kontaminace

O vnitřní kontaminaci hovoříme, jestliže se radioaktivní látky dostanou do organismu. K tomu může dojít vdechnutím, polknutím nebo prostupem radionuklidů skrze kůži či sliznici [5]. V rámci první pomoci jsou podány prostředky zamezující vstřebávání radionuklidu a podporující jeho vylučování.

Při vnější (tzv. povrchové) kontaminaci dochází k ulpění radioaktivní látky na kůži nebo oděvu člověka. Při povrchové kontaminaci je nezbytné provést neodkladnou dekontaminaci a následně proměřit, zdali dekontaminace proběhla úspěšně [6].

## 3.2 Jaderné elektrárny ČR

V České republice se v současné době nacházejí dvě jaderné elektrárny (dále jen JE), komerčně využívané pro výrobu elektrické energie. Jedná se o jaderné elektrárny Dukovany a Temelín. Jaderná elektrárna Dukovany se nachází asi 30 km jihovýchodně od Třebíče. Jaderná elektrárna Temelín leží 24 km od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou. Obě zařízení provozuje akciová společnost ČEZ a.s. (České energetické závody) [7].

Bezpečnost provozu JE je hlavní prioritou provozovatele. K tomuto účelu slouží řada technických opatření. Jedná se například o nepřetržité měření neutronového toku a teploty v aktivní zóně, rozdělení chlazení reaktoru do několika nezávislých chladících smyček, bariéry bránící šíření radioaktivních látek do okolí aj. Daná opatření zabraňují nežádoucímu uvolnění záření do areálu elektráren nebo jejich okolí [8].

### 3.2.1 Jaderná elektrárna Dukovany

Stavba elektrárny byla zahájena v roce 1977 a do plného provozu byla uvedena v listopadu roku 1985 [9]. V současnosti zařízení využívá čtyři tlakovodní reaktory (PWR) s projektovým označením VVER 440/213, uspořádaných do dvou hlavních výrobních bloků. Celkový elektrický výkon elektrárny je dnes po úpravách a modernizacích 2 000 MW. Štěpným materiálem využívaným pro chod reaktorů je obohacený uran 235 ve formě oxidu uraničitého [10].

### 3.2.2 Jaderná elektrárna Temelín

Výstavba temelínské elektrárny začala v roce 1987 a trvala do roku 2000. Zkušební zahájení provozu bloků o výkonu 1055 MW se uskutečnilo 18. dubna 2003 [27]. Elektřina se vyrábí ve dvou výrobních blocích s tlakovodními



reaktory VVER 1000 typu V 320. Elektrárna dnes pracuje na výkonu  $2 \times 1\,078$  MWe. Stejně jako v případě JE Dukovany se zde používá jako štěpný materiál obohacený uran 235 [11].

### 3.3 Stupnice INES

Zkratka INES označuje tzv. Mezinárodní stupnici pro hodnocení závažnosti jaderných událostí (International Nuclear Event Scale). Stupnice rozděluje mimořádné události související se zařízením, které pracuje se zdroji ionizujícího záření, do osmi skupin. Stupně 1 až 3 se označují jako nehody a stupně 4 až 7 jako havárie. Události, které nesouvisí s bezpečností, se nazývají události mimo stupnici.

Česká republika patří mezi 80 členských států Mezinárodní agentury pro atomovou energii, které se zavázaly k neprodlenému ohlašování mimořádné situace úrovně 2 a výše [12].

Tabulka 1 - Stupnice INES

Havárie	4	5	6	7
	Havárie bez rizika vně zařízení	Havárie s rizikem vně zařízení	Těžká havárie	Velmi těžká havárie
Nehody	1	2	3	
	Anomálie	Nehoda	Vážná nehoda	

### 3.4 Závažné radiační havárie v minulosti

Podle stupnice INES jsou havárie v černobylské jaderné elektrárně a v jaderné elektrárně Fukušima I zařazeny do nejvyššího stupně 7, tedy velmi

těžké havárie. Kyštymská katastrofa spadá do stupně 6, což odpovídá těžké havárii. Jedná se o tři nejzávažnější jaderné havárie v moderní historii [12].

### **3.4.1 Havárie v černobylské jaderné elektrárně**

Dne 26. dubna 1986 v 1:23 došlo k explozi čtvrtého bloku černobylské jaderné elektrárny na severu Ukrajiny. Při explozi došlo k odtrhnutí víka reaktoru a uvolnění obrovského množství radioaktivních izotopů do okolí elektrárny. Radioaktivní mrak, který se poté vytvořil, přenesl izotopy dále nad západní Evropu a způsobil zvýšenou dávku ozáření místnímu obyvatelstvu.

Nehoda si vyžádala 30 mrtvých z řad obsluhy elektrárny a hasičů, kteří pomáhali s hašením požáru reaktoru. Počet úmrtí v následku stochastických vlivů radiace se uvádí okolo počtu 4000. Existují však i odhady, že nehoda si vyžádala ve skutečnosti až 93 000 obětí [13]. Stochastické účinky radiace nejde odlišit od běžného výskytu nádorových onemocnění a genetických poruch, jde pouze o zpětné statistické vyhodnocení. Z tohoto důvodu skutečný počet obětí zřejmě nikdy nebudeme moci určit přesně.

Katastrofa vznikla v důsledku několika nedostatků v konstrukci sovětského jaderného reaktoru RBMK-1000. Významnou roli však také hrály závažné chyby, kterých se dopustili operátoři reaktoru. Projevila se zde problematika izolace z důvodu studené války a nedostatky v bezpečnosti práce s jádrem [14].

### **3.4.2 Havárie jaderné elektrárny Fukušima I**

Havárie jaderné elektrárny Fukušima I 11. března 2011 byla způsobena zatopením komplexu elektrárny ničivou vlnou cunami, jež byla vyvolána předchozím zemětřesením o velikosti 9,1 Richterovi stupnice. Zatopení nejspíše zapříčinilo poškození tlakových nádob reaktoru, ve kterých se začal hromadit vodík. Velké množství vodíku v tlakových nádobách způsobil jejich následné

roztržení a uvolnění radioaktivních izotopů do okolního prostředí elektrárny [15].

Při zatopení elektrárny zahynuli tři pracovníci elektrárny. Žádné z úmrtí nebylo způsobeno akutní nemoci z ozáření. Následná opatření si vyžádala dočasné přesídlení 100 000 obyvatel. Kvůli uvolněným radionuklidům došlo k dočasnému znehodnocení orné půdy v okolí elektrárny. Škoda způsobená havárií se odhaduje na 235 miliard dolarů. Tato událost vyvolala v Japonsku nevíli k dalšímu využívání nukleární energie [16].

Za hlavní příčiny havárie jsou považovány chyby v konstrukci elektrárny, špatná komunikace při zvládání krizové situace, a hlavně nedostatečná legislativa v oblasti radiační bezpečnosti [17].

### **3.4.3 Kyštymská katastrofa**

Jedná se o havárii ze dne 29. září 1957. K události došlo v sovětské výzkumné laboratoři sloužící k produkci plutonia k vytvoření jaderných zbraní s označením Majak. Daná laboratoř se nacházející 80 km severně od Čeljabinsku. Příčinou katastrofy byla porucha systému chlazení. Následná exploze, zapříčiněná poruchou, rozmetala do okolí 70–80 tun kapalného jaderného odpadu. Došlo ke kontaminaci okolní oblasti včetně řeky Teče [18, 19].

Důsledkem události bylo zvýšení výskytu onkologických a jiných genetických vad u zasažené populace, dále také trvalé přesídlení zhruba 10 000 obyvatel z okolních vesnic a trvalé uzavření blízkého okolí laboratoře z důvodu trvalé kontaminace místních vod [18, 19].

## **3.5 Ochranná opatření při radiační havárii jaderné elektrárny**

O ochranných opatřeních při radiační havárii hovoříme v takových případech, kdy je nutné přijmout opatření na ochranu zdraví osob. Tyto kroky mají vyloučit ozáření, které by mělo okamžité dopady, a na přijatelnou mez snížit riziko pozdních účinků záření [20].

Z časového hlediska se opatření dělí na neodkladná a pozdní. Neodkladná probíhají okamžitě po začátku mimořádné situace, pozdní se odehrávají v delším časovém horizontu a mohou trvat měsíce i roky po vzniku události.

### **3.5.1 Neodkladná ochranná opatření**

O neodkladných opatřeních hovoříme v časně fázi havárie. Informace o velikosti havárie a možného šíření jsou značně nepřesné, získané hlavně z údajů o technickém stavu zařízení před havárií a meteorologických údajů. V případě neodkladných opatření jsou známy výsledky z monitorovacích stanic uvnitř areálu a následně z mobilních stanic kolem elektrárny. V této fázi se předpokládá, že civilní obyvatelstvo obdrží vyšší dávkový příkon než při fázi následné, kdy je pro krizový tým dostupné větší množství informací a času pro jejich vyhodnocení [21].

Neodkladnými ochrannými opatřeními se zabývá zákon číslo 422/2016 sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, který rozlišuje tři základní způsoby ochrany, a to ukrytí, jodovou profylaxi a evakuaci obyvatelstva [22].

### 3.5.1.1 Jodová profylaxe

Jodová profylaxe patří podle Světové zdravotnické organizace (WHO) mezi základní kameny neodkladných ochranných opatření při radiační havárii s únikem radiace do okolí objektu nakládající s nebezpečným materiálem [26]. V České republice zajišťuje nákup a distribuci tablet jodidu draselného v zóně havarijního plánování provozovatel jaderných elektráren [23].

#### Vliv radioaktivního jódu na lidský organismus

Při radiační havárii je jedním z největších rizik pro lidský organismus expozice radioaktivním jodem 131, který zvyšuje výskyt karcinomu štítné žlázy v zasažených oblastech, jak potvrzují např. výzkumy prováděné po havárii v černobylské oblasti. [25]. Nejčastější vstupem jódu do organismu je primárně dýchacím ústrojím při prvním průchodu radioaktivního mraku a sekundárně perorální při konzumaci potravin a živočišných produktů zasažených hospodářských zvířat.

Po vniknutí do organismu se jod rychle šíří přes krevní řečiště a následně dojde k jeho fyziologickému ukládání ve štítné žláze. Radioaktivní jód 131 s poločasem přeměny 8 dnů následně ozařuje parenchym štítné žlázy beta zářením. V případě včasného podání jodidu draselného dojde k nasycení tkáně štítné žlázy a k částečnému znemožnění ukládání jódu radioaktivního [26].

#### Dávkování

Čím dříve po expozici dojde k podání antidota, tím větší je profylaktický účinek, vyplývá z postupu pro jodovou profylaxi při jaderných nehodách. Daný postup, který popisuje účinnost podání jodové profylaxe v závislosti na čase podání, zveřejnila Světová zdravotnická organizace v roce 1999. Podání tablet po uplynutí 24 hodin od expozice, pokud nedošlo již dříve k aplikaci antidota,

se obecně pokládá za škodlivé z důvodu prodlužování biologického poločasu rozpadu radioaktivního jódu, kterým se již nasýtila štítná žláza [26].

Tabulka 2- Dávkování jodidu draselného

Věk	Dávka	Množství jodidu draselného
Děti do 1 měsíce	¼ tablety	16 mg
Děti od 1 měsíce do 3 let	½ tablety	32 mg
Děti od 3 do 12 let	1 tableta	65 mg
Děti a dospělí na 12 let	2 tablety	130 mg

### 3.5.1.2 Ukrytí

Ihned po oznámení úniku radioaktivní látky do okolí JE by občané měli vyhledat ukrytí v tzv. improvizovaném úkrytu. Jestliže je zvolena možnost okamžité tzv. improvizované evakuace mohlo by dojít k několika komplikacím, a to např. ke zhoršení dopravní situace a tím omezení přístupu jednotkám IZS do potřebných míst, dále by mohlo dojít k zvýšení obdržené dávky, jelikož dopravní prostředky neposkytují potřebnou ochranu před radioaktivním spadem. Z těchto důvodů je nejefektivnější způsob ochrany okamžité vyhledání nejbližší zděné budovy, vykonání úkonů k omezení obdržené dávky, (které jsou popsány níže) a vyčkání na další pokyny od orgánu krizového řízení [27].

## Vytvoření improvizovaného úkrytu

Ideálním úkrytem před radiací a radioaktivním spadem je místnost ve střední, suterénní nebo sklepní části zděné budovy a její následná izolace od okolního prostředí uzavřením všech ventilačních otvorů, jako například okna, dveře, klimatizace, digestoře, komíny atd. Dále je potřeba zajištění sdělovacího prostředku, ideálně rádia, televize nebo mobilního telefonu s přístupem na internet [28]. Potraviny při nouzovém ukrytí volíme balené, u nichž máme jistotu, že nedošlo k jejich kontaminaci.

Podle vyhlášky 422/2016 s. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje by mělo dojít k neodkladnému ochrannému opatření ukrytím po přesáhnutí odvrácené efektivní dávky 10 mSv na nejvýše dva dny. Do této doby dojde ke zrušení ochranných opatření nebo k evakuaci zasažené oblasti [29].

### 3.5.2 Evakuace obyvatelstva

Evakuace osob ze zóny kontaminované radiací se provádí podle vyhlášky 422/2016 sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje v případě, kdy se předpokládá, že: *součet efektivní dávky dosud obdržené v nehodové expoziční situaci se započtením účinku již realizovaných ochranných opatření a efektivní dávky, která by mohla být odvrácena evakuací, je větší než 100 mSv za prvních 7 dní* [29]. V tomto případě je orgány krizového řízení zahájena řízená evakuace podle vnějšího havarijního plánu jaderné elektrárny.

#### Druhy evakuace

Rozlišujeme několik typů evakuace, které se od sebe liší podle času, kdy se uskutečňují, a doby trvání. Preventivní evakuaci (odehrává se v krátkém čase před havárií), evakuace ochranná (provádí se v dlouhém časovém horizontu

před havárií), záchranná (krátce po havárii v krátkém časovém úseku) a evakuace dlouhodobá (tento typ evakuace se provádí v rozsáhlém časovém úseku po havárii). Tato práce se zabývá zejména evakuací záchranou a částečně též evakuací dlouhodobou [30].

### **Příprava k evakuaci**

O datu a času zahájení evakuace jsou občané informováni z médií, místního rozhlasu nebo od jednotek IZS. Jsou informováni o vhodném postupu, a to jak v případě hromadné evakuace, tak v případě evakuace vlastním vozidlem. [28]. Jednotlivé body pro hromadnou evakuaci připravenými dopravními prostředky jsou zvoleny tak, aby se co nejméně zkrátila doba pobytu na volném prostoru, a tím došlo k snížení obdržené dávky [27].

### **Zásady omezení kontaminace**

Během pohybu ve volném prostředí (ať už při vlastní evakuaci, nebo při přesunu na místo hromadné evakuace) je nezbytné zamezit vnitřní a vnější kontaminaci improvizovanými ochrannými pomůckami. Při výběru vhodných ochranných pomůcek je dobré volit neprodyšné komponenty na pokrytí pokožky těla. Jedná se například o gumové boty, pláštěnky a neprodyšné rukavice. Pro ochranu obličeje volíme komponenty tak, aby nedošlo k vnitřní kontaminaci přes dýchací soustavu a oči. Ideální jsou proto lyžařské brýle na ochranu očí a rouška nebo navlhčená látka přes ústa [27].

### **Evakuační zavazadlo**

Před samotnou evakuací je nezbytné přichystat evakuační zavazadlo. Obsah zavazadla můžeme shrnout do několika kategorií: potraviny, dokumenty, cennosti, léky, hygienické pomůcky, oblečení, přístroje a nástroje [28]. Pro



potravin platí stejná zásada jako v kapitole ukrytí, tj. konzumace pouze balených potravin a vod, aby se zamezilo vnitřní kontaminaci.

### **3.6 Následná ochrana opatření**

Přechod z neodkladných opatření do opatření následných je charakterizován hlavně změnou z centrálního řízení, které je zaměřené převážně na urgentní problémy a které pracuje s potenciálně vysokou dávkou záření, na decentralizovaný systém strategie směřující ke zlepšení životních podmínek a snížení dávky na nejmenší možnou úroveň [31].

Tým zabývající se následnými opatřeními musí brát v úvahu obrovské množství faktorů, které ovlivňují běžný život. Jedná se kupříkladu o životní prostředí, psychologii, ekonomiku, kulturu, politiku atd. [31].

V české legislativě jsou následná opatření včetně hodnot, kdy k nim přikročit, popsána ve vyhlášce číslo 422 z roku 2016 sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje [32]. Hlavním faktorem, který se bere v potaz při vyhodnocování následných opatření, je tzv. odvrácená (nebo odvratitelná) dávka, což je dávka záření, již je možno odvrátit ochrannými opatřeními. Odvrácená dávka je dána rozdílem mezi dávkou bez jakýchkoliv opatření a dávkou po provedení opatření [33].

#### **3.6.1 Regulace potravin a krmiv**

Jako důsledek závažné jaderné havárie mohou být orgány veřejného zdravotnictví donuceny k zavedení regulačních opatření potravin a krmiv, aby snížila nepříznivé účinky záření na populaci. Tyto regulace budou zapotřebí převážně v místech s vysokou kontaminací půdy, kde se předpokládá, že by

kontaminace mohla přejít do potravního řetězce. Součástí regulačních opatření by měla být i dlouhodobá a pravidelná kontrola úrovně kontaminace potravin, jelikož radionuklidům může trvat i několik let, než se zařadí do potravního řetězce po kontaminaci krmiv a vegetace [34].

Mezi regulační opatření můžeme zahrnout fyzikální a chemickou úpravu půd, změny v chovatelských postupech, poskytování přídatných látek do krmiva pro dobytek, alternativní využití půd atd. Výběr opatření závisí na fyzikálních a chemických vlastnostech uvolněných radionuklidů, ročním období a typu zamořené půdy. Omezení by měla být zavedena tak, aby nedošlo k úplnému zákazu produkce v kontaminované oblasti, což by v některých případech mělo ekonomicky devastující účinek na místní obyvatelstvo [31].

### **3.6.2 Trvalé přesídlení obyvatelstva**

Podle vyhlášky číslo 422 z roku 2016 o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje dochází k trvalému přesídlení obyvatelstva v případě, kdy nelze zajistit efektivní dávku obyvatel při návratu na zasažené území menší než 20 mSv za období následujících 12 měsíců [35]. V minulosti došlo k trvalému přesunu civilního obyvatelstva po havárii v černobylské elektrárně roku 1986. Kontaminace okolí elektrárny si vyžádala, podle mezinárodní agentury pro atomovou energii přesídlení až 200 000 obyvatel [36]. Trvalý přesun obyvatel si taktéž vyžádala situace po havárii v japonské jaderné elektrárně Fukušima 1 v roce 2011 [37]. Obě tyto události byly zařazeny podle stupnice INES do sedmé skupiny, která charakterizuje tzv. velmi těžké havárie, jež se vyznačují mj. dlouhodobými důsledky na život a na životní prostředí [38].

## **3.7 Systémy varování obyvatelstva v případě radiální havárie**

### **3.7.1 Historie systému varování a vyrozumění**

Vznik jednotného systému varování a vyrozumění můžeme datovat do roku 1935, kdy byla založena z důvodu stále sílící hrozba ze strany Německa tzv. Civilní protiletectká obrana (dále jen CPO). CPO bylo zřízeno Ministerstvem vnitra, konkrétně zákonem o ochraně a obraně proti leteckým útokům ze dne 11. dubna 1935. Od tohoto období se začaly ve městech a obcích instalovat první rotační sirény. V období okupace Československa fašistickým Německem přešlo vedení CPO do gesce Říšské protiletectké obrany Luftschutz. Hlavním úkolem CPO bylo v této době varování před leteckým útokem nepřátelských států Německa.

V poválečném období byla zařízení využívaná CPO hromadně ničena. Zvrat nastal v roce 1948, kdy vznikla Civilní ochrana a opět se začaly budovat prostředky na vyrozumění obyvatelstva. Hlavním důvodem byly napjaté vztahy mezi USA a Sovětským svazem.

Situace se změnila v roce 1989. Hrozba jaderné katastrofy přestala být aktuální a systém varování se začal využívat pro výstrahu obyvatelstva proti hrozbám nevojenského charakteru. Nutno podotknout, že v této době byl již systém značně zastaralý a jeho provoz finančně náročný.

Roku 1993 vláda rozhodla o obnovení a o celkovém zlepšení systému varování obyvatelstva. Přijetím usnesení vlády České republiky ze dne 17. března 1993 číslo 126 byly položeny základní kameny jednotného systému varování a vyrozumění, jak jej známe dnes [39, 40].

### 3.7.2 Systém varování a vyrozumění

Kvalitně fungující systém varování a vyrozumění je klíčový při snaze minimalizovat dopad mimořádných situací, kam spadá taktéž radiační havárie. Včasné vyrozumění jednotek IZS, orgánů územní samosprávy a dalších důležitých struktur stejně jako informování civilního obyvatelstva může vést k zásadnímu snížení negativního efektu, který by jinak havárie způsobila.

Od roku 1993 funguje po celé ČR jednotný systém varování a vyrozumění (dále jen JSVV) [41]. Jako výkonný orgán pro zajištění a provoz JSVV je dle zákona o IZS určeno Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky [42].

Dle Atomového zákona 263/2016 je za pořízení, udržování a provozování koncových prvků varování v zóně havarijního plánování zodpovědný držitel povolení k vykonávání činností souvisejících s využíváním jaderné energie [43]. V ČR je držitelem povolení akciová skupina ČEZ [44].

JSVV tvoří hlavně soustava vyrozumívacích center, systém vysílací infrastruktury a systém koncových prvků varování a vyrozumění [45]. Vzhledem k faktu, že tato práce se zabývá systémy pro informování běžného obyvatelstva a nikoli orgánů krizového řízení, zaměřují se následující kapitoly pouze na systém varování.

#### 3.7.2.1 Vyrozumívací centra

Vyrozumívací centra jsou většinou součástí operačních a informačních středisek HZS krajů (dále jen OPIS krajů). Slouží k zabezpečení varování, vyrozumění a předávání tísňových informací, jejichž hlavní část jsou tzv. zadávací terminály, které souží k ovládní jednotlivých součástí systému.

Vyrozumívací centra jsou rozdělena do 4 kategorií podle svého umístění v systému a územní působnosti.

#### Vyrozumívací centrum I. úrovně

Jedná se o centrální pracoviště s celostátní působností GŘ HZS ČR. Využívá se hlavně při událostech přesahujících svými následky hranice regionálních rádiových sítí nebo při událostech ohrožující území celé republiky. Přes centrum I. úrovně jde také uskutečnit informační vstup do České televize a Českého rozhlasu na celostátní úrovni [46].

#### Vyrozumívací centrum II. úrovně

Vyrozumívací centra II. úrovně zabezpečují varování a vyrozumění na úrovni kraje. Jsou umístěny na krajských operačních a informačních střediscích HZS a lze z nich zadávat volání určená pro koncové prvky. Také se zde může uskutečnit informační vstup do České televize a Českého rozhlasu na regionální úrovni [46]. Jedná se o technologický základ JSVV využívající technologií MASTER, ta realizuje komunikaci se zadávajícími terminály jednotlivých úrovní a řídí činnost rádiové sítě v daném kraji. Aplikace DOHLED zabezpečuje diagnostiku rádiové sítě a činnosti zadávacích terminálů [5].

#### Vyrozumívací centrum III. úrovně

Jsou umístěna na pracovištích okresních úřadů a měla by mít působnost na území daného okresu. Tato vyrozumívací centra se dnes již nepoužívají a v podstatě se čeká na jejich zrušení [47].

## Vyrozumívací centrum IV. úrovně

Pracoviště na této úrovni jsou vyrozumívací centra na magistrátu hlavního města Prahy a ve velínech jaderných elektráren Dukovany a Temelín. Pro potřeby předkládané práce jsou zásadní zejména centra při jaderných elektrárnách. Lze z nich zadávat volání určená pro koncové prvky dle předem přidělených oprávnění [46].

### 3.7.2.2 Vysílací infrastruktura

Vysílací infrastrukturu tvoří síť základových stanic zabezpečující pokrytí dané oblasti radiovým signálem. V současné době je provozováno 11 těchto regionálních sítí. Hlavní části sítě tvoří základnové stanice, které zabezpečují přenos signálu. V jedné regionální rádiové síti může pracovat až 32 základnových stanic [46,48].

Ve vysílací infrastruktuře jsou využívány základnové stanice typu NUCLEUS, DAU MICRO a CASIUM. Jedna základnová stanice je v regionální rádiové síti vždy v pozici řídicí stanice, označujeme ji jako MASTER. Ostatní jsou podřízeny a označují se SLAVE. Řídicí základnová stanice je umístěna na KŘ HZS [48].

Řídicí stanice MASTER vytváří radiový signál pomocí informačního bloku, tzv. tokenu. Ten obsahuje adresy volaných koncových prvků varování a vyrozumění, příkazy pro dálkové ovládní sirén, posloupnost volaných základnových stanic a obsah zpráv pro koncové prvky vyrozumění. Token je následně přijat všemi základnovými stanicemi, které se nachází v dosahu jejího signálu. Stanice zkontroluje údaje tokenu a předává ho dál. Takto je token postupně předáván z jedné základnové stanice na další, než se po kruhovém zapojení stanic vrátí zpátky na hlavní stanici, kde byl vytvořen.

Pro diagnostické účely sítě je používán tzv. systémový token. Systémový token je generován v pravidelných intervalech, při průchodu sítě sbírá informace o možných vadách a nedostatcích jednotlivých komponentů a následně se vrací na stanici, kde byl vygenerován, aby byl vyhodnocen [48].

### **3.7.2.3 Koncové prvky varování**

Koncové prvky varování (dále jen KPV) jsou podle vyhlášky Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva technická zařízení schopná vydávat varovný signál, např. sirény. Dále vyhláška určuje, že umístování koncových prvků varování na území obcí s počtem nad 500 obyvatel, v zónách havarijního plánování a v dalších místech možného vzniku mimořádné události, je v gesci HZS kraje [49].

KPV jsou zařízení schopná generovat stanovené zvukové signály případně vysílat verbální informace. Jejich ovládání je možné buď dálkově za pomoci zadávacích terminálů, nebo místně. V případě ovládání v místě působení KPV mluvíme o tzv. dálkově neovládaném koncovém prvku varování [48]. Všechny prvky zařazené mezi koncové prvky varování musí splňovat technické požadavky na koncové prvky varování připojené do jednotného systému varování a vyrozumění. Výrobce takového systému musí taktéž požádat o povolení MV GŘ HZS ČR [50].

Pro pokrytí území varovnými prvky jsou KPV rozděleny do tří typů: rotační sirény, elektronické sirény a místní informační systémy s vlastnostmi elektronických sirén. Při výběru koncového prvku k zajištění pokrytí území se zohledňuje počet obyvatel a charakter ohrožení v území [51].

## Rotační sirény

Tento typ sirén je v současné době nejpočetněji využívaným typem koncových prvků. Zvuk se vytváří při rozkmitání vzduchové masy vhodně nastavenými lopatkami rotoru elektromotoru. Do JSVV mohou být zařazeny pouze rotační sirény s výkonem vyšším než 3kW. Nejpoužívanějším typem těchto sirén je DS 977.

Nevýhodou rotačních sirén je nutnost neustálého připojení ke zdroji napětí, celková zastaralost a nemožnost doplnit akustický signál o verbální tísňovou informaci. Z tohoto důvodu panuje snaha o jejich nahrazení modernějším typem elektronických sirén. Výhodou rotačních sirén je jejich dlouhá životnost [48,51].



Obrázek 1 - Mechanická siréna DS 977 (zdroj: [www.feuerwehr-porschdorf.de.vu](http://www.feuerwehr-porschdorf.de.vu))



## Elektronické sirény

Elektronické sirény jsou považovány za standardní prvek varování. Signál je generován v tónovém generátoru řídicí jednotky nebo je reprodukován z audiopaměti, následně je zesílen výkonovými zesilovači a elektroakustický měnič signál přetváří na zvuk [48].

Výhodou systému je možnost doplnit varovný signál o verbální informaci. Elektronické sirény také nejsou na rozdíl od rotačních sirén závislé na zdroji napětí díky vestavěnému zdroji energie, který je schopný zásobovat sirénu po dobu 72 hodin po výpadku rozvodné sítě. Další výhodou elektronických sirén je jejich možnost napojení na speciální měřidla, která jsou schopna monitorovat únik nebezpečné látky. Z tohoto důvodu jsou ideální pro použití v zóně havarijního plánování kolem jaderných elektráren [51, 52].

Nevýhodou systému je jeho vysoká pořizovací cena v porovnání s rotačními sirénami.



Obrázek 2- Elektronická siréna (zdroj: [www.prerov.eu](http://www.prerov.eu))

## **Místní informační systémy s vlastnostmi elektronických sirén**

Jedná se především o bezdrátové rozhlasové systémy zapojené do JSVV. Tento systém je schopen stejně jako elektronické sirény vytvářet jak varovný signál, tak vysílat tísňové informace a další oznámení. Zařízení vytvářejí varovný signál v tónovém generátoru nebo v audiopaměti řídicí jednotky, taktéž může být varovný signál reprodukován z řídicího počítače. Zvuk je poté vytvářen v tlakových reproduktorech. Technologicky mohou být místní informační systémy (dále jen MIS) s vlastnostmi elektronických sirén provedeny jako rozšíření rozhlasové ústředny místního rozhlasu, zařízení využívajícího televizní kabelové rozvody nebo zařízení využívajícího bezdrátový rozhlas [47, 48].

MIS musí splňovat veškeré požadavky, které jsou kladeny na elektronické sirény [48].

Výhodou tohoto systému je možnost jeho zavedení do veřejných budov, ústavů, škol apod., a to díky využití televizních kabelových rozvodů a bezdrátových technologií [47].

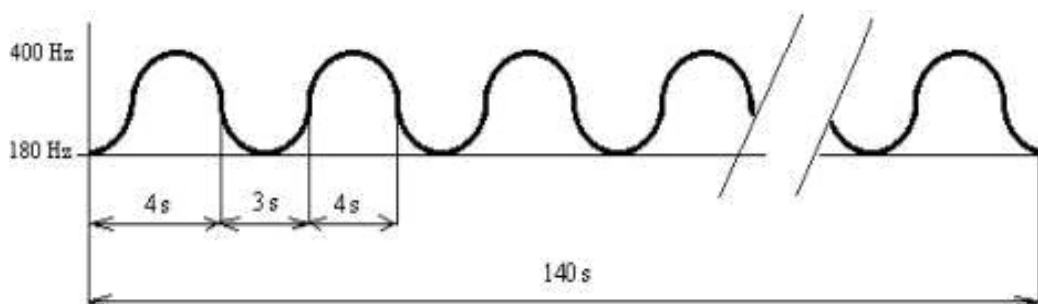
## **Akustické výstupy koncových prvků JSVV**

Akustickým výstupem jednotného systému varování a vyrozumění jsou především signály všeobecné výstrahy, požární poplach a zkoušky sirén. Časový průběh včetně kmitočtů zvukových frekvencí jsou uvedeny v příloze vyhlášky Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva z roku 2002[53].

## Signál „Všeobecná výstraha“

Varovný signál „Všeobecná výstraha“ je charakterizován kolísavým tónem v trvání 140 sekund. Vyšší tón má kmitočet 400 Hz v trvání čtyř sekund, nižší tón má kmitočet 180 Hz a trvá tři sekundy. Signál je možné opakovat až třikrát v intervalu tří minut a na elektronických sirénách nebo MIT může být doplněn krátkou verbální zprávou [47]. V JSVV je standardizováno šestnáct verbálních informací, jako je například: „Zkouška sirén“, „Nebezpečí zátopové vlny“, „Chemická havárie“ a další. Pro tuto publikaci je ovšem nejdůležitější verbální informace č. 5 „Radiální havárie“ ve znění:

„Radiální havárie, radiální havárie, radiální havárie. Ohrožení únikem radioaktivních látek. Sledujte vysílání Českého rozhlasu, televize a regionálních rozhlasů. Radiální havárie, radiální havárie, radiální havárie“



Obrázek 3- Schéma poplachu všeobecná výstraha pro elektronické sirény (zdroj: <http://www.koprivnice.cz/>)

## Signál „Požární poplach“

Signál „Požární poplach“ je standardizován ve dvou různých verzích pro elektromechanické sirény a elektronické koncové prvky. Obě tyto verze mají standardní dobu trvání 60 sekund. Při použití elektromechanických sirén vzniká zvuk přerušovaným zapínáním a vypínáním motoru sirény. Zapnutí

napájení trvá 25 sekund a vyplutí napájení sekund deset. Elektronické sirény vytváří signál střídavým přepínáním tónu o kmitočtu 200 Hz a 400 Hz v intervalech po dvou sekundách. Varovný signál „Požární poplach“ je určen pro svolání jednotek požární ochrany a nejedná se o varovný signál pro běžné obyvatelstvo [47, 48].

#### **3.7.2.4 Ověřování provozuschopnosti JSVV**

K ověření provozuschopnosti sirén slouží signál „zkušební tón“. Jedná se o nepřerušovaný signál o délce 140 s. Zkouška se provádí zpravidla první středu v měsíci ve 12:00. Dálkově ovládané sirény spouští operační a informační středisko HZS. U sirén, které se ovládají pouze místně, zajišťuje jejich spuštění starosta obce nebo jím pověřená osoba. O této zkoušce musí být obyvatelé předem informováni. Zkouška sirén může být zrušena například při státním smutku [51].

#### **3.7.3 Systém varování pomocí SMS zpráv**

Tento systém využívá spolupráci HZS se třemi hlavními mobilními operátory v ČR. V případě mimořádné situace je velitelem zásahu poslána žádost na OPIS kraje (při testování systému příkaz prvně schvaloval GŘ HZS ČR), kde se následně přes grafické rozhraní programu zakreslí potřebná oblast pro rozeslání zprávy, včetně samotného textu. Tento systém je relativně nový a prošel si testováním při vyhlášení karantény v době rozpuku viru Covid-19 v roce 2020 v oblasti obcí Uničov, Červenka a Litovel. Česká republika se tak připojila mezi ostatní státy EU, které jsou zapojeni do systému EU-alert. Do roku 2022 se do tohoto systému musí připojit všichni členové Evropské unie podle nařízení rady EU z roku 2018 [55]. Toto nařízení mimo jiné určuje způsoby možného vyrozumění a nařizuje jejich bezplatnost pro koncového uživatele. Největší výhodou tohoto systému je jeho specifická. Jinými slovy,

občané neuslyší pouze výstražný signál sirény, ale dozví se charakter mimořádné situace včetně dalšího postupu [56].

### 3.8 Vývojové prostředí

Součástí praktické části této práce je návrh aplikace, která má běžnému obyvatelstvu usnadnit přístup k informacím o možné havárii jaderné elektrárny nacházející se v okolí jejich obydlí. Aplikace má též poskytnout návod, jak postupovat, pokud k této události došlo. Pro zhotovení návrhu jsem zvolil open-source platformu Xamarin, která využívá programovací jazyk C#, značkovací jazyk XAML a vývojové prostředí Microsoft Visual Studio. Hlavní klady včetně charakteristiky těchto nástrojů jsou popsány v dedikovaných kapitolách níže.

#### Programovací jazyk C#

C# je vysokoúrovňový objektově orientovaný programovací jazyk vyvinutý firmou Microsoft, který běží na rozhraní .Net Framework. C# se využívá k tvorbě databázových programů, webových stránek a aplikací, formulářových aplikací pro operační systémy Windows, webových služeb a hlavně softwaru pro mobilní aplikace [57]. Nezbytnou součástí při programování v jazyce C# je běhové prostředí .NET Framework, které spravuje aplikace cílené na toto prostředí. .NET Framework se skládá z modulu CLR (Common Language Runtime), ten poskytuje správu paměti a další systémové služby a rozsáhlou knihovnu tříd [58].

Jak se psalo výše, největší výhodou jazyka C# je jeho čistě objektová orientace. V praxi to znamená, že tento jazyk (oproti například jazyku C++) umožňuje vytvářet modulárně udržitelné aplikace a opakovaně použitelné

kódy [59]. Mezi další výhody patří jeho velká knihovna, která ulehčuje implementaci funkcí, a dále jeho silná paměťová záloha (tzv. memory back up), díky níž se zde tolik nevyskytují úniky paměti (memory leaks). Úniky paměti jsou situace, kdy počítačový program neúmyslně alokuje operační paměť a není ji schopen uvolnit, i když ji již dále nepotřebuje a nevyužívá. To se stává např. u již zmíněného jazyka C++ [60]. Pro lepší správu paměti se využívá tzv. garbage collection (volně přeloženo jako odvoz odpadu), speciální algoritmus, jenž vyhledává a uvolňuje úseky paměti, které již nejsou využity programem či procesem.

## **Microsoft Visual Studio**

Jedná se o vývojové prostředí (tzv. IDE-Integrated Development Enviroment) vyvinuté společností Microsoft. Slouží k vývoji konzolových aplikací a aplikací s grafickým rozhraním. Pro účel této práce je využito Microsoft Visual studio 2019 [61].

## **XAML**

XAML je zkratka pro eXtensibleApplicationMarkupLanguage (v překladu rozšiřitelný značkovací jazyk pro aplikace). Jedná se o deklarativní značkovací jazyk. Při použití v programovacím modelu .NET Core XAML zjednodušuje vytváření uživatelského rozhraní pro aplikace na této platformě. Největší výhodou tohoto jazyka je jeho snadné užívání i pro začínající programátory podobně jako například v HTML [62].

## **Xamarin**

Xamarin je nástroj pro tvorbu mobilních aplikací. Tyto aplikace umožňuje vyvíjet pro platformy Android, iOS a Windows phone s minimální nutností úpravy kódu zvláště pro každou jednotlivou platformu. Xamarin používá

programovací jazyk C# a je dostupný jako nástroj přímo v Microsoft Visual Studiu [63]. Pro jeho snadné užití a dostupnost se jedná o ideální nástroj pro účel této práce.

## 4 METODIKA

V této kapitole je popsána metodika praktické části práce. Metodika je zaměřena zejména na problematiku vývoje mobilní aplikace, protože návrh aplikace je hlavní cíl práce. Dále jsou zde porovnány dvě metody varování. JSVV a metoda varování pomocí mobilní aplikace jsou zhodnoceny pomocí SWOT analýz. V rámci práce jsou vyhodnoceny jejich hlavní klady a zápory. Výsledky porovnání obou SWOT analýz jsou následně uvedeny v kapitole věnované výsledkům práce.

Vývoj mobilní aplikace probíhal převážně ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio 2019. Po zhotovení základního wireframu (základní rozvržení aplikace) bylo sepsáno schéma backendu. Wireframe je upraven podle schématu backendu. Dále byl zhotovený grafický návrh korespondující s wireframem. Následným testováním aplikace byly zjištěny chyby v kódu a ty byly následně opraveny.

### 4.1 Porovnání jednotlivých metod varování

Pro porovnání jednotlivých metod varování byl vytvořen jednoduchý výčet silných a slabých stránek systému a následně vytvořena SWOT analýza. Pomocí SWOT analýzy jsme chtěli zjistit, zdali by experimentální metoda varování pomocí mobilní aplikace byla dostatečně konkurenceschopná a zdali by se vyplatila investice do dalšího vývoje této metody varování obyvatelstva.

#### 4.1.1 SWOT analýza

SWOT analýza je analytická metoda zaměřená na zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů ovlivňující fungování určitých systémů (např. firem, firemních záměrů, organizací atd.) Metoda se využívá jako součást řízení rizik, jelikož zohledňuje i klíčové zdroje rizik (hrozeb).



Podstatou metody je identifikace klíčové silné a slabé stránky uvnitř. Jde tedy o to zjistit, v čem je metoda (nebo její část) dobrá a v čem tkví její nedostatky. Stejně tak je důležité znát klíčové příležitosti a hrozby, které se nacházejí v okolí, tedy ve vnějším prostředí. Cílem SWOT analýzy je identifikace a následné omezení slabé stránky, podpora stránky silné a hledání nových příležitostí, dále také uvědomění si možné hrozby [64].

### Sestavení SWOT analýzy a její vyhodnocení

Při sestavování matice SWOT analýzy jsou faktory rozděleny do čtyř kvadrantů. Kvadranty jsou silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby. Silné stránky a slabé stránky reprezentují vnitřní faktory, příležitosti a hrozby naopak představují vnější faktory.

Tabulka 3 -SWOT analýza I

<b>Vnitřní faktory</b>	<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Výčet silných stránek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Výčet slabých stránek</li> </ul>
<b>Vnější faktory</b>	<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Výčet příležitostí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Výčet hrozeb</li> </ul>

Následně je k jednotlivým faktorům přiřazena jejich váha a hodnocení. Hodnocení volíme pro pozitivní faktory (silné stránky, příležitosti) na stupnici celých čísel <1; 5>. Čím je číslo vyšší, tím je autor analýzy spokojenější s tímto

faktorem. Pro negativní faktory je zvolena stupnice celých čísel  $< -5; -1 >$ . Čím nižší je hodnocení, tím méně je autor spokojený s tímto faktorem.

Váha nám vyjadřuje významnost faktorů v jednotlivých kvadrantech. Součet vah faktorů v kvadrantech je vždy roven 1, a čím vyšší je váha faktoru, tím je větší jeho význam.

U jednotlivých faktorů je následně vynásobena jeho síla a váha, výsledek je poté zapsán do pravého sloupce tabulky.

Tabulka 4 - SWOT analýza II

		Váha faktoru	Síla faktoru	Násobek faktorů
<b>Vnitřní faktory</b>	<b>Silné stránky</b>			
	• Výčet silných stránek	Váha faktoru	Síla faktoru	Násobek faktorů
	<b>Slabé stránky</b>			
	• Výčet slabých stránek	Váha faktoru	Síla faktoru	Násobek faktorů
<b>Vnější faktory</b>	<b>Příležitosti</b>			
	• Výčet příležitostí	Váha faktoru	Síla faktoru	Násobek faktorů
	<b>Hrozby</b>			
	• Výčet hrozeb	Váha faktoru	Síla faktoru	Násobek faktorů

Dalším krokem je sečtení vnitřních a vnějších násobků faktorů. Následný rozdíl mezi vnitřními a vnějšími faktory nám poskytne celkový součet, jeho

hodnota se může pohybovat na stupnici reálných čísel (-5; +5). Vyšší hodnota celkového součtu nám značí větší spokojenost se zvolenou metodou [65].

*Tabulka 5 - SWOT analýza III*

Součet vnitřních faktorů	Součet násobků vnitřních faktorů
Součet vnějších faktorů	Součet násobků vnějších faktorů
<b>Celkový součet</b>	<b>Celkový součet faktorů</b>

Po zhotovení SWOT analýzy následuje slovní zhodnocení výsledků a porovnání jednotlivých metod varování.

## 5 VÝSLEDKY

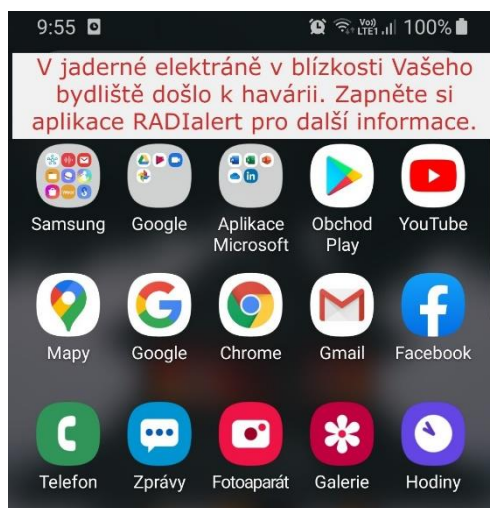
Kapitola je rozdělená do tří podkapitol, podkapitoly korespondují s jednotlivými cíli práce. První část se věnuje návrhu aplikace s názorným popisem dílčích funkcí. Druhá část se zabývá analýzou samotné aplikace a konkurenčními metodami varování. V poslední části jsou vypsány metody rozšíření aplikace mezi obyvatelstvem žijícím v okolí jaderných elektráren.

### 5.1 Popis funkcí navrhované mobilní aplikace

Výsledný návrh mobilní aplikace má dvě hlavní funkce a tři podpůrné. Hlavní funkcí je zaslání zprávy o případné nehodě nebo havárii v jaderné elektrárně. V případě úniku radiace do okolí elektrárny program nabídne přesný postup, jak by se měl daný jedinec zachovat. Všechny navržené funkce, včetně obrazové dokumentace, jsou uvedeny v kapitolách níže.

#### Push-notifikace

V případě havárie s únikem radiace mimo jadernou elektrárnu je pracovníkem elektrárny vyslán pokyn přes ovládací server aplikace pro zaslání push-notifikací všem vlastníkům chytrých telefonů s nainstalovanou aplikací.

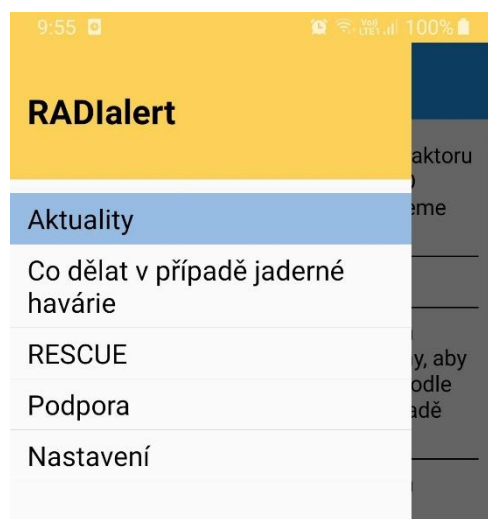


Obrázek 4 - RADialert I (vlastní zdroj)

Push-notifikace se zobrazí jako zpráva na horním okraji obrazovky mobilního telefonu, je přítomno též akustické upozornění. Varuje uživatele na možné nebezpečí a navede k zapnutí vlastní aplikace RADialert.

### Hlavní nabídka funkcí

Okamžitě po otevření aplikace se uživateli naskytne možnost výběru z pěti záložek: Aktuality, Co dělat v případě jaderné havárie, RESCUE, Podpora a Nastavení. Mezi jednotlivými záložkami se lze volně pohybovat a po jejich rozkliknutí se zobrazí žádaná funkce.



Obrázek 5 - RADialert II (vlastní zdroj)

### Funkce Aktuality

Jednou z hlavních funkcí aplikace je informování uživatele o nebezpečí jaderné havárie. Po rozkliknutí záložky Aktuality jsou zobrazeny informace o aktuálním dění v jaderné elektrárně. Příklad zpráv, které by se mohly zobrazit uživateli při havárii, je na obrázku 6 dále.

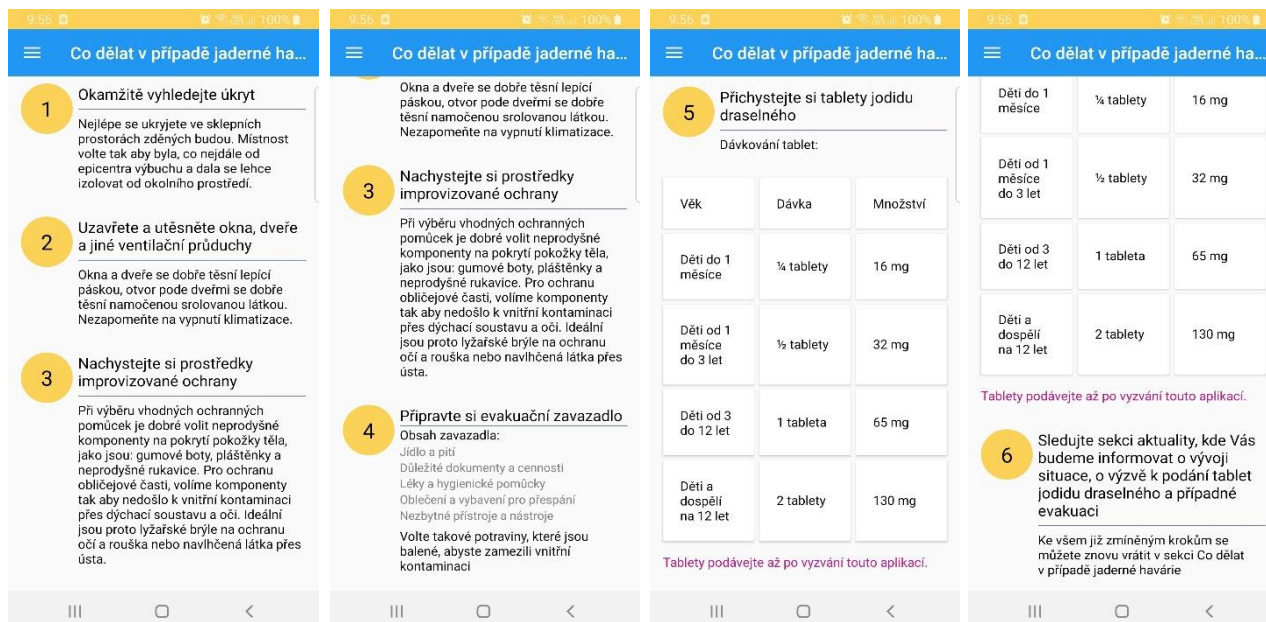
Na obrázku 6 je demonstrován příklad, kdy nastane porucha na reaktoru v jaderné elektrárně Dukovany. Uživatel dostává klíčové informace v reálném čase, včetně doporučení dalšího postupu.



Obrázek 6 - RADAlert III (vlastní zdroj)

## Návod k postupu v případě jaderné havárie

Druhou hlavní funkcí aplikace je návod, jak postupovat v případě jaderné havárie s únikem radiace do okolí jaderné elektrárny. Návod shrnuje v šesti krocích klíčové body v postupu ochrany před radiací.



Obrázek 7 - RADAlert IV (vlastní zdroj)

## Funkce RESCUE

Funkce RESCUE začne být aktivní až po vyhlášení evakuace. Pokud uživatel není schopen z jakéhokoliv důvodu evakuace, je nabídnuta možnost aktivace této funkce. Po aktivaci jsou na server odeslány údaje o poloze uživatele a tyto údaje putují k orgánům krizového řízení. Poté je možné spojit se s uživatelem, který funkci RESCUE aktivoval, a domluvit se na dalším postupu.



Obrázek 8 - RADAlert V (vlastní zdroj)

## **Funkce podpora a nastavení**

Funkce podpora je v aplikaci pro případ závady, uživatel v této záložce najde často kladené otázky, které zahrnují postup v případě špatného fungování aplikace, včetně kontaktu na technickou podporu. V nastavení je možno přizpůsobit si grafické rozhraní aplikace.

## **5.2 Analýza navrhované mobilní aplikace**

Jedná se o experimentální metodu varování, jejíž návrh vznikl pro účely této práce. Z tohoto důvodu jsou klady a zápory této aplikace společně se SWOT analýzou pouze teoretické a vycházejí z odhadu autora práce.

### **Pozitiva spojená s varováním pomocí mobilní aplikace**

Největší výhodou mobilní aplikace je usnadnění přístupu osob k potřebným informacím. Informace o situaci jsou poskytovány prakticky okamžitě, včetně nabídky nejefektivnějšího řešení. Mobilní aplikace jsou velice flexibilní, tudíž je velice jednoduché jejich spravování, aktualizování nebo přidávání nových funkcí. Další výhodou je možnost fungování i při výpadku elektrické rozvodné sítě.

### **Negativa spojená s varováním pomocí mobilní aplikace**

Mezi hlavní zápory systému patří jeho technická náročnost, jelikož uživatelé aplikace musí mít chytrý mobilní telefon s připojením k internetu. Jedná se navíc o nevyzkoušenou experimentální metodu, k jejímu dalšímu vývoji a uvedení do funkčního stavu by bylo třeba nemalých finančních zdrojů.



## 5.2.1 SWOT analýza mobilní aplikace

Tabulka 6 - SWOT analýza mobilní aplikace

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"><li>• Okamžité informování o nebezpečí</li><li>• Funkce při dlouhodobém výpadku rozvodné sítě</li><li>• Přístup k nejefektivnější metodě ochrany</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nutnost vlastnit chytrý telefon</li><li>• Nevyzkoušená experimentální metoda</li><li>• Nutnost připojení k internetu</li></ul>
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"><li>• Možnost budoucího vývoje</li><li>• Možnost začlenění do jiného systému</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vnější napadení systému</li><li>• Úpadek konceptu a jeho dalšího vývoje</li></ul>

Vyhodnocení SWOT analýzy mobilní aplikace se nachází v příloze 1 této práce. Slovní zhodnocení včetně příčin a důsledku naleznete v kapitole Diskuze.

## 5.3 Analýza jednotného systému včasného varování

### Pozitiva spojená s varováním pomocí JSVV

JSVV za svoji mnohaletou činnost na území ČR prokázal svoji spolehlivost, celý systém je dobudovaný a ozkoušený. Systém zaručuje prakticky okamžité varování obyvatelstva v potřebném okruhu a novější systémy dokáží sdělit i krátkou verbální zprávu o povaze nebezpečí. Díky náhradnímu zdroji napětí mohou koncové prvky fungovat i po vypadnutí elektrické rozvodné sítě. Celý

system je majetkem MV-GŘ HZS ČR, je pravidelně testován a v případě poruchy okamžitě opraven, čímž je zajištěna jeho nepřetržitá funkčnost [47].

### Negativa spojená s varováním pomocí JSVV

Mezi zápory lze uvést částečnou zastaralost systému, způsobenou hlavně omezenými financemi, které jsou určeny pouze pro provozní a servisní účely. Z tohoto důvodu se dá předpokládat, že v budoucnu, pokud nedojde k zainvestování do obnovy systému, se provozní náklady budou stále zvyšovat ,a nakonec bude muset dojít k celkové technologické obnově.

### 5.3.1 SWOT analýza JSVV

Tabulka 7 - SWOT analýza JSVV

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ověřená a spolehlivá infrastruktura systému</li> <li>• Zkušená obsluha</li> <li>• Nezbytnost systému pro stát</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podfinancování systému</li> <li>• Částečná zastaralost</li> </ul>
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Možnost kombinace systému s ostatními modernějšími metodami</li> <li>• Investice státu do modernizace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snižování investic do vylepšení</li> <li>• Hrozba napadení systému</li> </ul>

Vyhodnocení SWOT analýzy mobilní aplikace se nachází v příloze 2 této práce. Slovní zhodnocení včetně příčin a důsledků naleznete v kapitole Diskuze.

## **5.4 Rozšíření aplikace mezi obyvatelstvo**

Při návrhu aplikace bylo vytvořeno jméno produktu i logo tak, aby odrážely povahu produktu. Jméno bylo zvoleno RADAlert jako spojení dvou anglických slov radiation (česky radiace) a alert (v češtině upozornění/výstraha). Logo bylo vytvořeno pomocí webové stránky [66] a slouží jako spouštěcí ikona aplikace. Název a logo byly vytvořeny pro zlepšení demonstrace distribučních metod. Logo je součástí přílohové dokumentace této práce.

Pro distribuci aplikace mezi obyvatelstvo byly zvoleny dvě metody. První pomocí internetových stránek provozovatele jaderných elektráren [67] a stránek HZS [68]. Jako další možnost distribuce by se daly použít internetové stránky jednotlivých obcí nacházející se v zóně havarijního plánování jaderných elektráren. Jako druhý způsob rozšíření produktu byly vybrány brožury vydávané každoročně akciovou společností ČEZ distribuované občanům okolních obcí jaderných elektráren. Obě tyto metody byly zvoleny pro svoji nízkou finanční náročnost a jednoduchost v oblasti implementace změn. Návrhy změn včetně originálu jsou součástí obrazové dokumentace této práce.

## 6 DISKUZE

### 6.1 Zhodnocení dosažených výsledků

Cílem předkládané práce byl návrh mobilní aplikace pro chytré telefony určené k informování obyvatelstva nacházející se v zóně havarijního plánování jaderných elektráren o případné havárii. Dalším cílem bylo také zjištění dalších možností využití dané aplikace. K vytyčeným cílům vedlo splnění čtyř dílčích úkolů.

Úkoly byly stanoveny logickou posloupností, kdy prvním krokem při vytváření nové technologie byl sběr informací, následovalo zhotovení návrhu, porovnání s konkurencí nebo stávající využívanou technologií, aby byla zjištěna její životaschopnost, dalším krokem bylo finální vytvoření a posledním krokem rozšíření ke koncovému uživateli. Krok finálního vytvoření nemohl být v rámci předkládané práce splněn zcela, jelikož k celkovému vývoji navrhovaného systému by bylo zapotřebí velké finanční a časové investice. Proto tato práce zůstala pouze u návrhu.

Prvním úkolem bylo zajistit souhrnné informace potřebné k návrhu aplikace. Toho bylo dosaženo zejména literární rešerší v kapitole přehled současného stavu. Zde byla shrnuta problematika jaderných elektráren v ČR, zásady radiační ochrany, dále také problematika neodkladných ochranných opatření v případě radiační nehody a bylo zde popsáno také vývojové prostředí pro tvorbu aplikace. Díky těmto informacím mohlo dojít k sestavení návrhu základního modelu aplikace a byly stanoveny priority pro jednotlivé funkce.

Druhým úkolem bylo vytvoření návrhu mobilní aplikace, tento cíl byl dosažen v kapitole výsledky práce. Každá z funkcí aplikace je přehledně popsána a je vysvětlen její účel. Při návrhu aplikace byl kladen důraz na

jednoduchost grafického rozhraní pro usnadnění ovládání a nejvyšší možnou intuitivnost ovládání. Aplikace sama navádí uživatele a sděluje doporučený postup. Jednotlivé funkce se navzájem doplňují.

Třetí úkol, při kterém se porovnávala účinnost mobilní aplikace s již fungujícím varováním obyvatelstva pomocí JSVV, byl splněn taktéž v kapitole Výsledky. Při porovnání obou SWOT analýz si nelze nevšimnout propastného rozdílu v konečném součtu. Hlavním důvodem pro špatné zhodnocení mobilní aplikace byla její celková technická náročnost pro konečného uživatele, nehledě na fakt, že se jedná o nevyzkoušený experimentální systém, jehož další vývoj a uvedení do praxe by vyžadovalo nemalé finanční prostředky. JSVV je oproti tomu lety vyzkoušený systém, jen s drobnými vadami, které plynou hlavně z nízkých investic státu do moderních metod varování a jejich výzkumu.

Záměrem autora práce bylo taktéž vypracovat analýzu pro systém rozesílání SMS správ v případě mimořádné situace. Tato metoda je ovšem pouze zmíněná a nemohlo dojít k jejímu hlubšímu zhodnocení z důvodu nedostatku zjistitelných informací. Metoda je ve vývoji a práva na zveřejnění informací mají pouze mobilní operátoři. Autor práce se snažil spojit se třemi hlavními operátory v ČR, ovšem nikdo nebyl schopný poskytnout žádané informace. Jediný, kdo poskytl alespoň základní informace, bylo GŘ HZS. Tím pádem bylo možné tuto metodu alespoň v hrubých rysech objasnit v kapitole Přehled současného stavu. Systém rozesílání SMS by měl být dle informací GŘ HZS funkční od roku 2022.

Posledním úkolem bylo nalezení způsobu rozšíření aplikace ke konečnému uživateli. Způsoby byly zvoleny dva a hlavním důvodem zvolení těchto metod byla jejich nízká ekonomická náročnost a jednoduchost provedení. První způsob spočíval v rozšíření pomocí internetových stránek. Jedná se o velmi

efektivní metodu, když vezmeme v potaz, že každá obec nacházející se v okolí jaderné elektrárny vlastní webové stránky. Další internetové stránky využitelné k rozšíření aplikace jsou např. stránky skupiny ČEZ a HZS. Jako alternativní způsob distribuce byla zvolena příručka pro ochranu obyvatelstva, vydávaná a distribuovaná mezi obyvatelstvo akciovou skupinou ČEZ. Byly zhotoveny modifikace internetových stránek a příručky pro demonstraci provedených změn.

Celkově tak došlo ke splnění všech úkolů práce, s výjimkou v případě úkolu třetího, který byl naplněn pouze částečně z důvodů uvedených výše. Bylo dosaženo hlavního cíle práce, a to návrhu mobilní aplikace pro chytré telefony určené k informování obyvatelstva nacházející se v zóně havarijního plánování jaderných elektráren o případné havárii a byly též nastíněny další možnosti využití takové aplikace.

Na základě komparativní analýzy systému varování pomocí aplikace a systému prostřednictvím JSVV můžeme vyvrátit stanovenou hypotézu. Systém varování pomocí navržené aplikace nedokáže zaručit větší bezpečnost pro obyvatelstvo nacházející se v zóně havarijního plánování jaderných elektráren než současně využívaný systém varování. Aplikace má příliš mnoho negativ a nedostatků, přičemž současný systém varování je zcela dostačující pro potřeby ochrany obyvatelstva z pohledu radiační bezpečnosti.

## **6.2 Budoucnost mobilní aplikace**

I když v předchozí kapitola nastínila, že mobilní aplikace není vhodnou alternativou k nynějšímu systému varování, neznamená to, že v budoucnu nenastane doba, kdy tomu bude jinak. Mobilní průmysl je na vzestupu a v dnešní době skoro 98 % lidí ve věku 16-24 let vlastní chytrý telefon [69]. Je nezbytné se na tyto nové možnosti zaměřit a využít jejich potenciál pro účely

ochrany obyvatelstva. Mobilní operátoři včetně HZS spolupracují na metodě varování pomocí SMS v případě mimořádné události. Tato metoda je ve světě velmi populární. Příkladem může být Japonsko, které využívá systém EEW (The Earthquake Early Warning) sloužící k varování občanů proti blížícímu se zemětřesení a následným vlnám cunami [70].

Aplikace by mohla mít širší využití ve spojení s jiným systémem nebo aplikací cílící na větší skupinu obyvatel. Za příklad stojí velmi populární aplikace Záchranka, která v současné době čítá více než 1 000 000 stažení z platformy Google Play, což vypovídá o její popularitě. Další, ovšem už celosvětově využívanou aplikací, je Earthquake Network – Realtime alerts, upozorňující na zemětřesení z globálního hlediska. Stejně je tomu tak v případě My Hurricane Tracker & Alerts, aplikace pro platformu Android a IOS, jež je schopná upozornit na blížící se silné bouře a hurikány. Všechny tyto aplikace ukazují na možný potenciál dalšího vývoje a na fakt, že mobilní aplikace mají místo mezi systémy ochrany obyvatelstva.

Doporučuji budoucím výzkumníkům z oblasti mobilních aplikací užívaných pro ochranu obyvatelstva zaměřit svůj pohled spíše na obecné problémy, jako jsou např. požáry, dopravní nehody atd., popř. též na vývoj aplikace, která by sdružovala více podskupin a nezaměřovala by se jen na extrémně specifickou část ochrany obyvatelstva, jako tomu bylo v případě navrhované aplikace v této práci.

## 7 ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vytvoření návrhu mobilní aplikace pro usnadnění přístupu k informacím obyvatelům žijícím v zóně havarijního plánování jaderných elektráren. Návrh vychází z informací nashromážděných při tvorbě teoretické části. V práci samotné jsou zahrnuty kapitoly zaměřující se na radiační bezpečnost, neodkladná opatření při radiační havárii, popis jaderných elektráren a také na největší jaderné katastrofy historie. Teoretická část dále obsahuje pojednání o současných systémech varování obyvatelstva, kde zde také popsáno vývojové prostředí pro tvorbu aplikace. V praktické části je popsána také metodika postupu při vytváření aplikace a komparace s jednotným systémem varování. Dále jsou prezentovány výsledky práce. Výsledky jsou členěny do tří částí, v první dochází k prezentaci návrhu aplikace a popisu funkcí, ve druhé je návrh porovnáván s JSVV a poslední část pojednává o způsobech rozšíření aplikace mezi obyvatelstvo.

Hlavní cíl práce byl dosažen, ovšem při následném porovnání se současným systémem bylo zjištěno, že aplikace prozatím není ideálním řešením. Důvodem jsou četné nedostatky aplikace a možnosti daleko efektivnějšího řešení. Byla proto vyvrácena hypotéza stanovená na začátku této práce. Systém varování pomocí navržené aplikace nedokáže zaručit bezpečnost pro obyvatelstvo nacházející se v zóně havarijního plánování jaderných elektráren lépe než současně využívaný systém varování.

Už dnes existují aplikace pro chytré telefony, které dokáží přivolat lékařskou pomoc, upozornit na blížící se hurikán nebo zemětřesení. Proto vkládám velkou důvěru do budoucnosti tohoto odvětví a vidím velký potenciál v aplikacích cílících na ochranu obyvatelstva a životního prostředí.



## 8 SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK:

CPO	Civilní protiletectká obrana
ČEZ	České energetické závody
GŘ HZS ČR	Generální ředitelství hasičského záchranného sboru České republiky
HZS	Hasičský záchranný sbor
INES	Mezinárodní stupnice jaderných událostí (The International Nuclear Event Scale)
JE	Jaderná elektrárna
JSVV	Jednotný systém varování a vyrozumění
KPV	Koncové prvky varování
KŘ HZS	Krajské ředitelství hasičského záchranného sboru
MIS	Místní informační systém
OPIS	Operační a informační středisko
SMS	Služba krátkých textových zpráv (Short message service)
SUJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)
XAML	eXtensible Application Markup Language

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] ČESKO. Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 11. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263>

[2] *Ionizující záření: Druhy záření radioaktivních látek* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k22.htm>

[3] HAVRÁNKOVÁ, Renata. *Klinická radiobiologie*. Grada, 2020. ISBN 978-80-247-4098-0.

[4] *Stručný přehled biologických účinků záření* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickyh-ucinku-zareni/>.

[5] ŠTĚTINA, Jiří. *Zdravotníci a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4578-7.

[6] CHVÁTALOVÁ, Barbora a Dana BROUNKOVÁ. *Pravidla radiační ochrany: příručka k e-learning kurzu* [online]. 2018 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/skoleni/kp/pravidla\\_ro-prirucka\\_e-kurzu.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/skoleni/kp/pravidla_ro-prirucka_e-kurzu.pdf).

[7] Státní úřad radiační ochrany: *Jaderná zařízení v ČR* [online]. [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/jaderna-zarizeni/jaderna-zarizeni-v-cr/>.

[8] HÁLA, Jiří. Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie. Brno: Konvoj, 1998. ISBN 80-856-1556-8.

[9] Jaderná elektrárna Dukovany slaví 35 let. O pátý blok se rozroste až za další dekádu. [online]. 12. února 2020 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/jaderna-elektrarna-dukovany-slavi-35-let-o-paty-blok-se-rozroste-az-za-dalsi-dekadu-1366746>.

[10] Svět energie: Jaderná elektrárna Dukovany [online]. [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/jaderne-elektrarny/jaderne-elektrarny-cez/jaderna-elektrarna-dukovany>.

[11] Svět energie: Jaderná elektrárna Temelín [online]. [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/jaderne-elektrarny/jaderne-elektrarny-cez/jaderna-elektrarna-temelin>.

[12] International Atomic Energy Agency: International Nuclear and Radiological Event Scale (INES) [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.iaea.org/resources/databases/international-nuclear-and-radiological-event-scale>.

[13] STEJSKAL, Jan. Kolik bylo a bude obětí černobylské havárie. *Ekolist.cz* [online]. 26.4.2006 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/kolik-bylo-a-bude-obeti-cernobylske-havarie>

[14] Chernobyl Accident 1986. <https://www.world-nuclear.org/> [online]. April 2020 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx>

[15] *SecondsFromDisaster: Japan'sNuclearNightmare (Fukušima) Havárie elektrárny Fukušima I* [dokumentární seriál] Režie: Stan Griffin. Velká Británie 2012.

[16] IRE. *Japonský soud v souvislosti s havárií ve Fukušimě všechny tři exmanažery zprostil viny* [online]. 19. 9. 2019 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/svet/2928203-japonsky-soud-v-souvislosti-s-havarii-ve-fukusime-vsechny-tri-exmanazery-zprostil-viny>.

[17] Fukushima report: Keypoints in nucleardisaster report. <https://www.bbc.com/> [online]. 5 July 2012 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/world-asia-18718486>

[18] Kyštym. *Jaderná katastrofa, o níž svět neměl vědět* [online]. 16. března 2014 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://echo24.cz/a/irjYT/kystym-jaderna-katastrofa-o-niz-svet-nemel-vedet>.

[19] MIA. *Dokonale utajená jaderná katastrofa. Před 60 lety si výbuch v SSSR vyžádal tisíce mrtvých* [online]. 10. dubna 2017 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.info.cz/magazin/dokonale-utajena-jaderna-katastrofa-pred-60-lety-si-vybuch-v-sssr-vyzadal-tisice-mrtvych-7686.html>.

[20] SURO: *Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z :<https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/ochranna-opatreni-pri-radiacni-mimoradne-situaci/>

[21] *Radiační ochrana: Radiační havárie*. SURO.cz: *Státní úřad radiační ochrany* [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/radiacni-havarie>.

[22] ČESKO. § 107 odst. 3 vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 9. 2. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422#p107-3>.

[23] Vyhláška č. 359/2016 sb. ze dne 9. 11. 2016, o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události.

[24]

WorldHealthOrganization. *GuidelinesforIodineProphylaxisfollowingNuclear Accidents*. Geneva, 1999.

[25] TRONKO, Mykola D., Geoffrey R. HOWE, Tetyana I. BOGDANOVA, et al. A Cohort Study of Thyroid Cancer and Other Thyroid Diseases After the Chernobyl Accident: Thyroid Cancer in Ukraine Detected During First Screening. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*. 2006, **98**(13), 897-903. DOI: 10.1093/jnci/djj244. ISSN 1460-2105. Dostupné také z: <http://academic.oup.com/jnci/article/98/13/897/2521634/A-Cohort-Study-of-Thyroid-Cancer-and-Other-Thyroid>

[26] Iodine thyroid blocking: Guidelines for use in planning and responding to radiological and nuclear emergencies. Switzerland: Department of Public Health, Environmental and Social Determinants of Health Cluster of Climate and Other Determinants of Health, 2017. ISBN 978 92 4 155018 5.

[27] Hasičský záchranný sbor JMK. Radiační balíček – informace pro případ radiační havárie v Jaderné elektrárně Dukovany. Dostupné také z: <http://krizport.firebrno.cz/>.

[28] Útvar havarijní připravenosti ČEZ, a. s. a Útvar komunikace ETE ČEZ, a. s. Základní informace pro případ radiační havárie JE Temelín 2020 - 2021. KARTEX media packaging, s.r.o, 17 s. Dostupné také z: [https://kraj-jihocesky.cz/ku\\_file/159823/0](https://kraj-jihocesky.cz/ku_file/159823/0)

[29] ČESKO. § 107 odst. 3 písm. a) vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 1. 2. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422#p107-3-a>

[30] MALEŠIČ, Marjan, Iztok PREZELJ, Jelena JUVAN, Marko POLIČ a Samo UHAN. Evacuation in the event of a nuclear disaster: Planned activity or improvisation? *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2015, 12, 102-111. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2014.12.005. ISSN 22124209. Dostupné také z: [https://www.researchgate.net/publication/270825383\\_Evacuation\\_in\\_the\\_event\\_of\\_a\\_nuclear\\_disaster\\_Planned\\_activity\\_or\\_improvisation](https://www.researchgate.net/publication/270825383_Evacuation_in_the_event_of_a_nuclear_disaster_Planned_activity_or_improvisation)

[31] ICRP Publication 111: Application of the Commission's Recommendations to the Protection of Individuals Living in Long Term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency. 2011. ISBN 978-0-7020-4191-4. ISSN 0146-6453.

[32] ČESKO. § 107 odst. 4 vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 9. 2. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422#p107-4>

[33] ŘÍHA, M., *Přírodovědné základy*. 2. vydání. ARMEX PUBLISHING s.r.o., 2008. ISBN 978-80-86795-60-7.

[34] WHO. Derived Intervention Levels for Radionuclides in Food: Guidelines for Application After Widespread Radioactive Contamination Resulting from a Major Radiation Accident. 1988. ISBN 9241542330.

[35] ČESKO. § 107 odst. 4 písm. b) vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 15. 2. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422#p107-4-b>.

[36] International Atomic Energy Agency: Frequently Asked Chernobyl Questions [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.iaea.org/newscenter/focus/chernobyl/faqs>.

[37] Union of Concerned Scientists: A Brief History of Nuclear Accidents Worldwide [online]. 2013 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.ucsusa.org/resources/brief-history-nuclear-accidents-worldwide>.

[38] INES: *The international nuclear and radiological event scale* [online]. Division of Public Information, 4 s. Dostupné také z: <https://www.iaea.org/sites/default/files/ines.pdf>.

[39] MIKA, Otakar J., Pavel ZAHRADNÍČEK a Miloš ZEMAN. *Ochrana obyvatelstva: malé kompendium ochrany obyvatelstva*. Jihlava: Vysoká škola polytechnická, 2012. ISBN 978-80-87035-67-2.

[40] MRÁZEK, Miloš. *Jak vznikl jednotný systém varování obyvatel české republiky díl 1: Historie varování obyvatel v letech 1929-1993*. (3/17), 9.

[41]MRÁZEK, Miloš. JAK VZNIKL JEDNOTNÝ SYSTÉM VAROVÁNÍ A VYROZUMĚNÍ OBYVATEL ČESKÉ REPUBLIKY DÍL 1.: HISTORIE VAROVÁNÍ OBYVATEL V LETECH 1929–1993. *Vzdělání v oblasti bezpečnosti*. 9. Dostupné také z: <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/36/306.pdf>

[42]ČESKO. § 7 odst. 2 písm. f) zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 11. 4. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239#p7-2-f>

[43]ČESKO. § 156 odst. 2 písm. g) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 11. 4. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263#p156-2-g>

[44]*Národní zpráva České republiky pro účely úmluvy o jaderné bezpečnosti*. In: s. 111. Dostupné také z: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni\\_zpravy/SUJB\\_Narodni\\_Zprava\\_CR.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/SUJB_Narodni_Zprava_CR.pdf). Č.j. 6287/2.3.

[45] MV-generální ředitelství HZS ČR oddělení ochrany obyvatelstva. Varování obyvatelstva v České republice. *Www.hzscr.cz* [online]. 26. září 2017 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/varovani-obyvatelstva-v-ceske-republice.aspx>

[46]ŠIMEK, Tomáš. Systém selektivního radiového návštěvní. 2. upravené vydání. Lázně Bohdaneč: MV-GŘ HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva, 2002. 54 s.



[47] ZVĚŘINA, Štěpán. *Současný stav jednotného systému varování a vyrozumění a možnosti jeho rozvoje*. Kladno, 2017. Diplomová práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. Vedoucí práce Plukovník Ing. Luboš Votípka.

[48] KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše, Danuše KRATOCHVÍLOVÁ a Libor FOLWARCZNY. *Ochrana obyvatelstva*. 2., aktualiz. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-134-7.

[49] ČESKO. fragment #f2356190 vyhlášky č. 380/2002 Sb., Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 14. 4. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-380#f2356190>

[50] *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele hasičského záchranného sboru české republiky*. In: ročník 2008, částka 24. Dostupné také z: [http://krizport.firebrno.cz/file/166\\_1\\_1/](http://krizport.firebrno.cz/file/166_1_1/)

[51] MV-GŘ HZS ČR. *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení*. 1. vydání. Praha: MVGŘ HZS ČR, 2015. 328 s. ISBN 978-80-86466-62-0

[52] MV-GŘ HZS ČR. *Zásady dalšího rozvoje jednotného systému varování a informování obyvatelstva v České republice po roce 2010*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2010. 10 s. Čj.: MV-21332-1/PO-2010.

[53] ČESKO. fragment #f2356376 vyhlášky č. 380/2002 Sb., Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 15. 4. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-380#f2356376>

[55] *DIRECTIVE (EU) 2018/1972 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL*. In: 2018. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L1972&from=EN>.

[56] Michal Karfík, MV – Generální ředitelství HZS ČR, odbor komunikačních a informačních technologií.

[57] *Microsoft .NET: Dokumentace k jazyku C#* [online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/cs-cz/dotnet/csharp/>.

[58] *Microsoft .NET: Začínáme s .NET Framework* [online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/cs-cz/dotnet/framework/get-started/>

[59] *Www.codexoxo.com: WhatIs C# Language, Advantages&FeaturesOf C# Language* [online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.codexoxo.com/advantages-c-sharp-language/>.

[60] *Linuxjournal: MemoryLeakDetection in Embedded Systems* [online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.linuxjournal.com/article/6059>

[61] *Microsoft Visual Studio*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): WikimediaFoundation, 2001- [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Visual\\_Studio](https://cs.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio)

[62] *Www.wpf-tutorial.com: Whatis XAML?* [online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.wpf-tutorial.com/cs/5/xaml/co-je-to-xaml/>

[63] *Skeleton softwear: Xamarin: Úvod do XamarinForms* [online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.skeleton.cz/uvod-do-xamarin-forms>

[64] SWOT analýza. In: ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2020, 22.01.2017 [cit. 08.05.2020]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>.

[65] *SWOT analýza v Excelu* [online]. © Fotis Fotopulos 2011 [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <http://excel-navod.fotopulos.net/swot-analyza.html>.

[66] *TailorBrands* [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.tailorbrands.com/logo-maker>.

[67] on-line team Skupiny ČEZ. [Www.cez.cz](http://www.cez.cz) [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/edu/prirucka-pro-ochranu-obyvatelestva>.

[68] MV-generální ředitelství HZS ČR. *Mimořádná událost s možností úniku radioaktivních látek do životního prostředí (radiační havárie)* [online]. V Praze dne 15. 4. 2013 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/prostredky-individualni-ochrany-nebezpecne-chemicke-latky.aspx?q=Y2hudW09NA%3d%3d>.

[69] Mobilní telefony: Kolik procent Čechů využívá internet ve smartphonu? *Root.cz* [online]. 25. 11. 2019 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.root.cz/pr-clanky/mobilni-telefony-kolik-procent-cechu-vyuziva-internet-ve-smartphonu/>

[70] ISHIWATARI, Mikio. WORLD BANK. *Tsunami and EarthquakeWarningSystem: knowledgenote 2-5*. Dostupné také z: [https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/knowledge-note-japan-earthquake-2-5\\_0.pdf](https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/knowledge-note-japan-earthquake-2-5_0.pdf).

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Mechanická siréna DS 977 .....	33
Obrázek 2- Elektronická siréna .....	34
Obrázek 3- Schéma poplachu všeobecná výstraha pro elektronické sirény...	36
Obrázek 4 - RADialert I.....	45
Obrázek 5 - RADialert II .....	46
Obrázek 6 - RADialert III .....	47
Obrázek 7 - RADialert IV .....	48
Obrázek 8 - RADialert V .....	48

## 11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Stupnice INES.....	18
Tabulka 2- Dávkování jodidu draselného.....	23
Tabulka 3 -SWOT analýza I .....	42
Tabulka 4 - SWOT analýza II .....	43
Tabulka 5 - SWOT analýza III.....	44
Tabulka 6 - SWOT analýza mobilní aplikace .....	50
Tabulka 7 - SWOT analýza JSVV.....	51

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - SWOT analýza mobilní aplikace.....	72
Příloha 2- SWOT analýza JSVV .....	73
Příloha 3- Logo RADIAlet.....	74
Příloha 4- Modifikovaná příručka pro jaderné havárie JE Dukovany.....	74
Příloha 5- Originální příručka pro případ jaderné havárie JE Dukovan .....	74
Příloha 6- Modifikovaná stránka HZS .....	74
Příloha 7- Modifikovaná stránka skupiny ČEZ .....	74

# PŘÍLOHY

Příloha 1 - SWOT analýza mobilní aplikace

		Váha faktoru	Síla faktoru	Součet faktorů
Vnitřní faktory	<b>Silné stránky</b>			
	Okamžité informování o nebezpečí	0,35	3	1,05
	Funkce při dlouhodobém výpadku rozvodné sítě	0,2	2	0,4
	Přístup k neefektivnější metodě ochrany	0,45	4	1,8
	<b>Slabé stránky</b>			
	Nutnost vlastnit chytrý telefon	0,2	-3	-0,6
	Nevyzkoušená, experimentální metoda	0,6	-5	-3
Nutnost připojení k internetu	0,2	-3	-0,6	
Vnější faktory	<b>Příležitosti</b>			
	Možnost budoucího vývoje	0,5	2	1
	Možnost začlenění do jiného systému	0,5	2	1
	<b>Hrozby</b>			
	Vnější napadení systému	0,15	-2	-0,3
	Úpadek konceptu a jeho dalšího vývoje	0,85	-5	-4,25
Součet vnitřních faktorů		-0,95		
Součet vnějších faktorů		-2,55		
<b>Celkový součet</b>		<b>-3,5</b>		

Příloha 2- SWOT analýza JSVV

		Váha faktoru	Síla faktoru	Součet faktorů
Vnitřní faktory	<b>Silné stránky</b>			
	Ověřená a spolehlivá infrastruktura systému	0,2	4	0,8
	Zkušená obsluha	0,15	4	0,6
	Nezbytnost systému pro stát	0,65	5	3,25
	<b>Slabé stránky</b>			
	Podfinancování systému	0,5	-2	-1
	Částečná zastaralost	0,5	-2	-1
Vnější faktory	<b>Příležitosti</b>			
	Kombinace systému s ostatními modernějšími metodami	0,25	1	0,25
	Investice státu do modernizace	0,75	2	1,5
	<b>Hrozby</b>			
	Snižování investic do vylepšení	0,85	-2	-1,7
	Hrozba napadení systému	0,15	-5	-0,75
	Součet vnitřních faktorů		2,65	
Součet vnějších faktorů		-0,7		
<b>Celkový součet</b>		<b>1,95</b>		



## Příloha 3- Logo RADIAlet



## Příloha 4- Modifikovaná příručka pro případ jaderné havárie JE Dukovany

### Základní informace pro případ radiální havárie JE Dukovany 2020–2021

#### VÁŽENÍ OBCANĚ,

v rukou držíte kalendář se základními informacemi pro případ radiální havárie, který je určen pro vás, obyvatele v zóně havarijního plánování Jaderné elektrárny Dukovany. Slouží k zajištění vaší připravenosti na případnou radiální havárie.

#### Doporučujeme vám:

- seznámit se s obsahem základních informací a nenápadně-li odpovědět na všechny otázky, které vás v této souvislosti napadají, obraťte se na Informační centrum Jaderné elektrárny Dukovany, které vám podá doplňující informace,
- mít základní informace na dostupném a zapamatovatelném místě tak, abyste je mohli kdykoliv najít a použít,
- věnovat pozornost formulářům, které jsou na konci základních informací, seznámit se s nimi a podle je vyplnit dle pokynů.

#### SPOJENÍ NA INFORMAČNÍ CENTRUM JE DUKOVANY:

telefon: 561 105 519, 561 102 992  
e-mail: [infocentrum.edu@cez.cz](mailto:infocentrum.edu@cez.cz)  
webové stránky: [www.cez.cz](http://www.cez.cz), [www.aktivnizona.cz](http://www.aktivnizona.cz)

V případě zájmu, použijte naši novou mobilní aplikaci RADIAlet. Aplikace ulehčí Vaš přístup k potřebným informacím v případě nehody.



### SMS A INFORMAČNÍ SYSTÉM PRO OBYVATELE V OKOLÍ ELEKTRÁRN

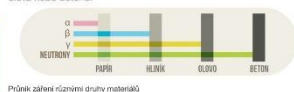
#### Registrace zde [www.aktivnizona.cz](http://www.aktivnizona.cz)

Registrovaní uživatelé dostanou informaci např. o:

- zkouškách směrů,
  - zkouškách technologie spojených s hlučným projevem,
  - přip. další důležité informace o všech majících vliv na okolí.
- Systém nenahrazuje, ale pouze doplňuje starý a další prvky havarijního vyznamování.

### ZÁKLADNÍ ÚDAJE O IONIZUJÍCÍM ZÁŘENÍ A JEHO ÚČINCÍCH NA LIDSKÝ ORGANISMUS A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Radioaktivita je přirozená schopnost některých látek (přírodních i umělých) samovolně se přeměňovat (rozpadat se). Při této přeměně radioaktivní látky vysílají neviditelné záření (ionizující záření), které má schopnost pronikat hmotou, tedy lidským organismem. Některé druhy ionizujícího záření jsou velmi málo pronikavé a k jejich zachytu stačí například tenká vrstva papíru. Jiné jsou však tak pronikavé, že na jejich pohlcení je nutná silná vrstva těžkých materiálů, například olova nebo betonu.



Příchod záření různými druhy materiálů

Ionizující záření může nepříznivě působit na lidský organismus. Nejlepší ochranou je snížení působení ionizujícího záření na lidský organismus. Ionizující záření se vyskytuje všude kolem nás již od vzniku naší planety, nezávisle na existenci člověka. K přírodním zdrojům ionizujícího záření patří kosmické záření a záření radioaktivních prvků obsažených v zemské kůře, ale i přírodní radionuklidy v nás samých. Mezi umělé zdroje ionizujícího záření patří zdroje ionizujícího záření využívané ve zdravotnictví, v průmyslu – včetně jaderných zařízení, ve vědě, výzkumu; a dále radionuklidy nacházející se v životním prostředí po haváriích jaderných elektráren (spojených s unikem radioaktivních látek) a po zkouškách jaderných zbraní. Je nutno podotknout, že kromě kosmického ozáření se ostatní umělé zdroje na ozáření člověka podílí minimálně.



Příspěvky různých zdrojů na ozáření člověka

Základní informace pro případ radiální havárie | 1

## Příloha 5- Originální příručka pro případ jaderné havárie JE Dukovan

### Základní informace pro případ radiační havárie JE Dukovan 2020–2021

#### VÁŽENÍ OBYVATELÉ,

v rukou držíte ka onduš se základní informací pro případ radiační havárie, který je určen pro vás, obyvatele v zóně havarijního plánování. Jaderné elektrárny Dukovany. Slouží k zajištění vaší připravenosti na případnou radiační havárie.

#### Doporučujeme vám:

- seznámit se s obsahem základních informací a nenajdete-li odpovědi na všechny otázky, které vás v této souvislosti napadají, obraťte se na Informační centrum Jaderné elektrárny Dukovany, které vám poskytne doplňující informace,
- mít základní informace na dostupném a zapamatovatelném místě tak, abyste je mohli kdykoliv najít a použít,
- věnovat pozornost formulářům, které jsou na konci základních informací, seznámit se s nimi a pečlivě je vyplnit dle pokynů.

#### SPOJENÍ NA INFORMAČNÍ CENTRUM JE DUKOVANY:

telefon: 561 105 519, 561 102 992

e-mail: infocentrum.edu@cez.cz

webové stránky: www.cez.cz, www.aktivizovana.cz

Otevřeno je každý den, včetně státních svátků, s výjimkou prvního pondělí v měsíci, pondělí volebního dne, 24. 12. a 1. 1., a to: po-ne od 9.00 do 16.00 hodin  
V období letních prázdnin je provozní doba prodloužena: po-ne od 9.00 do 17.00 hodin

### SMS A INFORMAČNÍ SYSTÉM PRO OBYVATELE V OKOLÍ ELEKTRÁRNY

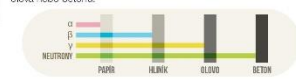
Registrace zde [www.aktivizovana.cz](http://www.aktivizovana.cz)

Registrace uživatelů o dostanou informací například:

- zkouškách síly,
- zkouškách technologie spojených s hlukovým projevem,
- přít. další důležité informace o všech následcích vliv na okolí. Systém neuvizuje, ale pouze doplňuje sílný a další prvky havarijního vyznamování.

### ZÁKLADNÍ ÚDAJE O IONIZUJÍCÍM ZÁŘENÍ A JEHO ÚČINCÍCH NA LIDSKÝ ORGANISMUS A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Radioaktivita je přirozená schopnost některých látek (přírodních i umělých) samovolně se přeměňovat (rozpadat se). Při této přeměně radioaktivní látky vyžijí neviditelné záření (ionizující záření), které má schopnost pronikat hmotou, tedy i lidským organismem. Některé druhy ionizujícího záření jsou velmi málo pronikavé a k jejich zachytu stačí například tenká vrstva papíru. Jiné jsou však tak pronikavé, že na jejich pohlcení je nutná silná vrstva těžkých materiálů, například olova nebo betonu.



Přehled záření různými druhy materiálů

Ionizující záření může napřít v působit na lidský organismus. Nejlepší ochranou je snížení působení ionizujícího záření na lidský organismus.

Ionizující záření se vyskytuje všude kolem nás již od vzniku naší planety, nacházíme ho například v ovoci. K přírodním zdrojům ionizujícího záření patří kosmické záření a záření radioaktivních prvků obsažených v zemské kůře, ale i přírodní radionuklidy v nás samotných. Mezi umělé zdroje ionizujícího záření patří zdroje ionizujícího záření využívané ve zdravotnictví, v průmyslu – včetně jaderných záření, ve vědě, výzkumu a dále radionuklidy nacházející se v životním prostředí po havárii jaderných elektráren (spojených s únikem radioaktivních látek) a po zkouškách jaderných zbraní. Je nutno podotknout, že kromě ekvivalentního ozáření se ostatní umělé zdroje na ozáření člověka podílí minimálně.



Přehled různých zdrojů na ozáření člověka

### Základní informace pro případ radiační havárie | 1

## Příloha 6- Modifikovaná stránka HZS

### Mimořádná událost s možností úniku radioaktivních látek do životního prostředí (radiační havárie)

Pojem **radiační havárie** vyjadřuje skutečnost, že v jaderné elektrárně došlo k současnému poškození více ochranných bariér. V této situaci lze předpokládat možnost úniku radioaktivních látek z jaderné elektrárny do životního prostředí, který vyžaduje provedení **opatření na ochranu obyvatelstva**.

Jakým způsobem a v jaké koncentraci se budou radioaktivní látky šířit mimo jadernou elektrárnu, je především ovlivněno:

- vlastním průběhem mimořádné události;
- počasím v okamžiku mimořádné události a v období těsně po ní.

Zjednodušeně však můžeme říci, že koncentrace radioaktivních látek a tím i míra ohrožení obyvatelstva radioaktivními látkami klesá s rostoucí vzdáleností od zdroje a časem od ukončení úniku radioaktivních látek.

#### Zpět na úvod

#### Kde hledat informace

a) Státní úřad pro jadernou bezpečnost

[www.sujb.cz](http://www.sujb.cz)

b) Informační centra elektráren

- Informační centrum JE Dukovany:

telefon: 561 105 519, 561 102 992

Hláška – automatický informační systém, telefon: 561 10 1234

e-mail: infocentrum.edu@cez.cz

[www.cez.cz](http://www.cez.cz)

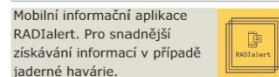
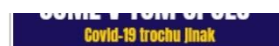
Otevřeno je každý den včetně státních svátků po-ne od 9 do 16 hodin (s výjimkou prvního pondělí v měsíci). V období letních prázdnin je provozní doba prodloužena od 9 do 17.30 hodin

- Informační centrum JE Temelín:

telefon: 381 102 639

fax: 381 104 900

e-mail: infocentrum.ete@cez.cz



## Příloha 7- Modifikovaná stránka skupiny ČEZ

[<](#) [ZPĚT](#) Skupina ČEZ - O Společnosti / ... / Jaderná elektrárna Dukovany / [Příručka pro ochra...](#)

# PŘÍRUČKA PRO OCHRANU OBYVATELSTVA

**Pro případ radiální havárie Jaderné elektrárny Dukovany.**

Příručka obsahuje informace a základní pokyny k zajištění ochrany osob nacházejících se v zóně havarijního plánování Jaderné elektrárny Dukovany v případě vyhlášení radiální havárie.


V příručce se dočtete:

- Jaká je oblast možného ohrožení radioaktivními látkami v případě radiální havárie JE Dukovany
- Jaká opatření mohou být pro vaši ochranu přijata
- Ukrytí
- Jódová profylaxe
- Evakuace
- Zásady používání telefonů

Aktuální informace o Jaderné elektrárně Dukovany vám poskytne její [Informační centrum](#).

Tel.: 561 105 519  
E-mail: [info centrum.eduj@cez.cz](mailto:info centrum.eduj@cez.cz)

### SOUBORY KE STAŽENÍ

<a href="#">PŘÍRUČKA-JEDU-2020_2021.PDF</a>	1,31 MB 
<a href="#">Informační mobilní aplikace RADialert</a>	56 MB