



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Využití softwarového prostředku ESTE EDU jako nástroje pro podporu
činnosti Krizového štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost**

**Use of the Software ESTE EDU as a Support Tool for the Crisis Staff of
the State Office for Nuclear Safety**

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Vedoucí práce: Ing. Dana Drábová, PhD.

Bc. Kateřina Kobesová, DiS.

Zadání diplomové práce

Student: **Kateřina Kobesová, DiS.**
Studijní obor: Civilní nouzové plánování
Téma: **Využití softwarového prostředku ESTE EDU jako nástroje pro podporu činnosti Krizového štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost**
Téma anglicky: Use of the Software ESTE EDU as a Support Tool for the Crisis Staff of the State Office for Nuclear Safety

Zásady pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude popis možnosti využití softwarového prostředku ESTE EDU jako nástroje pro podporu činnosti Krizového štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Teoretická část diplomové práce bude zaměřena na popis softwaru ESTE EDU, zejména proč tento software existuje, k čemu slouží a k čemu jej KŠ SÚJB používá. Teoretická část bude obsahovat také informace, které přiblíží cvičení typu ZÓNA, a které se budou týkat jeho úlohy a obsahu cvičení, organizace tohoto cvičení a role jednotlivých cvičících. V praktické části bude užito analytické metody počítačové simulace konkrétní radiační havárie na JE Dukovany. Výstupem práce bude návrh na zavedení ochranných opatření v zóně havarijního plánování JE Dukovany při konkrétním cvičení. Dále komparace tohoto návrhu s návrhem KŠ SÚJB a odůvodnění rozdílu mezi těmito návrhy a z toho vyplývající doporučení pro práci KŠ SÚJB se SW ESTE EDU. Cílem práce bude zpracování metodické pomůcky pro navrhování ochranných opatření pomocí SW ESTE EDU.

Seznam odborné literatury:

- [1] KLENER, Vladislav (ed.). Principy a praxe radiační ochrany, ed. 1., Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2010, ISBN 80-238-3703-6
- [2] IAEA, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency: General Safety Requirements, ed. No. GSR Part 7, Vienna: IAEA, 2015, ISBN 978-92-6-105715-0
- [3] SÚJB, Bezpečnost jaderné energie, ed. 1., 1993, Praha: Úřad pro jadernou bezpečnost ČR, ISSN 1210-7085

Vedoucí: Ing. Dana Drábová, Ph.D.
Konzultant: Ing. Helena Chudá

Zadání platné do: 20.08.2018

vedoucí katedry / pracoviště

děkan

V Kladně dne 12.12.2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Využití softwarového prostředku ESTE EDU jako nástroje pro podporu činnosti Krizového štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost vypracovala 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).

V Praze dne 18. 5. 2018

.....
podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí práce Ing. Daně Drábové, PhD. za zajištění odborného vedení práce a Ing. Heleně Chudé za odborné rady, vedení a čas, který mi věnovala.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá využitím softwarového prostředí ESTE EDU, který je určený pro zjištění a vyhodnocení prognózy úniku radioaktivních látek do okolí jaderné elektrárny Dukovany v případě vzniku radiační mimořádné události, pro výpočet prognózy radiační situace v okolí jaderné elektrárny a pro návrh ochranných opatření v zóně havarijního plánování, jako nástroje pro podporu činnosti Krizového štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

Teoretická část diplomové práce se zabývá veličinami a jednotkami radiační ochrany, monitorováním radiační situace, představením Státního úřadu pro jadernou bezpečnost a jeho organizační struktury, úkoly a složením Krizového štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Dále se teoretická část zaměřuje na havarijní cvičení ZÓNA a na představení softwarového prostředí ESTE EDU.

Praktická část je konkrétně zaměřena na počítačovou simulaci radiační havárie v softwarovém prostředí ESTE EDU při cvičení ZÓNA 2017, které proběhlo ve dnech 15. – 17. 5. 2017.

Výstupem diplomové práce je návrh na zavedení ochranných opatření v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Dukovany. Cílem práce je zpracování metodické pomůcky pro Krizový štáb Státního úřadu pro jadernou bezpečnost pro navrhování ochranných opatření pomocí softwarového prostředí ESTE EDU.

Klíčová slova

Státní úřad pro jadernou bezpečnost; Krizový štáb Státního úřadu pro jadernou bezpečnost; ESTE EDU; ZÓNA 2017; radiační mimořádná událost; radiační havárie; neodkladná ochranná opatření.

Abstract

This diploma thesis deals with the use of the software tool ESTE EDU. SW tool ESTE EDU is designed for source term evaluation and calculation of radiological impacts in case of radiation accident at the Dukovany nuclear power plant; and to propose urgent protective action in the emergency planning zone and as a support tool for the activities of the Crisis Staff of the State Office for Nuclear Safety.

The theoretical part of the diploma thesis deals with quantities and units of radiation protection, radiation situation monitoring, introducing the State Office for Nuclear Safety and its organizational structures, tasks and composition of the State Office for Nuclear Safety Crisis Staff. In addition, the theoretical part focuses on the emergency exercise "ZONA" and on the introduction of the software tool ESTE EDU.

The practical part focuses on the computer simulation of the radiation accident by using the software tool ESTE EDU during exercise ZONA 2017, which took place on 15 - 17 May 2017.

The output of the diploma thesis is a proposal of implementation of protective actions in the emergency planning zone of the Dukovany nuclear power plant. The aim of the thesis is to elaborate a methodological aid for the Crisis Staff of the State Office for Nuclear Safety for proposals of urgent protective action using the software tool ESTE EDU.

Keywords

The State Office for Nuclear Safety; Crisis staff of the State Office for Nuclear Safety; ESTE EDU; ZONA 2017; radiation extraordinary event; radiation accident; urgent protective action.

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Teoretická část	11
2.1	Legislativní a terminologický rámec.....	11
2.1.1	Legislativní rámec.....	11
2.1.2	Terminologický rámec.....	12
2.2	Veličiny a jednotky radiační ochrany.....	16
2.2.1	Veličiny určující zdroje záření.....	17
2.2.2	Veličiny určující působení záření na látku	17
2.2.3	Veličiny určující působení záření na člověka.....	17
2.3	Monitorování radiační situace	18
2.4	Státní úřad pro jadernou bezpečnost a jeho organizační struktura	21
2.5	Krizový štáb SÚJB.....	24
2.5.1	Vedoucí krizového štábu	26
2.5.2	Vedoucí odborné skupiny jaderné bezpečnosti.....	26
2.5.3	Lokální inspektor na jaderném zařízení	26
2.5.4	Vedoucí odborné skupiny radiační ochrany.....	27
2.5.5	Specialista radiační ochrany	27
2.5.6	Vedoucí odborné skupiny KNZHN	28
2.5.7	Tajemník krizového štábu.....	28
2.5.8	Služba Styčného místa.....	28
2.5.9	Asistentka styčného místa	28
2.6	Cvičení Krizového štábu SÚJB – cvičení ZÓNA	29

2.6.1	Cvičení ZÓNA.....	29
2.7	SW prostředek ESTE EDU/ESTE ETE	31
2.7.1	SW ESTE EDU	34
3	Cíl práce a hypotézy	45
4	Metodika	46
5	Výsledky.....	47
5.1	Úvod k havarijnímu cvičení ZÓNA 2017	47
5.2	Simulace radiační havárie pomocí SW ESTE EDU při havarijním cvičení ZÓNA 2017	49
6	Diskuze	63
7	Závěr	71
8	Seznam použitých zkratk.....	73
9	Seznam použité literatury.....	75
10	Seznam použitých obrázků	78
11	Seznam Příloh.....	80

1 ÚVOD

Softwarový prostředek ESTE EDU je určený pro zjištění a vyhodnocení prognózy úniku radioaktivních látek do okolí jaderné elektrárny Dukovany v případě vzniku radiační mimořádné události, pro výpočet prognózy radiační situace v okolí jaderné elektrárny a pro návrh neodkladných ochranných opatření v zóně havarijního plánování.

Předmětem diplomové práce je způsob využití softwarového prostředku ESTE EDU jako nástroje Krizového štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost při navrhování ochranných opatření pro obyvatelstvo v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Dukovany.

K vypracování teoretické části diplomové práce je použita analýza informací z právních předpisů, interních dokumentů Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, odborné literatury a internetových zdrojů. Informace o programu ESTE EDU jsou získané z prostředku ESTE EDU a jeho příručky. Teoretická část obsahuje informace o legislativním a terminologickém rámci týkající se této problematiky, veličinách a jednotkách radiační ochrany, monitorování radiační situace, Státním úřadu pro jadernou bezpečnost, Krizovém štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, havarijním cvičení ZÓNA 2107 a softwarovém prostředku ESTE EDU.

V praktické části této diplomové práce je použita počítačová simulace radiační havárie pomocí softwarového prostředku ESTE EDU. Radiační havárie, jež je námětem této počítačové simulace v prostředku ESTE EDU, byla obsahem havarijního cvičení ZÓNA 2017, které proběhlo na jaderné elektrárně Dukovany ve dnech 15. - 17. 5. 2017. Výstupem diplomové práce je návrh na zavedení

ochranných opatření v zóně havarijního plánování pomocí prostředku ESTE EDU.

Cílem diplomové práce je komparace návrhu na zavedení ochranných opatření v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Dukovany stanoveného prostředkem ESTE EDU a návrhu stanoveného Krizovým štábem Státního úřadu pro jadernou bezpečnost při havarijním cvičení ZÓNA 2017.

Dalším cílem je zpracování metodické pomůcky, která bude sloužit jako vodítko pro Krizový štáb Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, konkrétně pro Vedoucího radiační ochrany a Specialistu radiační ochrany, při navrhování ochranných opatření pomocí prostředku ESTE EDU.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Legislativní a terminologický rámec

V této kapitole jsou vymezeny zákony, vyhlášky a nařízení a základní terminologické pojmy, které úzce souvisí s níže rozebíranou problematikou diplomové práce.

2.1.1 Legislativní rámec

Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon ve znění zákona č 183/2017 Sb. V tomto novém atomovém zákoně jsou zapracovány předpisy Evropského společenství pro atomovou energii (Euratom) a Evropské unie. Definuje zvládání radiační mimořádné události, radiační mimořádnou událost, havarijní plány (vnitřní a vnější havarijní plán) a zónu havarijního plánování (ZHP). Stanovuje působnost Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB), jakožto ústředního správního úřadu vykonávajícího státní správu a dozor při využívání jaderné energie a ionizujícího záření. Dále ukládá držitelům povolení povinnosti týkající se zvládání radiační mimořádné události, a úkoly a povinnosti ústředních orgánů státní správy, konkrétně ministerstev, v oblasti zvládání radiační mimořádné události.

Atomový zákon je dále v oblasti zvládání radiační mimořádné události doplněn následujícími prováděcími právními předpisy.

Vyhláška č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládání radiační mimořádné události.

Vyhláška č. 360/2016 Sb., o monitorování radiační situace.

Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.

System zvládání radiační mimořádné události je také úzce spjat se systémem krizového řízení, který byl vybudován pro přípravu a řešení krizových situací. V tomto smyslu se k této problematice vztahuje také dále uvedená legislativa krizového řízení.

Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky.

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů.

Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).

2.1.2 Terminologický rámec

Držitel povolení je oprávněn k provozu jaderného zařízení (JZ). [1]

Expoziční situace jsou všechny v úvahu připadající okolnosti vedoucí k vystavení fyzické osoby nebo životního prostředí ionizujícímu záření; expoziční situací je

- *plánovaná expoziční situace*, která je spojena se záměrným využíváním zdroje ionizujícího záření,
- *nehodová expoziční situace*, která může nastat při plánované expoziční situaci nebo být vyvolána svévolným činem a vyžaduje přijetí okamžitých opatření k odvrácení nebo omezení důsledků, nebo
- *existující expoziční situace*, která již existuje v době, kdy se rozhoduje o její regulaci, včetně dlouhodobě trvajících následků nehodové

expoziční situace nebo ukončené činnosti v rámci plánované expoziční situace, [1]

Jaderná bezpečnost je stav a schopnost jaderného zařízení a fyzických osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo úniku radioaktivních látek anebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezit následky nehod. [1]

Kontrolní list je souhrn činností pro jednotlivé funkce krizového štábu v orientačním časovém sledu. [2]

Krizová situace (KS) je mimořádná událost, narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu. [3]

Krizové řízení je souhrn řídicích činností věcně příslušných orgánů zaměřených na analýzu a vyhodnocení bezpečnostních rizik, plánování, organizování, realizaci a kontrolu činností prováděných v souvislosti s řešením krizové situace. [3]

Krizový plán je plán, který obsahuje souhrn krizových opatření a postupů k řešení krizových situací. [3]

Krizový štáb (KŠ) je pracovní orgán k řešení mimořádných událostí a krizových situací. [2]

Mimořádná událost (MU) je škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací. [4]

Národní radiační havarijný plán je plán zpracováváný pro území České republiky vně areálu jaderného zařízení nebo pracoviště IV. kategorie pro přípravu na řízení a provádění odezvy na radiační nehodu nebo radiační havárii s dopadem mimo zónu havarijního plánování. [1]

Odezva na radiační mimořádnou událost je uplatnění souboru opatření ke zvládnutí situace související se vznikem radiační mimořádné události s cílem znovunabytí kontroly nad vzniklou situací a zabránění následkům vzniklé radiační mimořádné události, včetně neradiačních následků, nebo jejich zmírnění. [1]

Připravenost k odezvě na radiační mimořádnou událost je soubor organizačních, technických, materiálních a personálních opatření připravovaných podle pravděpodobného průběhu radiační mimořádné události k odvrácení nebo zmírnění jejich dopadů a zpracovaných ve formě zásahových instrukcí, vnitřního havarijního plánu, havarijního řádu, plánu k provádění záchranných a likvidačních prací v okolí zdroje nebezpečí (vnější havarijný plán) a národního radiačního havarijního plánu. [1]

Radiační mimořádná událost je událost, která vede nebo může vést k překročení limitů ozáření a která vyžaduje opatření, jež by zabránila jejich překročení nebo zhoršování situace z pohledu zajištění radiační ochrany. Radiační mimořádná událost je dále rozdělena do 3 kategorií:

- radiační mimořádnou událostí prvního stupně je radiační mimořádná událost zvládnutelná silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků vykonávajících práci v aktuální směně osoby, při jejíž činnosti radiační mimořádná událost vznikla,
- radiační nehodou (RN) je radiační mimořádná událost nezvládnutelná silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků vykonávajících

práci v aktuální směně osoby, při jejíž činnosti radiační mimořádná událost vznikla, nebo vzniklá v důsledku nálezů, zneužití nebo ztráty radionuklidového zdroje, která nevyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo,

- radiační havárií (RH) je radiační mimořádná událost nevládnutelná silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků vykonávajících práci v aktuální směně osoby, při jejíž činnosti radiační mimořádná událost vznikla, nebo vzniklá v důsledku nálezů, zneužití nebo ztráty radionuklidového zdroje, která vyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo. [1]

Radiační ochrana je systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření fyzické osoby a k ochraně životního prostředí před účinky ionizujícího záření. [1]

Služba KŠ je služební pohotovost a případně výkon práce v KŠ ve smyslu ustanovení příslušných zákonů. [2]

Styčné místo je pracoviště zajišťující národní a mezinárodní výměnu informací a dat o vzniku a průběhu mimořádné události v oblasti jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a o radiační situaci; je také pracovištěm zajišťujícím předávání informací z oblasti kontroly nešíření zbraní hromadného ničení. [2]

Vnější havarijní plán je plán zpracovaný pro provádění ochranných opatření v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny v případě vzniku radiační havárie. [5]

Vnitřní havarijní plán je plán obsahující soubor plánovaných opatření

k likvidaci radiační nehody nebo havárie a k omezení jejích následků, který se zpracovává pro areál jaderného zařízení nebo pracoviště se zdroji ionizujícího záření. [5]

Zóna havarijního plánování je oblast v okolí areálu jaderného zařízení nebo pracoviště IV. kategorie, ve které se na základě analýzy a hodnocení radiační mimořádné události uplatňují požadavky na přípravu zavedení neodkladných ochranných opatření dalších opatření ochrany obyvatelstva v důsledku předpokládaného překročení referenčních úrovní a jiných opatření ochrany obyvatelstva. [1]

Zvládnutím radiační mimořádné události je systém postupů a opatření k zajištění:

1. analýzy a hodnocení radiační mimořádné události, kterou je analýza v úvahu připadajících radiačních mimořádných událostí a hodnocení jejich dopadů,
2. připravenosti k odezvě na radiační mimořádnou událost,
3. odezvy na radiační mimořádnou událost,
4. nápravy stavu po radiační havárii. [1]

2.2 Veličiny a jednotky radiační ochrany

V následujících podkapitolách jsou popsány veličiny a jednotky, které se používají v radiační ochraně. Jedná se o veličiny, které určují zdroje záření, působení záření na látku a působení záření na člověka.

2.2.1 Veličiny určující zdroje záření

Aktivita (A) je veličina, která udává počet radioaktivních přeměn v radionuklidu za sekundu. Jednotkou aktivity je becquerel Bq, dříve se používala jednotka curie Ci ($1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$). Zářič má tedy aktivitu 1 Bq, když v něm nastane 1 radioaktivní přeměna za sekundu. [6],[7]

K přesnější charakteristice radionuklidu jsou určeny odvozené veličiny aktivity. Hmotnostní aktivita a_m , která určuje aktivitu na jednotku hmoty (Bq/kg). Objemová aktivita a_v je aktivita na jednotku objemu (Bq/m³ nebo Bq/l). A poslední je plošná aktivita a_s , která určuje aktivitu na jednotku plochy (Bq/m²). [6],[7]

Poločas rozpadu ($T_{1/2}$) určuje dobu, za kterou bude aktivita radionuklidu o polovinu menší. Čím je poločas rozpadu větší, tím pomalejší je rozpad radionuklidu a naopak. Jednotkou je sekunda nebo jiná hodící se časová jednotka. Poločas rozpadu se u radionuklidů pohybuje od mikrosekund až po miliardy let. [6],[7]

2.2.2 Veličiny určující působení záření na látku

Dávka (D) značí absorbovanou energii v jednotce hmotnosti, která jí byla předaná zářením. Jednotkou dávky je gray (Gy). Dávka 1 Gy je tedy absorbovaná energie 1 J v kilogramu ozářené látky. Např. Člověk vážící 60 kg, který je celotělově ozářen dávkou 5 Gy (smrtná dávka) absorbuje energii 300 J. [6],[7]

Dávkový příkon (D') je absorbovaná energie v kilogramu látky (dávka) za jednotku času. Jednotkou dávkového příkonu je Gy/s. [6],[7]

2.2.3 Veličiny určující působení záření na člověka

Různé druhy záření mají odlišné účinky na lidský organismus a jeho buňky mohou být jinak citlivé. S těmito skutečnostmi předchozí popsané veličiny

nepracují, proto byly stanoveny veličiny, které s takovými skutečnostmi pracují. Tyto veličiny vycházejí z veličiny dávka. [6]

Ekvivalentní dávka (H_r) je veličina, která určuje účinky druhů ionizujícího záření na tkáň. Jednotkou ekvivalentní dávky je sievert značící se Sv. Pro beta a gama záření platí, že $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy}$. Obecně platí, že je to dávka, která je násobená radiačním váhovým faktorem. Radiační váhový faktor (W_R) vyjadřuje kolikrát je daný druh záření biologicky účinnější než záření gama. Radiační váhový faktor pro záření gama a beta je $W_R = 1$, pro záření alfa $W_R = 20$ a pro neutronové záření je hodnota W_R od 5 do 20 podle hodnoty energie. Např. dávka 1 mGy způsobenou zářením beta a gama vede k ekvivalentní dávce 1 mSv, ale v případě alfa záření k ekvivalentní dávce 20 mSv. Stejně jako u dávky, je i zde zaveden ekvivalentní dávkový příkon (Sv/s). [6],[7]

Efektivní dávka (E) je veličina určující citlivost tkání na určitý druh záření. Jednotkou efektivní dávky je Sv. Citlivost dané tkáně charakterizuje tzv. tkáňový váhový faktor. Tkáňové váhové faktory tkání a orgánů jsou určeny tak, aby byl jejich součet roven 1. Efektivní dávka je vlastně součet ekvivalentní dávky a tkáňového váhového faktoru. [6],[7]

2.3 Monitorování radiační situace

Monitorováním radiační situace se rozumí měření a vyhodnocování fyzikálních veličin charakterizujících pole záření a obsah radionuklidů v monitorovacích položkách v monitorovacích místech nebo monitorovacích trasách, které jsou uspořádané v monitorovacích sítích pro účely hodnocení zevního a vnitřního ozáření obyvatel. Monitorování radiační situace je taktéž prováděno přímým měřením a jeho vyhodnocením v monitorovacích místech

a monitorovacích trasách nebo nepřímým měřením a jeho vyhodnocením vzorků odebraných v monitorovacích místech a monitorovacích trasách v měřicí laboratoři. [1]

Monitorovací sítě se dělí podle území na síť řídkou, která je tvořena odběrovými místy (pokrývá celé území ČR) a hustou, která je tvořena monitorovacími místy. [8]

Hustá síť se dále dělí na teritoriální síť (pokrývá celé území ČR), lokální síť (pokrývá vybrané území) a hraniční síť (pokrývá hranice vymezeného prostoru, hraniční přechod nebo uzávěra u obce). [8]

Dále se monitorovací sítě dělí podle účelu a způsobu měření nebo provádění odběrů na síť pro zevní ozáření a vnitřní ozáření. [8]

Monitorovací místa se dělí na měřicí, odběrová a sběrná. [8]

Měřicí místa provádějí měření v monitorovacích sítích. Monitorování na měřicích místech je prováděno měřicími zařízeními pro zevní ozáření, sítí včasného zjištění pro včasné zjištění zvýšené úrovně zevního ozáření nad obvyklé hodnoty pro území ČR a teledozimetrickým systémem (TDS), který při vzniku nebo podezření na vznik nehodové expoziční situace v jaderné elektrárně (JE) umožňuje včasné zjištění případného úniku radioaktivních látek nebo šíření ionizujícího záření do ovzduší a provedení odhadu jeho velikosti. [8]

V odběrových místech je prováděn odběr vzorků životního prostředí z ovzduší, vody, půdy, zemského nebo jiného povrchu a odběr vzorků určených potravin. [8]

Sběrná místa jsou místa, kde se shromažďují a sbírají vzorky exkretů a místa soustředění osob k měření obsahu radionuklidů ve vybraných orgánech 19

lidského těla nebo v celém lidském těle. Při havarijním monitorování jsou to navíc místa shromažďování a sběru vzorků z potravin. [8]

Dále se monitorovací místa dělí na nestálá monitorovací místa, kde se provede jen jedno měření a stálá monitorovací místa. [8]

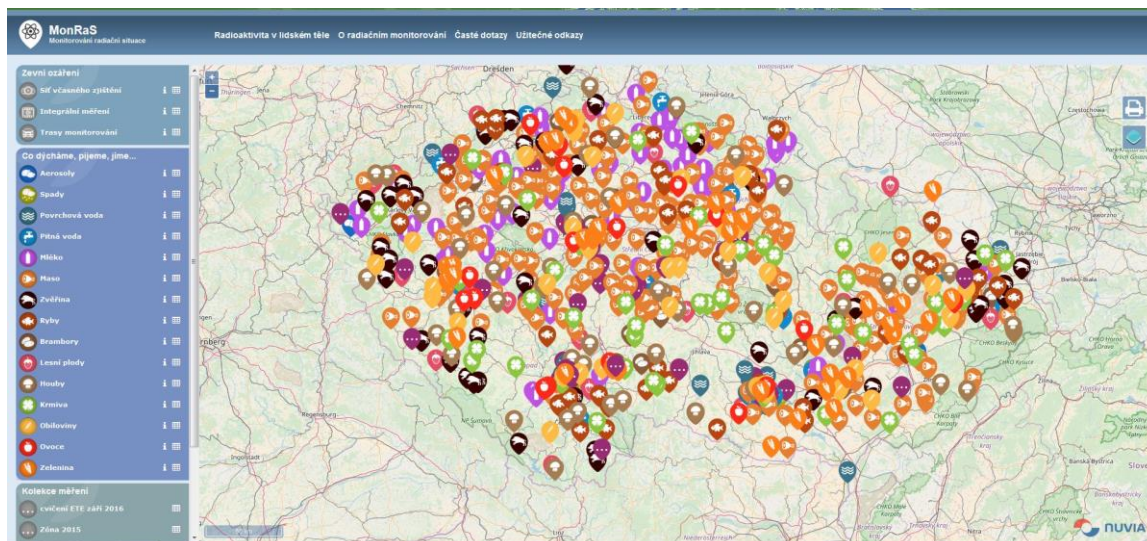
Monitorování radiační situace zajišťuje Státní úřad pro jadernou bezpečnost na celém území ČR a provozovatel JE na území JE a v zóně havarijního plánování. Dále Ministerstvo obrany, Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí, Hasičský záchranný sbor ČR (HZS ČR), Policie ČR, Orgány Celní správy ČR, Státní zemědělská a potravinářská inspekce nebo další osoby uvedené v Národním programu monitorování pro území ČR na vybraném části území ČR. [1]

Monitorování radiační situace je na území České republiky prováděno formou normálního monitorování nebo havarijního monitorování. Normální monitorování je prováděno za obvyklé radiační situace při plánované nebo existující expoziční situaci, včetně havarijního cvičení a nácviku. Monitorování radiační situace při havarijním cvičení nebo nácviku se provádí podle Národního programu monitorování pro území ČR a podle pokynů organizátora havarijního cvičení nebo nácviku. Havarijní monitorování je pak prováděno za nehodové expoziční situace. Havarijní monitorování zahajuje v rámci řízení monitorování radiační situace Státní úřad pro jadernou bezpečnost. [1]

Data získaná z měření se předávají Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost a centrálně se ukládají, zpracovávají a zveřejňují. K tomu účelu slouží programový

prostředek MonRaS (Monitorování Radiační Situace), který je k dispozici na webových stránkách úřadu.* [9] (viz. Obrázek 1)

Obrázek 1 – MonRaS [10]



V MonRaS lze vyhledat a v mapovém podkladu zobrazit výsledky monitorování sítě včasného zjištění (SVZ) ve formě příslušných symbolů na mapě, barevně odlišených v závislosti na úrovni naměřené hodnoty, integrálních dozimetrů (např. TDS) formou bodových symbolů, z odběrových míst (aerosoly, spady, voda, půda, potravinový řetězec) zobrazených určitými symboly a z měření mobilních skupin zobrazených formou linie (monitorovací trasy). [9]

2.4 Státní úřad pro jadernou bezpečnost a jeho organizační struktura

Státní úřad pro jadernou bezpečnost je, podle zákona č. 2/1969 Sb., jedním z ústředních orgánů státní správy. [11] SÚJB je přímo podřízen Vládě ČR a ta do jeho čela jmenuje předsedu, jehož funkci nyní vykonává předsedkyně Ing. Dana

* https://www.sujb.cz/aplikace/monras/?lng=cs_CZ

Drábová, PhD. SÚJB je úřadem, který vykonává státní dozor nad využíváním jaderné energie a ionizujícího záření a v oblasti nešíření jaderných, chemických a biologických zbraní. [12]

Podle věcného zaměření je SÚJB rozdělen do 3 sekcí:

- Sekce jaderné bezpečnosti, do které spadá odbor kontroly jaderných zařízení, odbor hodnocení jaderné bezpečnosti a samostatné oddělení nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem.
- Sekce radiační ochrany zahrnuje odbor zdrojů, odbor usměrňování expozic a odbor radiační ochrany palivového cyklu.
- Sekce řízení a technické podpory se skládá z odboru Kanceláře úřadu, ekonomického odboru, odboru pro kontrolu nešíření zbraní hromadného ničení a samostatného právního oddělení a oddělení strategie. [12]

Mimo tyto sekce stojí Odbor krizového řízení a informatiky, který je rozdělen na *Oddělení informatiky* a *Oddělení krizového koordinačního centra* (KKC). Odbor je řízen ředitelkou a je přímo podřízen předsedkyni Úřadu. [12]

Organizační struktura SÚJB viz. příloha 1.

Ředitelka odboru krizového řízení a informatiky jménem Úřadu:

- schvaluje vnitřní havarijní plány jaderných zařízení,
- vede správní řízení týkající se schválení vnitřních havarijních plánů
JZ. [12]

Oddělení krizového koordinačního centra plní úkoly úřadu pro potřeby krizového řízení ČR a zvládnání radiačních mimořádných událostí (RMU) a kontrolní a správní činnosti v oblasti zvládnání radiačních mimořádných událostí držitelů povolení podle atomového zákona. [12]

KKC zejména:

- plní funkci pracoviště krizového řízení úřadu a styčného místa ČR,
- organizačně a metodicky zajišťuje činnost pracoviště krizového řízení úřadu,
- technicky a organizačně zajišťuje nepřetržitou provozuschopnost pracoviště pro příjem informací o vzniku mimořádných událostí a jejich vyhlášení podle atomového zákona, pracoviště krizového řízení podle krizového zákona,
- zajišťuje realizaci a aktualizaci krizového plánu,
- zpracovává postupy pro činnost členů Krizového štábu SÚJB (KŠ SÚJB),
- organizačně zajišťuje činnost KŠ SÚJB,
- připravuje, koordinuje a vyhodnocuje havarijní cvičení SÚJB,
- posuzuje v určeném rozsahu části bezpečnostní dokumentace JZ z hlediska zajištění zvládnání RMU, vnitřní havarijní plány a další dokumentaci k zvládnání RMU JZ (podle vyhlášky č. 359/2016 Sb.),

- kontroluje zajištění zvládnutí RMU JZ a vyhodnocuje výsledky kontrolní činnosti,
- v souladu s vyhláškou č. 359/2016 Sb. provádí hodnocení SÚJB předávaných plánů prověřování připravenosti k odezvě a hodnocení ncviků a havarijních cvičení provedených JZ. [12]

Na připravenosti SÚJB na vznik RMU, mimořádné události (MU) a na krizové situace (KS) a jejich řešení se podílejí:

- *útvary SÚJB* - sekce pro řízení a technickou podporu, sekce jaderné bezpečnosti, sekce radiační ochrany, odbor krizového řízení a informatiky.
- *Státní ústav radiační ochrany v.v.i. (SÚRO)* určuje pracovníky SÚRO jako členy KŠ na funkci specialista radiační ochrany. Při vzniku RMU se podílí na monitorování radiační situace na území ČR.
- *Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany (SÚJCHBO)* se při vzniku RMU podílí na monitorování radiační situace na území ČR a v případě ohrožení obyvatelstva nebezpečnými chemickými látkami, vysoce rizikovými biologickými agens a toxiny provádí laboratorní měření vzorků a podává informace KŠ a dalším dotčeným orgánům. [13]

2.5 Krizový štáb SÚJB

Státní úřad pro jadernou bezpečnost, podle §9 odst. písm. c krizového zákona, zřizuje KŠ jako pracovní orgán k přípravě na krizové situace

a k jejich řešení, jehož složení a úkoly, věcné, organizační a administrativní podmínky pro jeho činnost určuje předsedkyně SÚJB. Krizový štáb SÚJB řeší v jeho působnosti především vznik radiační mimořádné události na jaderných zařízeních a v rámci přípravy na tyto události provádí cvičení. [13]

Členové KŠ se při provádění svých činností v KŠ řídí krizovým plánem schváleným předsedkyní SÚJB a úkoly uvedenými v interní dokumentaci (směrnice, kontrolní listy a další pomocná dokumentace). Do služeb KŠ jsou zařazováni zaměstnanci SÚJB a SÚRO kteří jsou k výkonu této služby určeni příkazem předsedkyně, jehož součástí je i zařazení zaměstnanců do příslušné směny, která trvá týden. Sloužící člen KŠ musí zajistit, aby po celou dobu jeho služby byl na příjmu na jeho služebním telefonu a v případě MU nebo KS anebo RMU se musí nejpozději do 120 minut dostavit na pracoviště KŠ, nebo jiné, jemu stanovené pracoviště. [13] Všichni členové KŠ jsou povinni se zúčastňovat školení a cvičení organizovaných KKC k zabezpečení činnosti KŠ. [14]

KŠ SÚJB zejména vydává návrhy na neodkladná nebo následná ochranná opatření, jejich upřesnění nebo odvolání, potvrzuje nebo upřesňuje návrh na zavedení neodkladných ochranných opatření vydaný držitelem povolení. [1]

KŠ SÚJB se skládá z Vedoucího krizového štábu, Tajemníka krizového štábu, Vedoucího odborné skupiny radiační ochrany, Specialisty radiační ochrany, Služby regionálního centra, Vedoucího odborné skupiny jaderné bezpečnosti, Lokálního inspektora na jaderné elektrárně, Vedoucího odborné skupiny kontroly nešíření zbraní hromadného ničení, Služby styčného místa a Asistentky styčného místa.

Organizační struktura KŠ SÚJB je v příloze 2.

2.5.1 Vedoucí krizového štábu

Vedoucí krizového štábu (VKŠ) svolává KŠ a řídí jeho činnost. Je nadřízený všem členům KŠ a službám Regionálního centra (RC)*. Informuje předsedu Vlády ČR o vzniku radiační havárie a navrhuje mu vyhlášení nouzového stavu a aktivaci Ústředního krizového štábu a zúčastňuje se jeho jednání. Schvaluje jménem SÚJB dokumenty předávané z KŠ dalším orgánům krizového řízení a dokumentů odesílaných do zahraničí. [2]

2.5.2 Vedoucí odborné skupiny jaderné bezpečnosti

Vedoucí jaderné bezpečnosti (VJB) sleduje a vyhodnocuje stav technologie poškozeného jaderného zařízení a stanovuje radionuklidové složení úniku a jeho velikost, tedy zdrojový člen (podle potřeby ve spolupráci s Vedoucím radiační ochrany). Nezávisle posuzuje přijatá a realizovaná opatření držitele povolení ke zvládnutí RH a uvedení JZ pod kontrolu a do bezpečného stavu. [2]

2.5.3 Lokální inspektor na jaderném zařízení

Lokální inspektoři (LI) nejsou zařazeni do služeb KŠ. Služba lokálního inspektora je styčným pracovníkem KŠ SÚJB na pracovišti Havarijního řídicího střediska JE, zejména v Technickém podpůrném středisku. Shromažďuje a předává KŠ informace o stavu technologie jaderného zařízení a je podřízený VJB. [2]

* RC plní úkoly KŠ v oblasti monitorování radiační situace. [2]

2.5.4 Vedoucí odborné skupiny radiační ochrany

Vedoucí radiační ochrany (VRO) vyhodnocuje vzniklou radiační situaci, řídí činnost Specialisty radiační ochrany při vyhodnocování vzniklé radiační situace, navrhuje VKŠ zřízení Regionálního krizového štábu* a řídí jeho činnost, je-li zřízen. Zahajuje havarijní monitorování a určuje rozsah a způsob zapojení jednotlivých subjektů do havarijního monitorování. Na základě výsledků prováděného monitorování radiační situace předkládá VKŠ návrhy na neodkladná ochranná opatření nebo následná ochranná opatření anebo jejich upřesnění případně odvolání. VRO dále potvrzuje nebo upřesňuje návrh na zavedení neodkladných ochranných opatření vydaný držitelem povolení. Je podřízený VKŠ a v době jeho nepřítomnosti na SÚJB (např. po dobu jeho přítomnosti na jednání Ústředního krizového štábu), jej zastupuje, řídí činnost KŠ a předává VKŠ podklady potřebné pro jednání v ÚKŠ. [2]

2.5.5 Specialista radiační ochrany

Specialista radiační ochrany (SRO) je podřízený VRO. Shromažďuje informace o události z hlediska radiační situace, provádí jejich analýzu a připravuje výstupy pro práci KŠ. Využívá softwarové prostředky (SW) určené pro činnost KŠ (SW prostředek ESTE EDU a ESTE ETE) a zpracovává prognózy a hodnocení aktuálních dopadů z hlediska radiační situace ve formě grafů, tabulek, map a slovního hodnocení. V případě výpadku SW prostředků používá „Katalog zdrojových členů“ a „Katalog doporučení“ ke konzervativnímu vyhodnocení vzniklé radiační situace. [2]

* Regionální krizový štáb je předsunuté řídicí pracoviště KŠ SÚJB pro monitorování radiační situace.

2.5.6 Vedoucí odborné skupiny KNZHN

Vedoucí odborné skupiny kontroly nešíření zbraní hromadného ničení je podřízený VKŠ a vyhodnocuje situaci vzniklou v souvislosti s porušením zákazu výroby zbraní hromadného ničení (a ostatních úmluv a smluv), v případě potřeby komunikuje se SÚJCHBO, SÚRO v.v.i. a předává mu informace a požadavky KŠ. V případě RMU zabezpečuje podle pokynů VKŠ ve spolupráci s Tajemníkem krizového štábu vnější komunikaci KŠ. [2]

2.5.7 Tajemník krizového štábu

Tajemník krizového štábu (TKŠ) je podřízený VKŠ a řídí činnost Styčného místa a Asistentky styčného místa. Zodpovídá za organizaci práce KŠ a zajišťuje funkceschopnost technických prostředků určených pro práci KŠ. Organizuje zpracování a oběh dokumentů, přijímá od Styčného místa informace určené členům KŠ, organizuje odesílání schválených dokumentů z KŠ cestou Styčného místa. Dále připravuje a organizuje střídání směn KŠ a ve spolupráci s Asistentkou styčného místa zabezpečuje stravování členů KŠ. [2]

2.5.8 Služba Styčného místa

Služba Styčného místa (SM) je podřízena TKŠ přijímá prvotní informaci o vzniku RMU. Zajišťuje výměnu informací o vzniku a průběhu RMU a o radiační situaci mezi KŠ a orgány krizového řízení a mezinárodními organizacemi, příp. ostatními zeměmi. [2]

2.5.9 Asistentka styčného místa

Asistentka styčného místa (ASM) je podřízena SM a TKŠ. Plní administrativní úkoly SM a úkoly, které jí zadá TKŠ. Zejména eviduje odeslanou a příchozí poštu a kontroluje potvrzení přijetí zpráv. [2]

2.6 Cvičení Krizového štábu SÚJB – cvičení ZÓNA

Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství HZS ČR (MV - GŘ HZS ČR) v součinnosti s dotčenými ministerstvy a ústředními správními úřady zpracovává Plán cvičení orgánů krizového řízení ČR. [3] Tento plán je zpracován na období 3 let a projednává ho a schvaluje BRS a je každý následující rok upřesňován. [15]

SÚJB zpracovává Plán cvičení krizového štábu, v kterém je zohledněn Plán cvičení orgánů krizového řízení, plány cvičení provozovatelů a mezinárodní cvičení plánovaná na daný kalendářní rok. SÚJB organizuje a provádí cvičení, která se týkají jeho odborného zaměření. Procvičuje odezvu na radiační havárii svého krizového štábu. Jedná se tedy o havarijní cvičení složek provádějících havarijní monitorování radiační situace a součinnostní cvičení KŠ SÚJB a havarijních štábů obou JE. SÚJB se mimo jiné zúčastňuje také mezinárodních cvičení, Evropskou komisí je pořádáné cvičení ECUREX, Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (IAEA) cvičení ConvEx, Jaderně energetickou agenturou (NEA) cvičení INEX a zúčastňuje se také dvoustranných cvičení s okolními státy, která jsou připravována na základě uzavřených bilaterálních dohod. [15]

V Plánu cvičení orgánů krizového řízení jsou zahrnuta také cvičení typu ZÓNA, kterým se prověřuje připravenost na krizovou situaci v důsledku radiační havárie. [15]

2.6.1 Cvičení ZÓNA

Havarijní cvičení ZÓNA je prováděno každé 2 až 3 roky a je součástí Plánu cvičení orgánů krizového řízení ČR, který schvaluje Bezpečnostní rada státu. Přípravu cvičení má na starost MV – GŘ HZS ČR (řídící skupina ministra vnitra)

ve spolupráci se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (realizační tým SÚJB).
[16]

Cvičení má za úkol prověřit činnost ústředních správních úřadů, orgánů krajů, složek integrovaného záchranného systému (IZS) a dalších podílejících se subjektů při řešení MU vzniklé v souvislosti se simulovanou radiační havárií na jaderné elektrárně Temelín nebo Dukovany. [16]

Cvičení se řídí plánem provedení cvičení ZÓNA, který schvaluje ministr vnitra ČR a plánem rozehry. [16]

Hlavními cíli cvičení ZÓNA je procvičení:

- činnost organizace havarijní odezvy na jaderné elektrárně Temelín nebo Dukovany a komunikace s orgány krizového řízení při vzniku a řešení RMU,
- činnost orgánů krizového řízení podle Vnějšího havarijního plánu,
- činnost štábu MV - GŘ HZS ČR,
- svolání a činnost Ústředního krizového štábu a jeho odborných pracovních skupin,
- činnost orgánů krizového řízení podle Úmluvy o včasném oznamování jaderné nehody a Úmluvy o pomoci v případě jaderné nebo radiační nehody a Rozhodnutí Rady 87/600/Euratom o opatřeních Společenství pro včasnou výměnu informací v případě radiační mimořádné situace,

- činnost orgánů krizového řízení při přijímání neodkladných ochranných opatření,
- monitorování radiační situace při havarijním monitorování a složek provádějící toto monitorování, především letecké monitorovací skupiny, mobilních monitorovacích skupin a laboratorních skupin,
- činnost technického dohledového centra České energetické přenosové soustavy (ČEPS, a.s.) při vzniku radiační havárie,
- činnost krizových štábů při uplatňování a řešení požadavků na věcné zdroje. [16]

2.7 SW prostředek ESTE EDU/ESTE ETE

SÚJB disponuje softwarovými prostředky pro vyhodnocování technologie JE a radiační situace a pro zpracování prognóz vývoje vzniklé radiační situace a navrhování vhodných ochranných opatření. [15] Konkrétně se jedná o softwarové prostředky ESTE EDU a ESTE ETE od společnosti ABmerit.

Softwarové prostředky ESTE (Emergency Source Term Evaluation code) jsou určeny pro zjištění a vyhodnocení prognózy úniku radioaktivních látek do okolí jaderné elektrárny v případě vzniku radiační mimořádné události, pro výpočet prognózy radiační situace v okolí jaderné elektrárny a pro návrh ochranných opatření v zóně havarijního plánování.

Servery SW prostředků ESTE EDU (SW prostředek pro JE Dukovany) a ESTE ETE (SW prostředek pro JE Temelín) jsou umístěny v Krizovém koordinačním centru SÚJB a jsou určeny pro potřeby Krizového štábu SÚJB pro případnou

odezvu na vzniklou radiační havárii na JE nebo jinou mimořádnou událost. Klienti ESTE EDU a ESTE ETE jsou, pro potřeby IZS, umístěny i na operačním a informačním středisku (OPIS) MV GR – HZS ČR. [17]

ESTE EDU/ETE pracuje v online režimu, tedy v reálném čase, nebo v offline režimu. V online režimu jsou do ESTE EDU/ETE přenášena reálná technologická, radiační a meteorologická data z JE, meteorologická data z Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a data týkající se dávkových příkonů z TDS. V offline režimu do ESTE EDU/ETE nejsou přenášena žádná měřená reálná data, tudíž si je musí jeho uživatel zadat sám. [17]

Dalším režimem, jež se dá v ESTE EDU/ETE zvolit je scénář. Uživatel zvolí z předem nastavených scénářů radiační havárie a je tak simulován příjem cvičných dat z JE.

Program ESTE EDU/ETE pracuje v koordinovaném světovém čase UTC. Konkrétně místní čas v České republice se udává jako UTC + 1 hodina v zimním čase a UTC + 2 hodiny v letním čase. [18]

Systém ESTE EDU/ETE nepřetržitě vyhodnocuje vstupní data a na základě těchto dat vyhodnocuje stav jaderného zařízení, identifikuje iniciační událost a určuje zdrojový člen, tedy velikost a nuklidové složení úniku do okolí a následně modeluje šíření radioaktivních látek v atmosféře a počítá dopady na okolí. Výpočet je upřesňován na základě měření dávkového příkonu z teledozimetrického systému. Z výsledků měření a vyhodnocování ESTE EDU/ETE určí stupeň radiační mimořádné události, tedy zda se jedná o mimořádnou událost prvního stupně nebo o radiační nehodu anebo o radiační havárii. [17]

Výstupem ESTE EDU/ETE je model prognózy úniku do okolí, výpočet dopadů na základě prognózovaného úniku, model reálného úniku do okolí a výpočet dopadů reálného úniku do okolí na základě zjištěného reálného úniku.

Dalším výstupem ESTE EDU/ETE je stanovení navrhovaných ochranných opatření a vyznačení sektorů v ZHP JE Dukovany nebo JE Temelín, které jsou ohrožené radiační havárií a stanovení ochranných opatření v areálu JE Dukovany nebo Temelín, na základě prognózovaného úniku. [17]

Aplikované zásahové úrovně pro neodkladná ochranná opatření v programu ESTE pro JE Dukovany a JE Temelín jsou pro:

- jodovou profylaxi 100 mGy odvrácené ekvivalentní dávky* ve štítné žláze způsobené inhalací jódu za předpokladu včasného užití tablet (tablety účinkují před příchodem mraku) a za předpokladu pobytu ve volném prostoru, opatření se navrhuje, pokud byla překročena odvrácená dávka 100 mGy;
- ukrytí 10 mSv odvrácené efektivní dávky za 2 dny ukrytím v budově před příchodem mraku, vzhledem na pobyt ve volném prostoru;
- evakuaci 100 m Sv součtu efektivní dávky v budově za 2 dny od začátku úniku (přitom se předpokládá, že po dobu pobytu v budově je účinná jodová profylaxe) a odvrácené dávky evakuací po 2 dnech z budovy, přitom se předpokládá, že evakuace trvá 7 následujících dní. [18]

* Odvrácená dávka je rozdíl mezi dávkou, která by byla obdržena bez realizace ochranných opatření a dávkou obdrženou po realizaci ochranných opatření. [6]

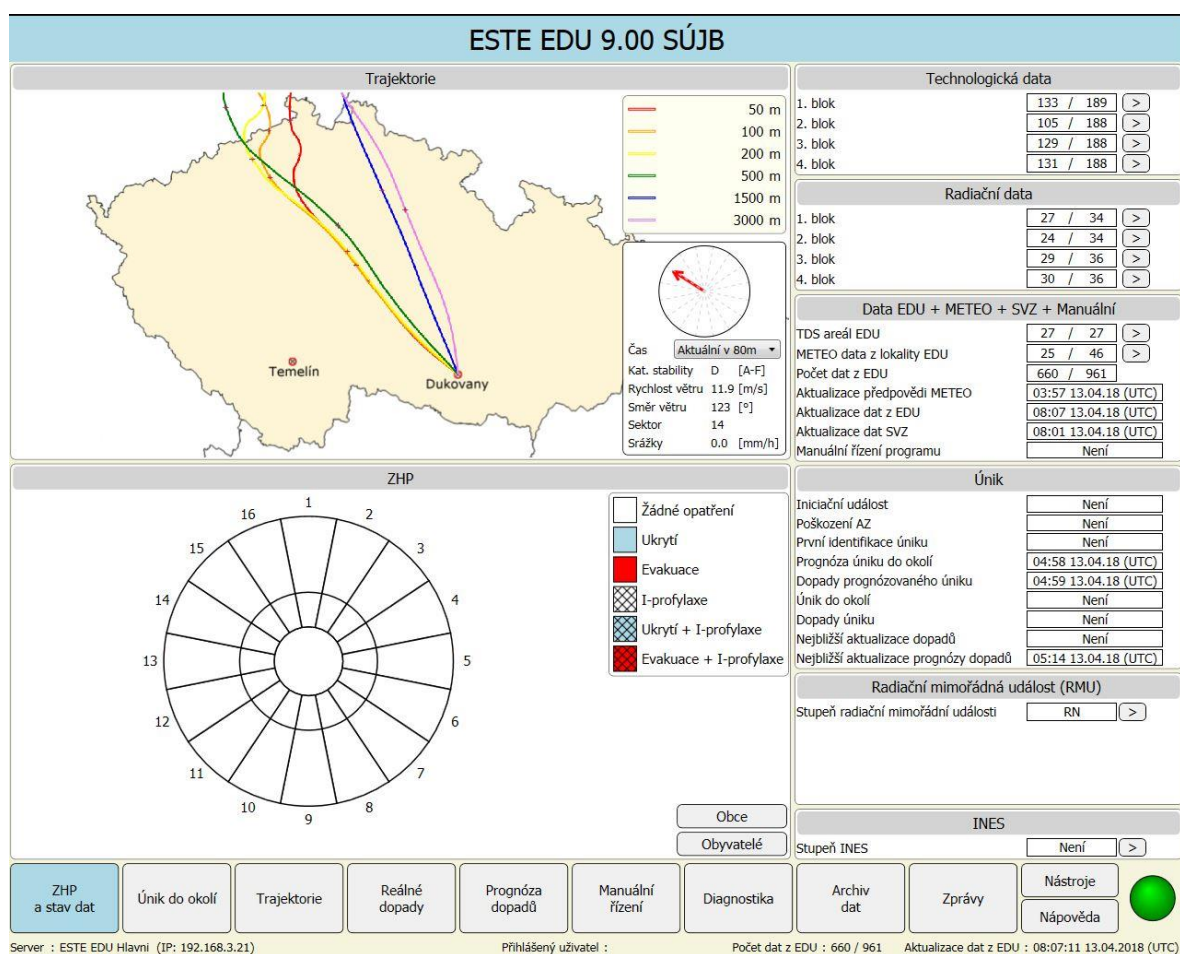
2.7.1 SW ESTE EDU

Program ESTE EDU obsahuje 9 základních tlačítek umístěných ve spodní ovládací části, mezi kterými uživatel může přepínat podle toho, které výstupy zrovna potřebuje. Jedná se o tato základní tlačítka:

1. ZHP a stav dat
2. Únik do okolí
3. Trajektorie
4. Reálné dopady
5. Prognóza dopadů
6. Manuální řízení
7. Diagnostika
8. Archiv dat
9. Zprávy

Zobrazení jednotlivých oken je znázorněno na obrázku 2 - 10.

Obrázek 2 - ZHP a stav dat [10]



Na hlavní obrazovce „Zóna havarijního plánování a stav dat“ jsou uživateli zobrazeny možné trajektorie úniku z JE Dukovany (ve výšce 50m, 100m, 200m, 500m, 1500m a 3000m) a základní meteorologické údaje měřené v lokalitě JE Dukovany, jako kategorie stability (viz. příloha 3), rychlost větru, směr větru, určitý sektor v ZHP podle směru větru a srážky.

Obrazovka dále ukazuje údaje o počtu dat, která jsou do ESTE EDU přenášena a o čase aktualizace některých dat. Jedná se o data technologická, radiační, meteorologická, data z TDS a SVZ.

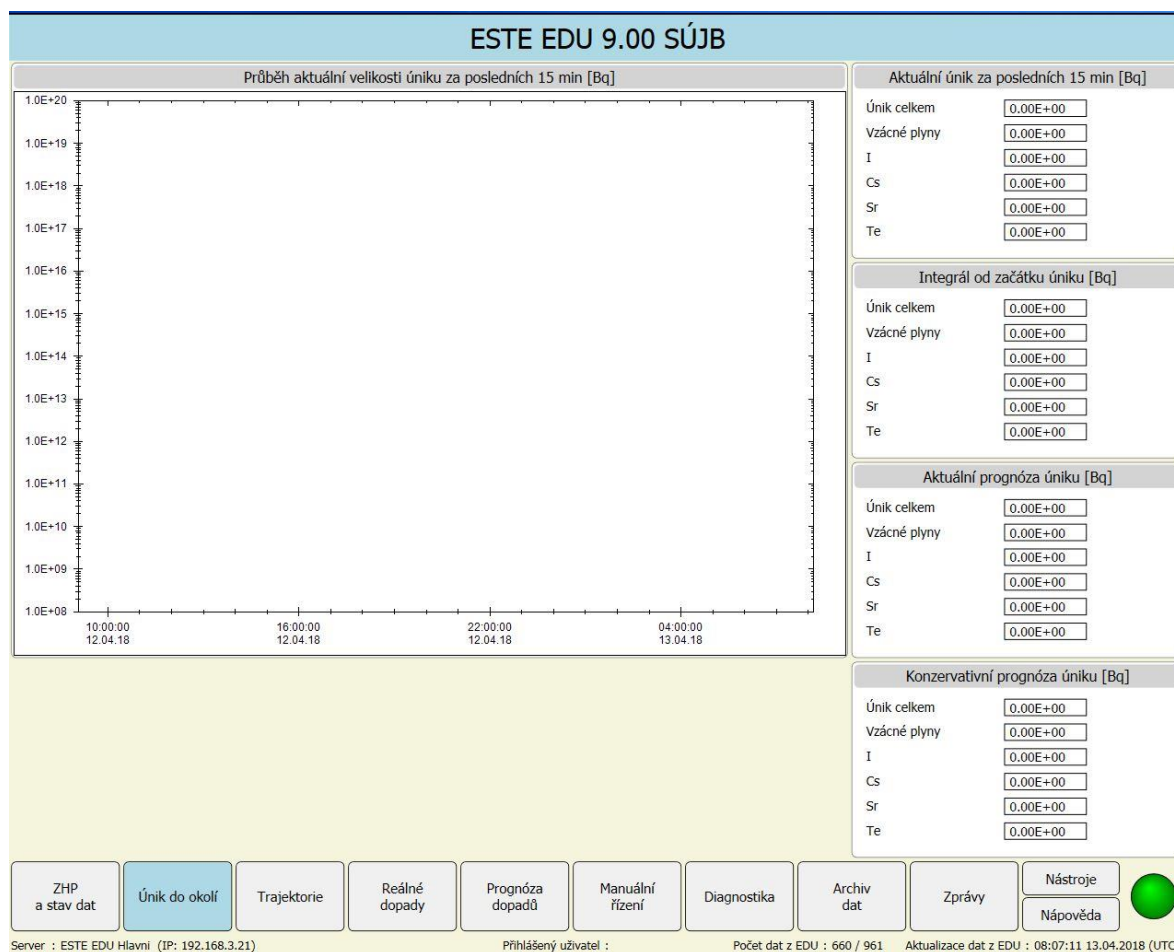
Uživatel na obrazovce „ZHP a stav dat“ také vidí informace týkající se úniku. Konkrétně tedy zda došlo k nějaké iniciační události, zda byla poškozená aktivní zóna reaktoru, zda byl identifikován únik, prognóza úniku do okolí a dopady 35

prognózovaného úniku, zda došlo k úniku do okolí, a zda jsou vypočteny dopady úniku.

Hlavní obrazovka zobrazuje dále informace, o jaký stupeň mimořádné radiační události momentálně jde a také o stupni podle mezinárodní stupnice jaderných událostí INES. (viz. příloha 4)

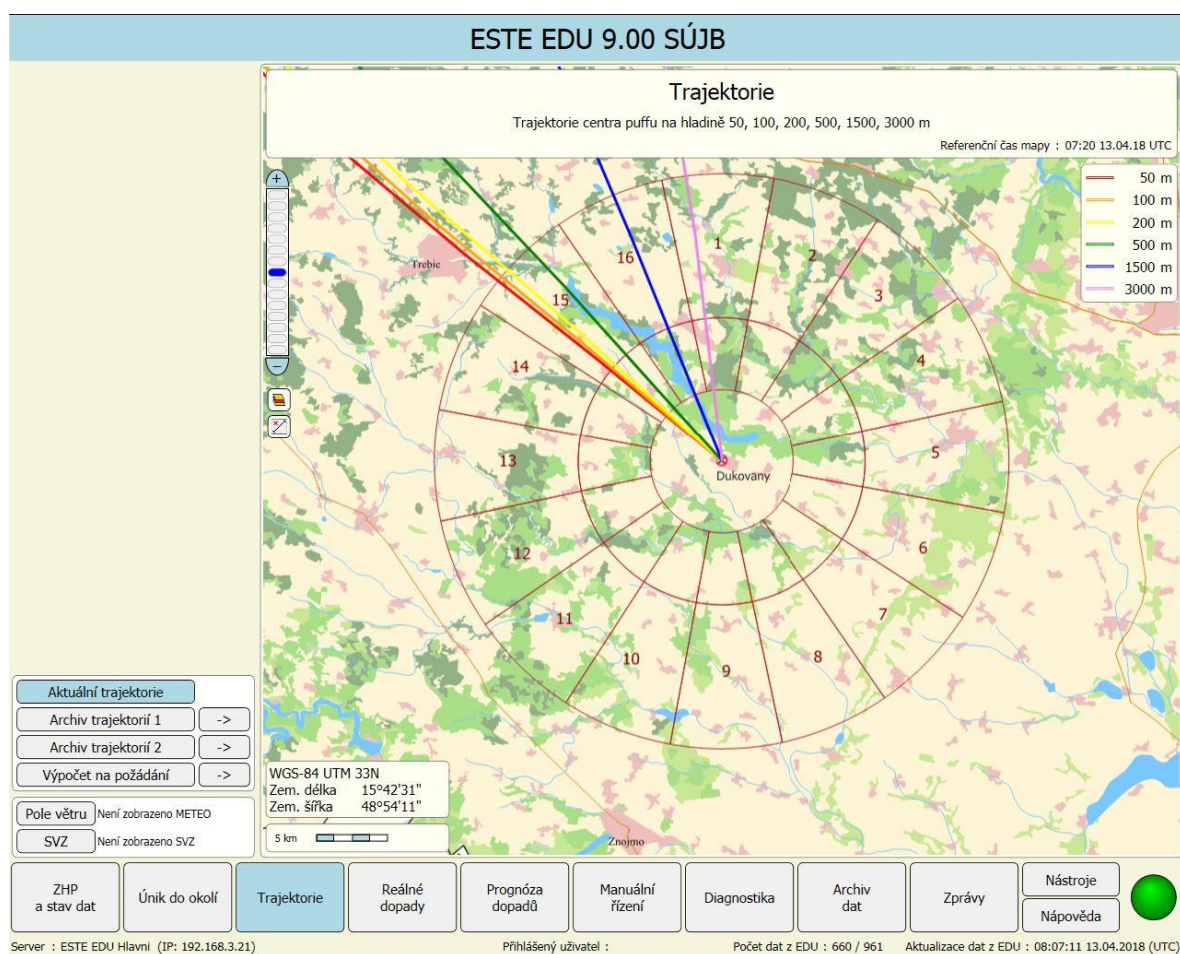
V poslední řadě má na hlavní obrazovce uživatel k dispozici informace o navrhovaných neodkladných ochranných opatření v areálu JE Dukovany a v ZHP. A může si zjistit, ve kterých obcích by se navrhovaná ochranná opatření měla aplikovat a kolika obyvatel se tato opatření týkají.

Obrázek 3 - Únik do okolí [10]



Obrazovka „Únik do okolí“ obsahuje přehled o časovém průběhu (za posledních 15 minut) úniku do okolí, který je zobrazen ve formě grafu. Dále jsou zde uvedeny naměřené aktivity nuklidů od začátku úniku, nebo které unikly do okolí (aktuální únik) za posledních 15 minut anebo které jsou předpokládáné (prognóza úniku). Konkrétně zobrazuje aktivitu celkového úniku, vzácných plynů, jodu (I), cesia (Cs), stroncia (Sr) a telluru (Te).

Obrázek 4 – Trajektorie [10]



Okno „Trajektorie“ zobrazuje dráhu radioaktivního mraku (puff-u), po které by se měl šířit ve výšce 50m, 100m, 200m, 500m, 1500m, 3000m.

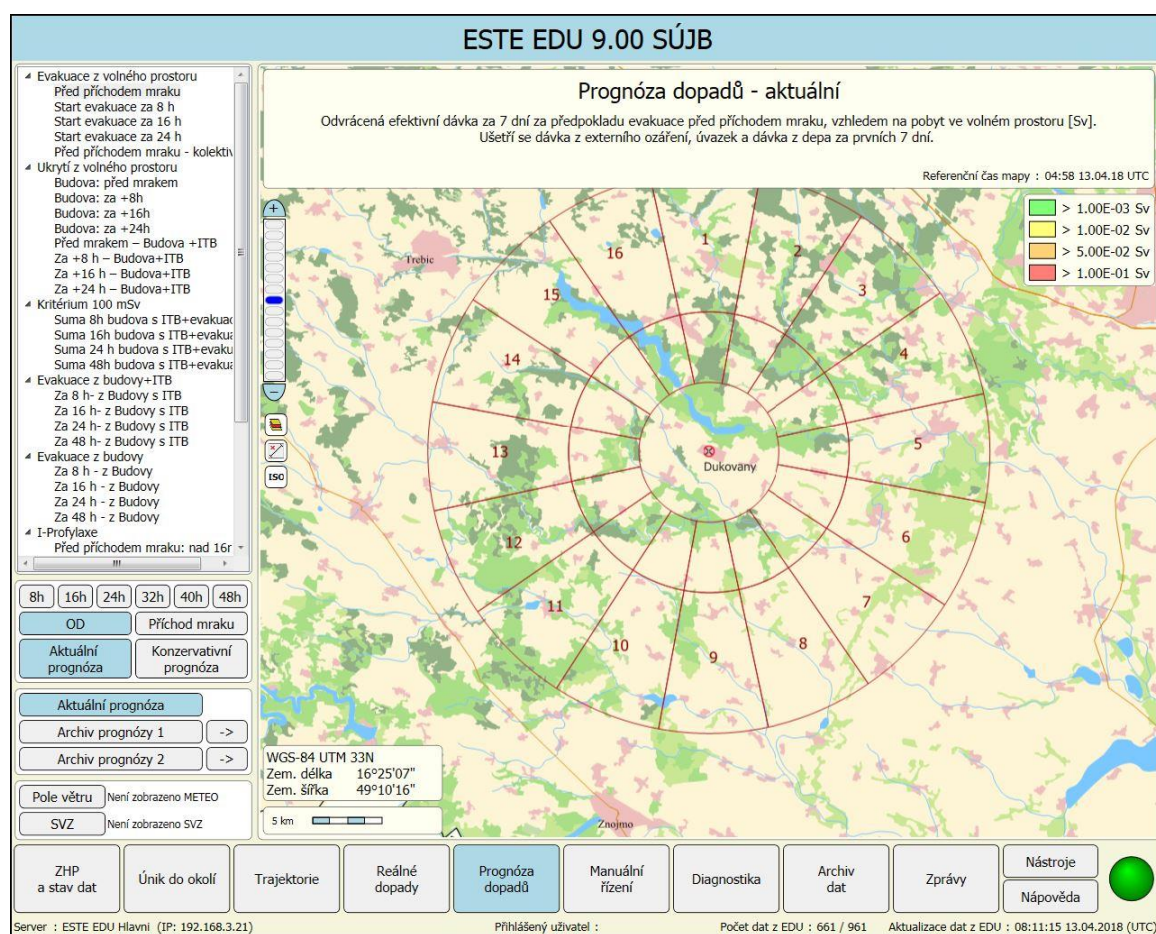
Obrázek 5 - Reálné dopady [10]



Pokud již reálně nastal únik do okolí JE Dukovany může si uživatel zjistit dopady úniku na obrazovce „Reálné dopady“. Na obrazovce je uživateli k dispozici mapa, v níž se po zvolení příslušné dozimetrické veličiny (dávky, dávkové příkony, aktivity z mraku a aktivity z depozitu) zobrazí aktuální (Akt.) vypočítané reálné dopady nebo aktuálně očekávané dopady za 1 hodinu, 2 hodiny a 3 hodiny na základě výsledků měření z TDS v okolí JE Dukovany a z monitorování radiační situace (Po korekci). Anebo aktuální reálné dopady před korekcí výsledků měření z TDS nebo z monitorování radiační situace (Před korekcí).

Kromě reálných dopadů je v tomto okně možné zjistit čas příchodu mraku. Na mapě se vyznačí území, kam radioaktivní mrak dorazí v čase do 2 hodin, nad 2 hodiny, 4 hodiny, 6 hodin a 8 hodin.

Obrázek 6 - Prognóza dopadů [10]



Obrazovka „Prognóza dopadů“ obsahuje mapu, která je obsluze k dispozici, pokud ještě nedošlo k úniku do okolí JE Dukovany. Při stanovení prognózy dopadů pracuje se zdrojovými členy, které jsou v něm nahrány. Mapa znázorňuje odvrácené dávky při ukrytí, jodové profylaxi a evakuaci.

ESTE EDU nabízí zobrazení aktuální prognózy a konzervativní prognózy.

Aktuální prognóza je reálně předpokládaná prognóza zdrojového členu. Zjištěná na základě vyhodnocení aktuální prognózy úniku do atmosféry a na základě stavu reaktoru a kontejmentu. Aktuální prognóza je zjištělná pro čas 8 hodin, 16 hodin, 24 hodin, 32 hodin, 40 hodin a 48 hodin.

Konzervativní prognóza pracuje se zdrojovým členem reálně zjištěné prognózy úniku, ale ukazuje stav, kdy by se symptomy určující zdrojový člen

zhoršily. Konzervativní prognóza je k dispozici pro stejné časy jako aktuální prognóza.

Namísto odvrácených dávek je v tomto okně možné zobrazit čas příchodu mraku. Na mapě se vyznačí území, kam radioaktivní mrak dorazí v čase do 2 hodin, nad 2 hodiny, 4 hodiny, 6 hodin a 8 hodin.

ESTE EDU použije aktuální prognózu na stanovení navrhovaných ochranných opatření v ZHP.

Obrázek 7 - Manuální řízení [10]

ESTE EDU 9.00 SÚJB

Identifikace události					Jiné				
	Automatický režim	Manuálně Ano, je	Manuálně Ne, není	Stav		Automatický režim	Manuálně Ano, je	Manuálně Ne, není	Stav
Je únik LOCA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Zapracovala AO	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je únik SGTR	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Tlak I.O. pod 10.8 MPa	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je únik I-LOCA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Změna p nad AZ o +-0.2 MPa	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je únik KO	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Je zvýšený průtok TK do I.O. (nad 50 m3/h)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je únik RS - Poškození kazety	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Je zapnuté 4.EOKO	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je únik RS - Odkrytí paliva v bazénu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Je pokles hladiny KO pod 150 cm	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Ukončení štěpné reakce					Je změna L-KO o +-10 cm	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
	Automatický režim	Manuálně Ano, je	Manuálně Ne, není	Stav	Je otevřený ventil KO	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je ukončení štěpné reakce (čas, UTC)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Není	Je průtok VT systému nad 10 m3/h	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Popis stavu AZ					Je průtok NT systému nad 100 m3/h	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
	Automatický režim	Manuálně Ano, je	Manuálně Ne, není	Stav	Je teplota na výstupu z AZ nad 320 st.C	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je var chladiva	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Je přetlak v boxu PG nad +10 kPa	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je odkrytí paliva	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Je hladina v boxu PG nad +10 cm	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je tavení AZ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Je nárůst hladiny PG	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Stav sprchového systému					Je aktivita ostré páry nad 1E+7 Bq/m3	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
	Automatický režim	Manuálně Ano, je	Manuálně Ne, není	Stav	Je tlak na výstupu alespoň 4 PG nad 5.78 MPa	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je sprchový systém činný	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Je tlak na výstupu alespoň 1 PG pod 3.3 MPa	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Měření v HZ					Je pokles hladiny alespoň 1 PG pod 142 cm	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
	Automatický režim	Manuální režim		Stav	Je pokles hladiny alespoň 4 PG pod 150 cm	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Těsnost HZ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		Neporušena	Je zvýšená aktivita v TF10 (nad 5E+6 Bq/m3)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Aktivita v HZ [Bq/m3]	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		1,79E+07	Je zvýšená aktivita v TF30 (nad 5E+6 Bq/m3)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Dávkový příkon v HZ [Gy/h]	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		1,01E-03	Je zvýšená aktivita v TVD (nad 1E+7 Bq/m3)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Tlak v HZ [kPa]	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		-2,07E-01	Je aktivita nebo vysoká T v místnosti SHCHAZ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Koncentrace H2 [%]	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		Není	Je zvýšená T v TF30 (VO SORR)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Prognóza zdrojového členu					Je zvýšená T v TF10 (VO HČČ)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
	Automatický režim	Manuálně Ano, je	Manuálně Ne, není	Stav	Je zvýšená L v TF30 (VO SORR)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
Je vygenerována prognóza ZDČ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne	Je zvýšená L v TF10 (VO HČČ)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
					L v BS < 14m nebo klesá	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
					Je vysoká T v BS (~90 st)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
					Je otevřená/neizolována HZ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne
					Je režim 7: AZ vyvezena do BS	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne

Zrušit Potvrdit

1. blok 2. blok 3. blok 4. blok Společné

ZHP a stav dat Únik do okolí Trajektorie Reálné dopady Prognóza dopadů **Manuální řízení** Diagnostika Archiv dat Zprávy Nástroje Nápoředa

Server : ESTE EDU Hlavní (IP: 192.168.3.21) Přihlášený uživatel : Počet dat z EDU : 661 / 961 Aktualizace dat z EDU : 08:11:15 13.04.2018 (UTC)

Obrazovka „Manuální řízení“ umožňuje obsluhu zadat do ESTE EDU určité hodnoty ručně a ten začne pracovat s těmito údaji namísto online přenášených dat. Manuální řízení se použije, pokud uživatel zhodnotí, že je třeba některé údaje poupravit podle toho jak se událost vyvíjí nebo pokud se některá data nenačítají, například z důvodu výpadku.

Manuální řízení je rozděleno na hodnoty jednotlivých bloků, jež se týkají stavu technologie vybraného bloku, a na společné hodnoty jako jsou meteorologické podmínky, TDS a jiné.

Obrázek 8 – Diagnostika [10]

ESTE EDU 9.00 SÚJB

Primární okruh				Sekundární okruh				Parametry HZ			
Číslo měření	Název měření	Hodnota	Rozměr	Číslo měření	Název měření	Hodnota	Rozměr	Číslo měření	Název měření	Hodnota	Rozměr
1VA0700	NR TEPELNY	1450,80	MWt	1UA4016	L-NV V PG1	197,86	cm	1UA7561	L-CHLADIVA V BOXU PG	0,00	cm
1MA1006	D1 VYKON HL	100,25	%	1UA4017	L-NV V PG2	197,82	cm	1UA7562	L-CHLADIVA V BOXU PG	0,00	cm
1MA1010	D2 VYKON HL	99,96	%	1UA4020	L-NV V PG3	196,72	cm	1UA7563	P-V BOXU PG (přetlak)	-0,21	kPa
1MA1014	D3 VYKON HL	100,26	%	1UA4021	L-NV V PG4	195,62	cm	1UA7564	P-V BOXU PG (přetlak)	-2,02	kPa
1MA1127	D1 VYKON HL	99,94	%	1UA4022	L-NV V PG5	194,64	cm	1UA5572	T-VZD.V A201 NAD HS	33,09	st.C
1MA1128	D2 VYKON HL	100,22	%	1UA4023	L-NV V PG6	200,22	cm	1XA0510	d. příkon v KP A201/1	1,01E-03	Gy/h
1MA1129	D3 VYKON HL	100,16	%	1UA4062	P-PARY PG1	4,65	MPa	1XA0511	d. příkon v KP A201/1	-	Gy/h
1VA0343	TLAK NAD AZ	12,17	MPa	1UA4063	P-PARY PG2	4,71	MPa	1XA0520	d. příkon v A201/1 u A253/1	4,80E-04	Gy/h
1VA0955	T-KAZETY (TC)MAX	314,41	°C	1UA4064	P-PARY PG3	4,62	MPa	1XA0521	d. příkon v A211/1	9,47E-06	Gy/h
1UR5073	T na VYSTUPU AZ	316,97	°C	1UA4065	P-PARY PG4	4,60	MPa	1XA0500	aktivita AE (beta) v HZ	-	Bq/m3
1VA1039	T HORK.VETVE 1	297,12	°C	1UA4066	P-PARY PG5	4,72	MPa	1XA0501	aktivita (gamma) v HZ	0,00E+00	Bq/m3
1VA1040	T HORK.VETVE 2	297,52	°C	1UA4067	P-PARY PG6	4,69	MPa	1XA0502	aktivita (beta) VZP v HZ	8,11E+04	Bq/m3
1VA1041	T HORK.VETVE 3	297,51	°C	1UR0062	F-NV DO PG1	-	t/h	1XA0503	aktivita (beta) VZP v HZ	1,79E+07	Bq/m3
1VA1042	T HORK.VETVE 4	297,24	°C	1UR0063	F-NV DO PG2	-	t/h				
1VA1043	T HORK.VETVE 5	297,45	°C	1UR0064	F-NV DO PG3	-	t/h				
1VA1044	T HORK.VETVE 6	297,18	°C	1UR0065	F-NV DO PG4	-	t/h				
1VA1033	T STUD.VETVE 1	266,23	°C	1UR0066	F-NV DO PG5	-	t/h				
1VA1034	T STUD.VETVE 2	267,71	°C	1UR0067	F-NV DO PG6	-	t/h				
1VA1035	T STUD.VETVE 3	266,62	°C	1XA0114	Ostrá pára PG1	4,99E+06	Bq/m3				
1VA1036	T STUD.VETVE 4	266,59	°C	1XA0115	Ostrá pára PG2	5,09E+06	Bq/m3				
1VA1037	T STUD.VETVE 5	267,55	°C	1XA0116	Ostrá pára PG3	5,02E+06	Bq/m3				
1VA1038	T STUD.VETVE 6	267,10	°C	1XA0117	Ostrá pára PG4	4,95E+06	Bq/m3				
				1XA0118	Ostrá pára PG5	4,91E+06	Bq/m3				
				1XA0119	Ostrá pára PG6	4,93E+06	Bq/m3				
				1XA0121	1.bl. spol. odluh PG	2,41E+04	Bq/m3				
				1XA0122	Jímka TG11	9,64E+03	Bq/m3				
				1XA0123	Jímka TG12	7,24E+03	Bq/m3				
				1UA2467	F-NV NA VYTL.HNC1	0,72	t/h				
				1UA2470	F-NV NA VYTL.HNC2	-	t/h				
				1UA2472	F-DEMI NA VYTL.SHNC1	-	t/h				
				1UA2473	F-DEMI NA VYTL.SHNC2	-	t/h				

Vysokotlaký systém havarijního chlazení			
Číslo měření	Název měření	Hodnota	Rozměr
1UA4530	F-NA VYTL.TJ21 D01	-	t/h
1UA4531	F-NA VYTL.TJ41 D01	-	t/h
1UA4532	F-NA VYTL.TJ61D01	-	t/h

Sprchový systém			
Číslo měření	Název měření	Hodnota	Rozměr
1UR0042	Průtok na výtaku TQ21D01	-	m3/h
1UR0043	Průtok na výtaku TQ41D01	0	m3/h
1UR0044	Průtok na výtaku TQ61D01	-	m3/h

Nízkotlaký systém havarijního chlazení			
Číslo měření	Název měření	Hodnota	Rozměr
1UA4533	F-NA VYTL.TH21 D01	-	t/h
1UA4534	F-NA VYTL.TH41 D01	0,13	t/h
1UA4535	F-NA VYTL.TH61 D01	0,06	t/h

Poškození AZ			
Název měření	Hodnota	Rozměr	
Symptomy varu chladiva (ESTE)	Ne		
Symptomy porušení pokrytí kazet (ESTE)	Ne		
Symptomy tavení AZ (ESTE)	Ne		

Aktivita vložené okruhy			
Číslo měření	Název měření	Hodnota	Rozměr
1XA0110	Vložený okruh HCC	2,72E+03	Bq/m3
1XA0111	Vložený okruh HCC	7,65E+03	Bq/m3
1XA0112	Vložený okruh SORR	1,52E+04	Bq/m3
1XA0113	Vložený okruh SORR	6,05E+04	Bq/m3

Systém technické vody důležité			
Číslo měření	Název měření	Hodnota	Rozměr
1XA0124	TVD I	3,71E+03	Bq/m3
1XA0125	TVD II	3,91E+03	Bq/m3
1XA0126	TVD III	3,20E+03	Bq/m3

Kompenzátor objemu			
Číslo měření	Název měření	Hodnota	Rozměr
1UA5470	L-V KO /celk./	5,26	m
1UA7175	L-KO KORIG.T-STR PO	6,09	cm

1. blok 2. blok 3. blok 4. blok Společné ZDČ 1. blok ZDČ 2. blok ZDČ 3. blok ZDČ 4. blok

TDS - Areál TDS - ZHP METEO

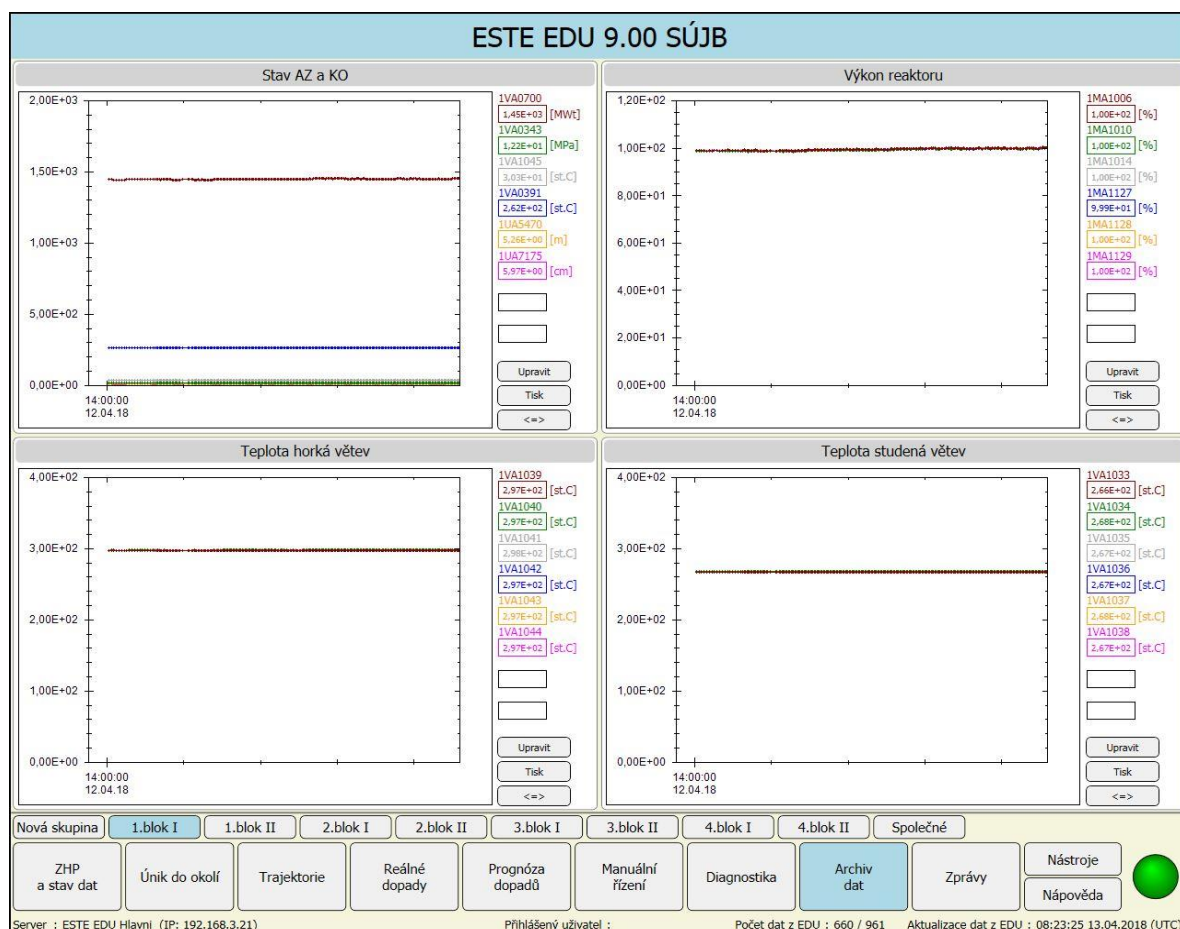
ZHP a stav dat Únik do okolí Trajektorie Reálné dopady Prognóza dopadů Manuální řízení Diagnostika Archiv dat Zprávy Nástroje Nápověda

Server : ESTE EDU Hlavní (IP: 192.168.3.21) Přihlášený uživatel : Počet dat z EDU : 661 / 961 Aktualizace dat z EDU : 08:11:15 13.04.2018 (UTC)

Na obrazovce „Diagnostika“ jsou uživatelé k dispozici přehledné údaje přenášené online z JE Dukovany. Obsluha zde může zjistit hodnoty

technologie jednotlivých bloků JE, naměřené hodnoty TDS v areálu JE a v ZHP a meteorologické údaje. Dále jsou na této obrazovce umístěny schémata zdrojových členů a údaje týkající se radiální mimořádné události.

Obrázek 9 - Archiv dat [10]



Obrazovka „Archiv dat“ obsahuje grafy znázorňující radiologická a technologická data jednotlivých bloků JE Dukovany. Umožňuje však také, aby si obsluha připravila vlastní grafy podle své potřeby.

Obrázek 10 – Zprávy [10]

ESTE EDU 9.00 SÚJB

Zprávy

Xe-133 = 4.77E+14 Bq, Xe-135 = 1.81E+14 Bq, Xe-135m = 7.09E+13 Bq, Xe-138 = 2.20E+13 Bq,
I-131 = 9.55E+13 Bq, I-132 = 1.39E+14 Bq, I-133 = 1.94E+14 Bq, I-134 = 1.59E+14 Bq, I-135 = 1.69E+14 Bq,
Sr-89 = 0.00E+00 Bq, Sr-90 = 0.00E+00 Bq, Sr-91 = 0.00E+00 Bq,
Cs-134 = 1.58E+13 Bq, Cs-136 = 5.63E+12 Bq, Cs-137 = 1.12E+13 Bq,
Te-132 = 0.00E+00 Bq, Te-129m = 0.00E+00 Bq, Te-131m = 0.00E+00 Bq,
ČAS (UTC) = 13.04.2018 06:11:32
Výška centra puff-u nad terénem [m] = 40
Aktivita puff-u:
Kr-85m = 5.46E+13 Bq, Kr-87 = 7.30E+13 Bq, Kr-88 = 1.31E+14 Bq,
Xe-133 = 4.77E+14 Bq, Xe-135 = 1.81E+14 Bq, Xe-135m = 7.09E+13 Bq, Xe-138 = 2.20E+13 Bq,
I-131 = 9.55E+13 Bq, I-132 = 1.39E+14 Bq, I-133 = 1.94E+14 Bq, I-134 = 1.59E+14 Bq, I-135 = 1.69E+14 Bq,
Sr-89 = 0.00E+00 Bq, Sr-90 = 0.00E+00 Bq, Sr-91 = 0.00E+00 Bq,
Cs-134 = 1.58E+13 Bq, Cs-136 = 5.63E+12 Bq, Cs-137 = 1.12E+13 Bq,
Te-132 = 0.00E+00 Bq, Te-129m = 0.00E+00 Bq, Te-131m = 0.00E+00 Bq,

13.04.2018 04:12:08 (UTC) - Byla vypočtena prognóza dopadů (do + 48 h) z prognózy úniku, viz mapa "Prognóza dopadů"
13.04.2018 04:12:47 (UTC) - Byla vypočtena konzervativní prognóza dopadů (do +48 h) z prognózy úniku, viz mapa "Prognóza dopadů"
13.04.2018 04:16:12 (UTC) - Blok4: Stav identifikace možných cest úniku aktivity z AZ reaktoru:
Trasa s potenciálně nejtěžším únikem: Únik do II.O. (SGTR)
Únik HZ (LOCA) - není
Únik do mezisystému (I - LOCA) - není
Únik do II.O. (SGTR) - symptomy identifikovány od 13.04.2018 04:10:58 (UTC)
Únik přes kompenzátor objemu - není
Únik na reaktorovém sálu/odpovídá poškození kazety - není
Únik na reaktorovém sálu/odpovídá poškození paliva - není

13.04.2018 04:16:50 (UTC) - Byly vypočteny trajektorie pohybu puff-u na hladině cca 50m, 100m, 200m, 500m, 1500m, 3000m. Viz mapa "Trajektorie"
13.04.2018 04:21:23 (UTC) - Blok4: Stav identifikace možných cest úniku aktivity z AZ reaktoru:
Trasa s potenciálně nejtěžším únikem: Únik do II.O. (SGTR)
Únik HZ (LOCA) - není
Únik do mezisystému (I - LOCA) - není
Únik do II.O. (SGTR) - symptomy identifikovány od 13.04.2018 04:10:58 (UTC)
Únik přes kompenzátor objemu - není
Únik na reaktorovém sálu/odpovídá poškození kazety - není
Únik na reaktorovém sálu/odpovídá poškození paliva - není

13.04.2018 04:26:39 (UTC) - Blok4: Stav identifikace možných cest úniku aktivity z AZ reaktoru:
Trasa s potenciálně nejtěžším únikem: Únik do II.O. (SGTR)
Únik HZ (LOCA) - není
Únik do mezisystému (I - LOCA) - není
Únik do II.O. (SGTR) - symptomy identifikovány od 13.04.2018 04:10:58 (UTC)

Aktuální zprávy

Archiv zpráv 1 ->

Archiv zpráv 2 ->

Automatický posun

Nastavení zpráv

Export do RTF

ZHP
a stav dat

Únik do okolí

Trajektorie

Reálné
dopady

Prognóza
dopadů

Manuální
řízení

Diagnostika

Archiv
dat

Zprávy

Nástroje

Nápověda

Server : ESTE EDU Hlavní (IP: 192.168.3.21) Přihlášený uživatel : Počet dat z EDU : 658 / 961 Aktualizace dat z EDU : 08:27:28 13.04.2018 (UTC)

Na obrazovce „Zprávy“ se zobrazují pro uživatele důležité informace, které jsou pro lepší orientaci barevně rozlišeny podle obsahu. Obsahuje obecné zprávy, zprávy o stavu aktivní zóny reaktoru, o druhu iniciační události, o prognóze úniku, zprávy týkající se úniku do okolí a další potřebné informace.

3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Tato diplomová práce se zabývá popisem využití softwarového prostředku ESTE EDU, který KŠ SÚJB využívá při své činnosti při řešení radiální mimořádné události.

Cíl práce č. 1:

Využití programu ESTE EDU k nasimulování konkrétní radiální havárie na JE Dukovany při havarijním cvičení ZÓNA 2017 a navrhnutí zavedení ochranných opatření v zóně havarijního plánování JE Dukovany.

Cíl práce č. 2:

Komparace návrhu na zavedení ochranných opatření stanoveného programem ESTE EDU a návrhu KŠ SÚJB a zdůvodnění rozdílu mezi těmito návrhy.

Cíl práce č. 3:

Návod pro práci KŠ SÚJB s programem ESTE EDU při navrhování ochranných opatření.

Hypotéza č.1:

Návrh na zavedení ochranných opatření stanoveného programem ESTE EDU a návrh KŠ SÚJB se bude lišit.

4 METODIKA

Teoretické část diplomové práce je napsána na základě analýzy informací z právních předpisů, interních dokumentů Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, odborné literatury a internetových zdrojů. Informace o programu ESTE EDU jsou získané z prostředku ESTE EDU a jeho příručky.

V praktické části je použito analytické metody počítačové simulace. Jedná se o metodu při níž počítačový program po zadání vstupních dat simuluje abstraktní model určitého systému. [19]

V této diplomové práci je použita počítačová simulace pomocí softwarového prostředku ESTE EDU, který je určený pro zjištění a vyhodnocení prognózy úniku radioaktivních látek do okolí jaderné elektrárny Dukovany v případě vzniku radiační mimořádné události, pro výpočet prognózy radiační situace v okolí jaderné elektrárny a pro návrh ochranných opatření v zóně havarijního plánování.

Námětem počítačové simulace je havarijní cvičení ZÓNA 2017, které proběhlo ve dnech 15.-17. 5. 2017.

Modelování v programu ESTE EDU bylo prováděno na pracovišti Krizového koordinačního centra Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

5 VÝSLEDKY

5.1 Úvod k havarijnímu cvičení ZÓNA 2017

Havarijní cvičení ZÓNA 17 proběhlo ve dnech 15. - 17. 5. 2017 a zúčastnili se ho MV – GŘ HZS ČR, Policejní prezidium ČR, SÚJB, JE Dukovany (ČEZ a.s.), Státní správa hmotných rezerv, Krajský úřad kraje Vysočina, Krajský úřad Jihomoravského kraje, HZS kraje Vysočina, HZS Jihomoravského kraje, Krajské ředitelství policie kraje Vysočina, Krajské ředitelství Jihomoravského kraje, Zdravotnická záchranná služba kraje Vysočina, Zdravotnická záchranná služba Jihomoravského kraje, Nemocnice Ivančice, Obec s rozšířenou působností Třebíč, vyčleněné síly a prostředky Armády ČR, Správa a údržba silnic Jihomoravského kraje. [20]

Obsahem tohoto cvičení byla simulovaná radiační havárie, která vznikla v důsledku události Loss of coolant accident (LOCA), tedy ztráty chladiva v aktivní zóně (AZ) na 1. bloku a následně i na 2. bloku JE Dukovany.

Cílem havarijního cvičení ZÓNA 2017 bylo procvičit:

- činnost organizace odezvy JE Dukovany a komunikace s ostatními subjekty podle Vnitřního havarijního plánu při vzniku a průběhu RMU,
- vyžádání pomoci JE Dukovany v rámci Mezinárodní asociace provozovatelů JE (WANO),
- činnost orgánů krizového řízení ČR podle „Úmluvy o včasném oznamování jaderné nehody“, podle „Úmluvy o pomoci v případě jaderné nebo radiační nehody“ a podle „Rozhodnutí Rady

87/600/Euratom o opatřeních Společenství pro včasnou výměnu informací v případě radiační mimořádné situace“,

- komunikaci se zahraničím o vzniku radiační havárie na JE Dukovany (dle uzavřených smluv na všech úrovních),
- činnost orgánů krizového řízení při plnění vybraných úkolů ochrany obyvatelstva,
- systém audio-video konference mezi MV-GŘ HZS ČR, SÚJB a pracovišti KŠ Kraje Vysočina a Jihomoravského kraje,
- vyhlášení havarijního monitorování,
- možnosti využití programu ESTE EDU při modelaci radiační havárie a následném přenosu dat,
- vybrané praktické úkoly při řešení radiační havárie. [20]

Dále bylo cílem cvičení prověřit:

- uzavřené smlouvy a dohody o informování o radiační havárii,
- aktuálnost Vnějšího havarijního plánu, zejména plánů konkrétních činností,
- aktuálnost a reálnost krizových plánů krajů,
- reálnost a aktuálnost typového plánu - „Radiační havárie“, Ústředního poplachového plánu IZS a uzavřených dohod o plánované pomoci na vyžádání,

- aktuálnost Plánu krizové připravenosti Nemocnice Ivančice. [20]

Úlohou KŠ SÚJB bylo vyhodnocování technologie JE, radiační situace, zahájení a řízení havarijního monitorování, zpracování prognóz vývoje vzniklé RMU a navrhování vhodných neodkladných ochranných opatření v ZHP JE Dukovany. K tomuto účelu KŠ SÚJB využíval prostředek ESTE EDU. Simulace RH při havarijním cvičení ZÓNA 2017 je znázorněna v následující kapitole.

5.2 Simulace radiační havárie pomocí SW ESTE EDU při havarijním cvičení ZÓNA 2017

Na 1. bloku JE Dukovany dojde v čase $T = 0^*$ k iniciační události LOCA, tedy ke ztrátě chladiva z primárního okruhu a jsou, na základě měření teploty a tlaku, v AZ identifikovány symptomy varu chladiva. Prostředek ESTE EDU tuto RMU ihned vyhodnocuje jako RN.

Paralelně se na 2. bloku rozvíjí událost Station Blackout (SBO), tedy ztráta všech zdrojů napájení. Dochází k selhání hlavního cirkulačního čerpadla, elektronapájecích čerpadel, supernapájecích čerpadel, vysokotlakých a nízkotlakých systémů havarijního doplňování primárního okruhu, sprchového systému. Start diesel generátorů je neúspěšný.

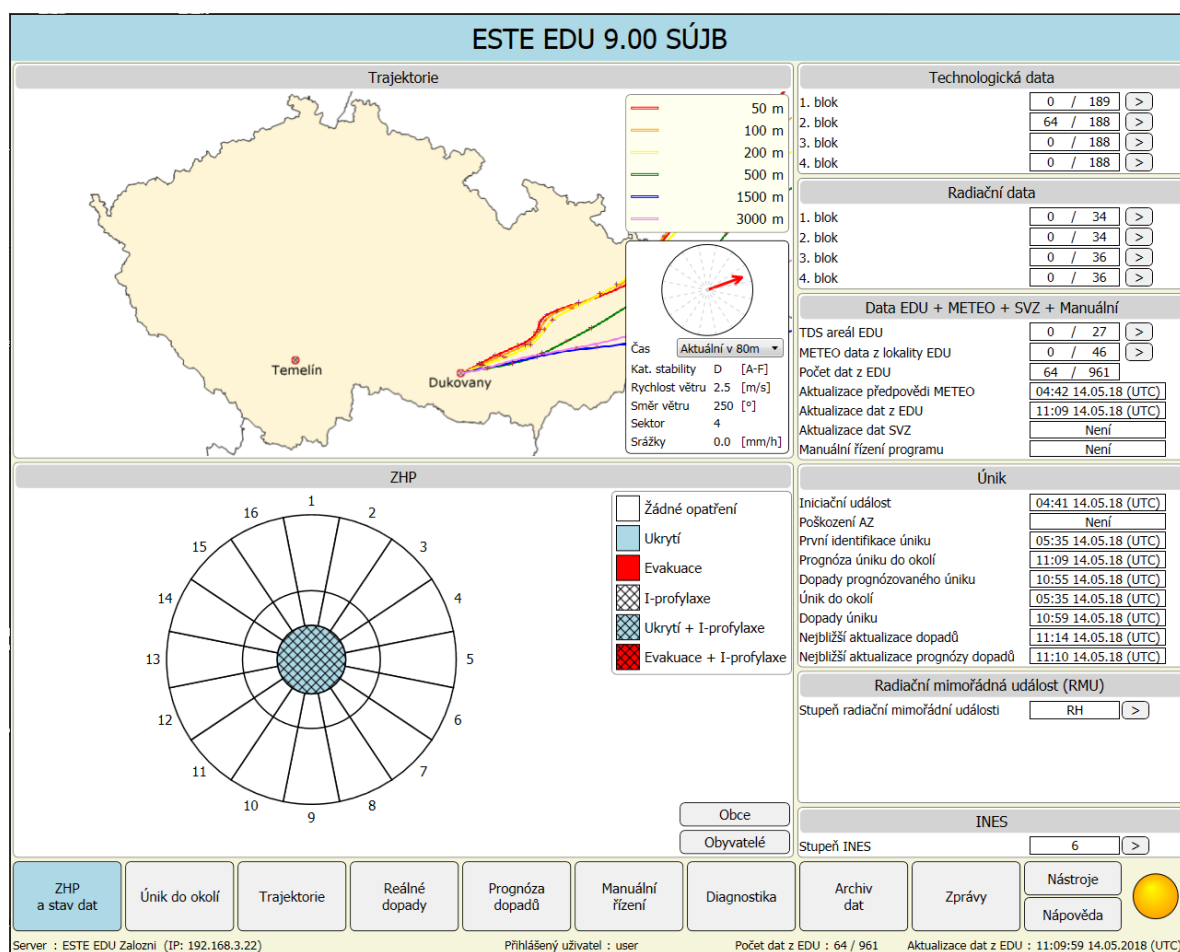
Meteorologické podmínky jsou v té době takové, že kategorie stability je D, rychlost větru je 2,5 m/s, směr větru je 250° a nejsou žádné srážky.

Dosud nedošlo k úniku do okolí, proto prostředek ESTE EDU nabízí prognózu dopadů vypočtenou z prognózy úniku na základě zdrojového členu, který odpovídá typu iniciační události.

* Např. čas $T=1$ znamená 1h od iniciační události.

25 minut (min.) od začátku iniciační události je na 1. bloku zaznamenáno odkrytí AZ a na základě této skutečnosti odhaduje RMU stupněm 4 podle INES. Podle výsledků měření teploty (vyšší než 950°C) z výstupu AZ, již po 36 min od začátku iniciační události, ESTE EDU identifikuje symptomy tavení AZ. Následně tuto RMU ESTE EDU vyhodnocuje jako RH a navrhuje neodkladné ochranné opatření ukrytí a jodovou profylaxi v ZHP do 5 km. (viz. obrázek 11)

Obrázek 11 - Ukrytí a jodová profylaxe do 5km [10]



SW prostředek ESTE EDU nabízí výčet obcí a počet obyvatel, jež se nacházejí do 5 km od JE, a na něž se neodkladné ochranné opatření ukrytí a jodová profylaxe vztahuje. Ukrytí a jodová profylaxe se navrhuje v obci Dukovany, Horní Dubňany,

Kordula, Mohelno, Rešice, Rouchovany, Slavětice a Šemíkovice a týká se celkem 4 525 obyvatel. (viz. obrázek 12 a 13)

Obrázek 12 - Obce do 5km [10]

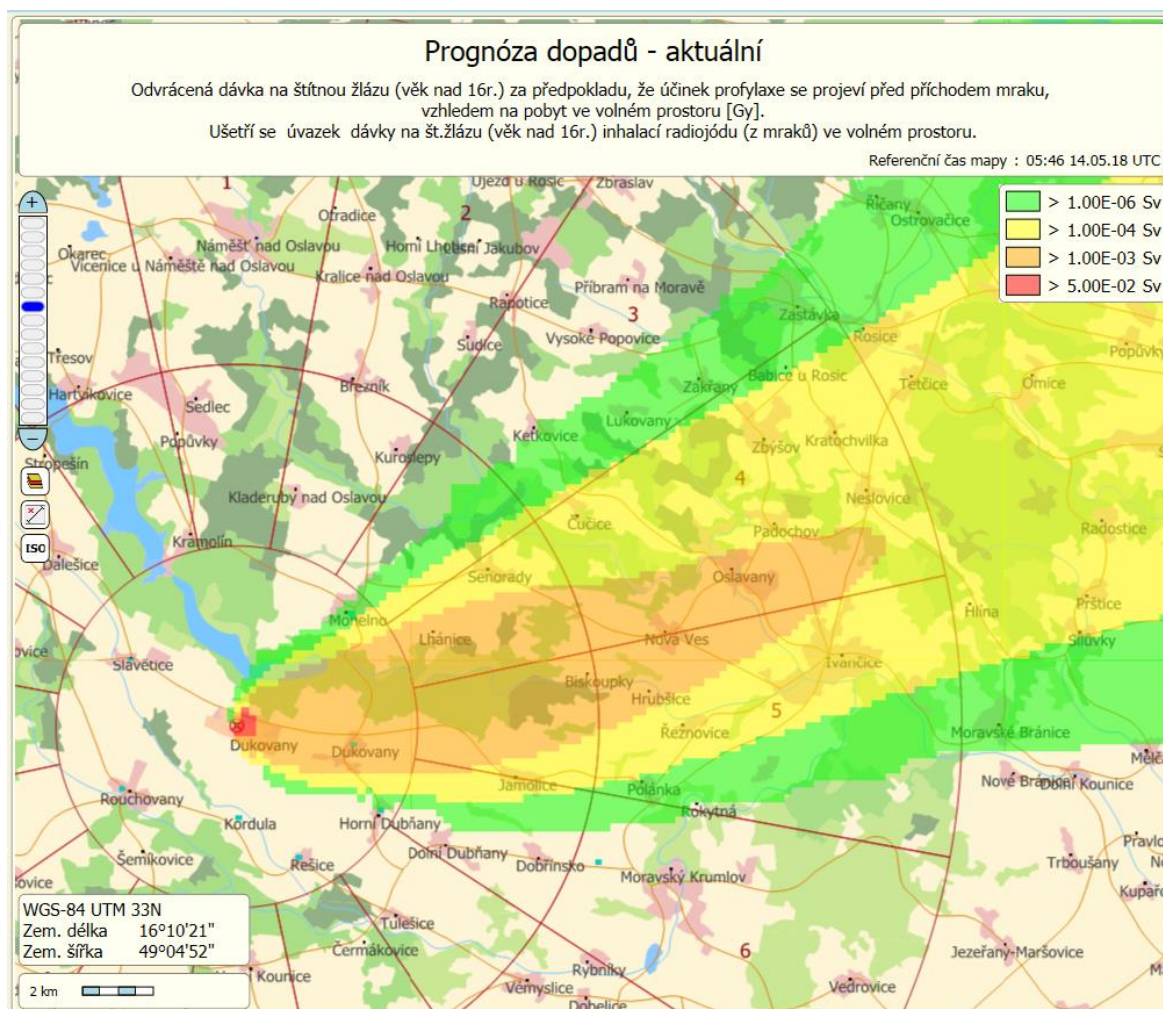
	< 1 r	1-9 r	10-17 r	18-64 r	> 65 r
Evakuace + I-profylaxe					
Ukrytí + I-profylaxe					
Dukovany	11	81	62	578	105
Horní Dubňany	3	20	28	192	62
Kordula	1	10	7	64	18
Kordula	1	7	4	45	25
Mohelno	9	99	83	879	283
Rešice	5	20	21	236	67
Rouchovany	14	104	87	750	210
Slavětice	3	19	19	132	61
Šemíkovice	1	10	7	64	18

Obrázek 13 - Obyvatelé do 5km [10]

	Evakuace	Ukrytí	I-profylaxe	Evakuace + I-profylaxe	Ukrytí + I-profylaxe
Celkový počet	0	0	0	0	4525
< 1 r	0	0	0	0	48
1-9 r	0	0	0	0	370
10-17 r	0	0	0	0	318
18-64 r	0	0	0	0	2940
> 65 r	0	0	0	0	849

Na základě zjištěného stavu AZ, hermetické zóny (HZ) a předpokládané cesty úniku radionuklidů z AZ do okolí ESTE EDU určí prognózu zdrojového členu, podle níž ESTE EDU vypočte prognózu dopadů RH. (viz. obrázek 14)

Obrázek 14 – Prognóza dopadů (odvrácená dávka jodovou profylaxí) [10]



Prognózu dopadů ESTE EDU používá na stanovení ochranných opatření v ZHP. Ochranné opatření ukrytí obyvatel a aplikace jodové profylaxe je navrženo z důvodu překročení zásahové úrovně. (viz. kapitola 2.7)

Ochranné opatření jodová profylaxe je navrhováno, protože v zóně do 5 km od JE Dukovany je odvrácená ekvivalentní dávka ve štítné žláze za předpokladu užití tablet před příchodem mraku vyšší než 148 mGy u osob starších 16 let,

256 mGy u osob ve věku od 6 do 16 let a 159 mGy u osob od 0 do 6 let. (viz. obrázek 15)

Obrázek 15 - Odvrácená dávka jodovou profylaxí [10]

I-Profylaxe		
Před příchodem mraku: nad 16r	1.48E-01	Gy
Před příchodem mraku: 6-15r	2.56E-01	Gy
Před příchodem mraku: 0-5r	1.59E-01	Gy
Za 8 h od začátku úniku: nad 16r.	0.00E+00	Gy
Za 8 h od začátku úniku: 6-15r.	0.00E+00	Gy
Za 8 h od začátku úniku: 0-5r.	0.00E+00	Gy

Export Tisk Zavřít

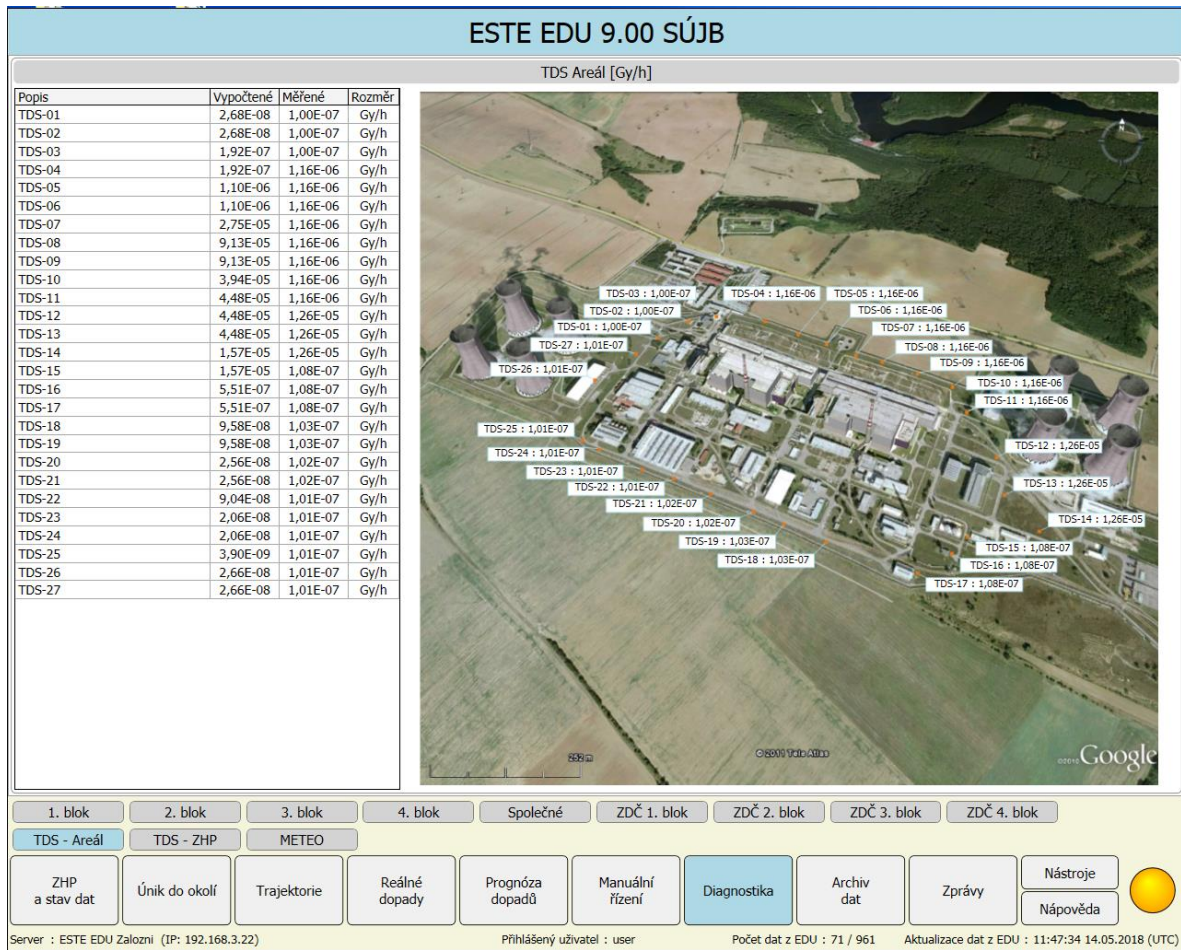
Návrh na zavedení ochranného opatření ukrytí obyvatelstva, v zóně do 5 km, je stanoven na základě vyhodnocené odvrácené efektivní dávky 74,9 mSv za 2 dny ukrytím v budově před příchodem mraku. (viz. obrázek 16)

Obrázek 16 - Odvrácená dávka ukrytím [10]

Ukrytí z volného prostoru		
Budova: před mrakem	7.49E-02	Sv
Budova: za +8h	3.64E-02	Sv
Budova: za +16h	2.70E-02	Sv
Budova: za +24h	1.93E-02	Sv
Před mrakem – Budova +ITB	9.51E-02	Sv
Za +8 h – Budova+ITB	3.64E-02	Sv
Za +16 h – Budova+ITB	2.70E-02	Sv
Za +24 h – Budova+ITB	1.93E-02	Sv

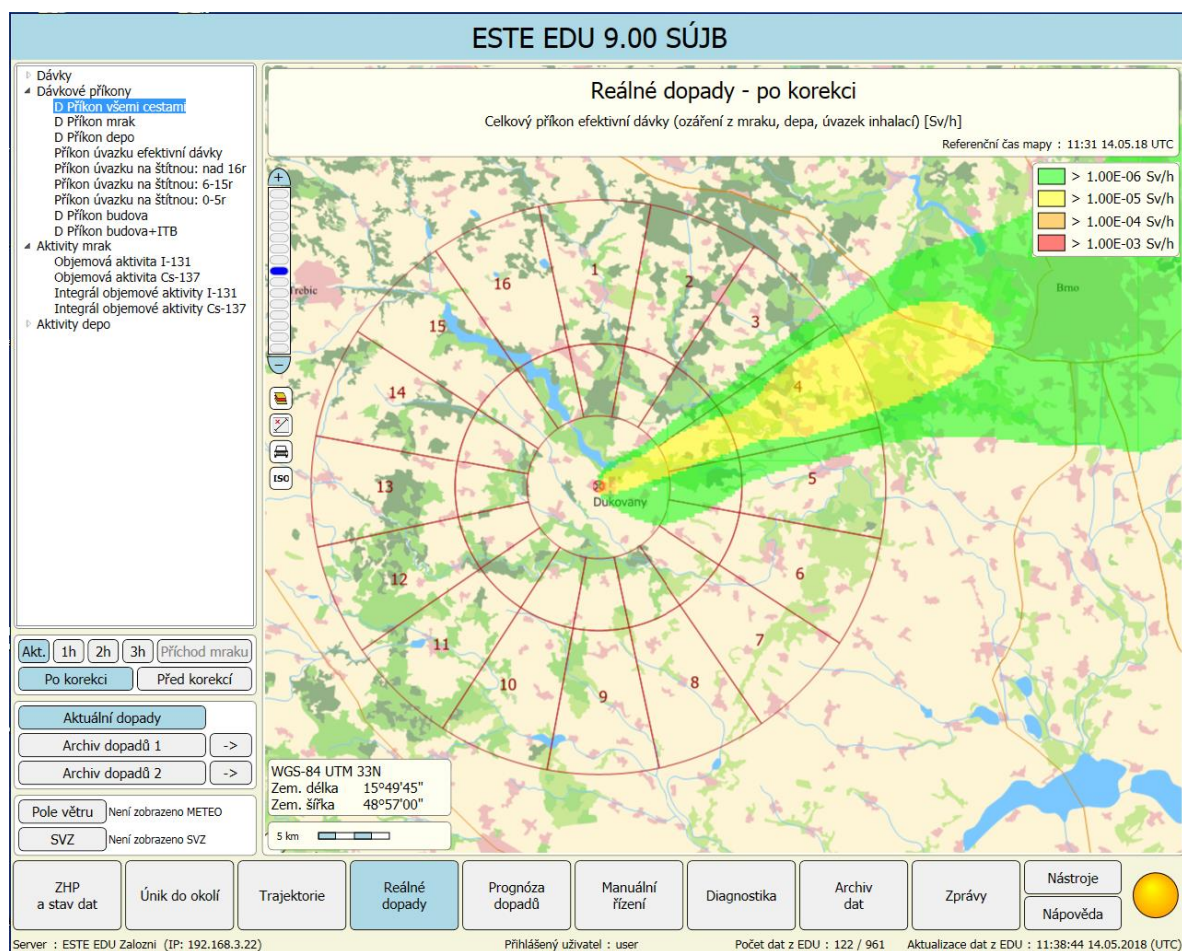
V čase T=1 je z měření TDS umístěných v areálu JE Dukovany identifikován únik do okolí. Tři z TDS, které jsou umístěny v areálu JE, TDS 7 – 15 zaznamenaly zvýšený dávkový příkon. (viz. obrázek 17)

Obrázek 17 - TDS areál [10]



Následně jsou vypočítané reálné dopady RH z měření v 1. a 2. okruhu TDS v ZHP JE Dukovany. (viz. obrázek 18)

Obrázek 18 – Reálné dopady (dávkový příkon) [10]



Celkový příkon efektivní dávky obdržené ozářením z mraku, depozitu a inhalací radionuklidů je 0,06 mSv/h, v zóně do 5 km v místě kousek od obce Mohelno. (viz. obrázek 19)

Obrázek 19 – Dávkový příkon Mohelno [10]

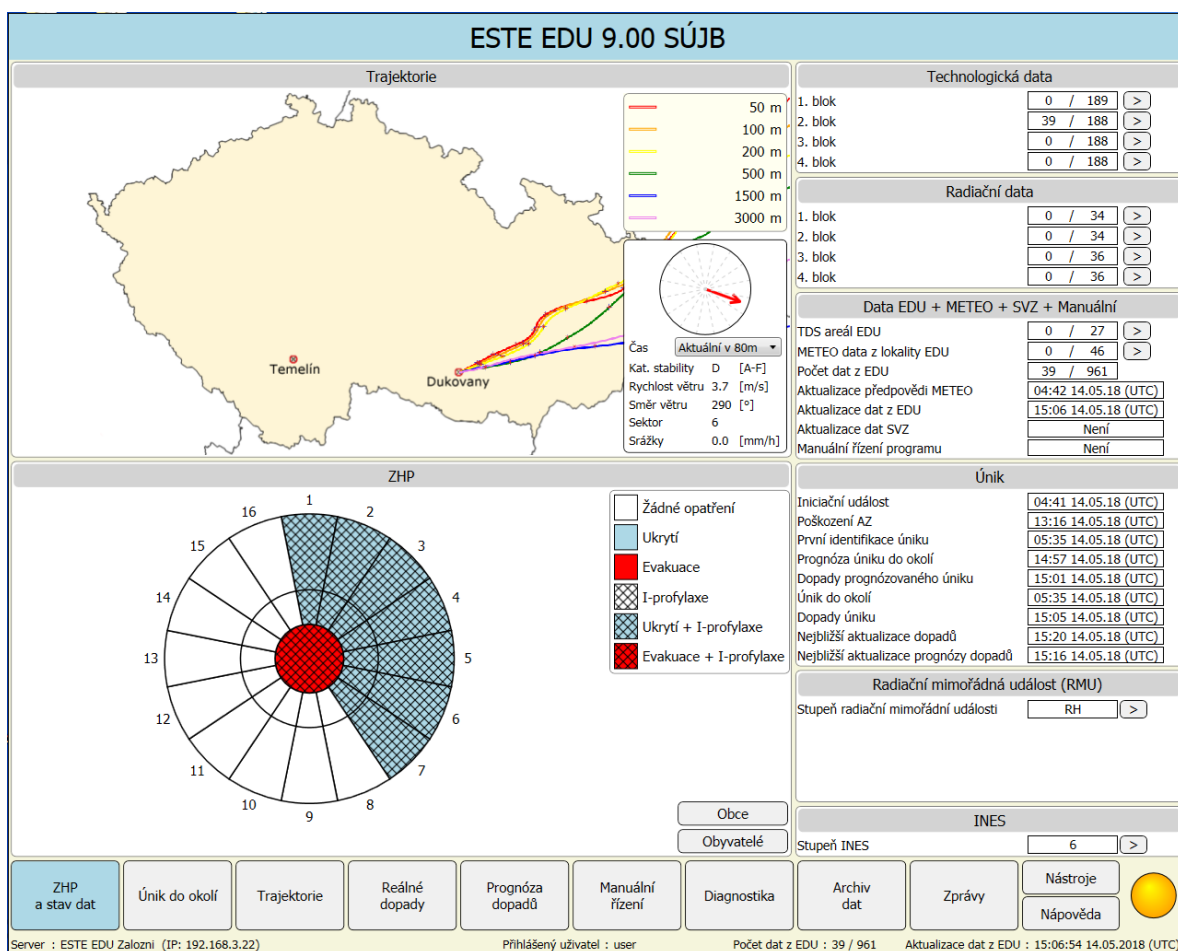
Dávkové příkony					
D Příkon všemi cestami	6.16E-05	2.37E-05	5.81E-06	5.17E-06	Sv/h
D Příkon mrak	3.50E-06	3.46E-06	0.00E+00	0.00E+00	Sv/h
D Příkon depo	7.46E-06	6.64E-06	5.81E-06	5.17E-06	Sv/h
Příkon úvazku efektivní dávky	5.06E-05	1.36E-05	0.00E+00	0.00E+00	Sv/h
Příkon úvazku na štítnou: nad 16r	1.13E-03	3.02E-04	0.00E+00	0.00E+00	Gy/h
Příkon úvazku na štítnou: 6-15r	1.95E-03	5.22E-04	0.00E+00	0.00E+00	Gy/h
Příkon úvazku na štítnou: 0-5r	1.20E-03	3.21E-04	0.00E+00	0.00E+00	Gy/h
D Příkon budova	2.95E-05	8.96E-06	8.14E-07	7.23E-07	Sv/h
D Příkon budova+ITB	3.89E-06	2.10E-06	8.14E-07	7.23E-07	Sv/h

Na 1. bloku JE Dukovany se v čase $T=1$ podaří obnovit chlazení AZ. V čase $T=2$ je aktuální odhad havárie podle INES vyhodnocen stupněm 5 z důvodu integrálu ekvivalentního úniku do okolí vyššího než $1E+14$ Bq. V čase $T=4$ je integrál ekvivalentního úniku do okolí vyšší než $1E+15$ Bq a RMU odhadnuta stupněm 6 podle INES.

V čase $T=8$ na 2. bloku JE Dukovany, v důsledku ztráty všech zdrojů napájení, dochází k protržení membrány barbotážní nádrže a chladivo proudí přes pojistný ventil kompenzátoru objemu do boxů parogenerátoru. SW ESTE EDU hodnotí stav na 2. bloku jako událost LOCA. Během pár desítek minut dochází k varu chladiva a k odkrytí AZ, v čase $T=9$ k tavení AZ a následně k druhému úniku.

Prostředek ESTE EDU, v čase $T=10$, navrhuje neodkladné ochranné opatření evakuace a jodová profylaxe v ZHP do 5 km a ukrytí a jodovou profylaxi v sektorech č. 1-7. (viz. obrázek 20)

Obrázek 20 - Evakuace a jodová profylaxe do 5km a ukrytí a jodová profylaxe v sektoru č. 1-7 [10]



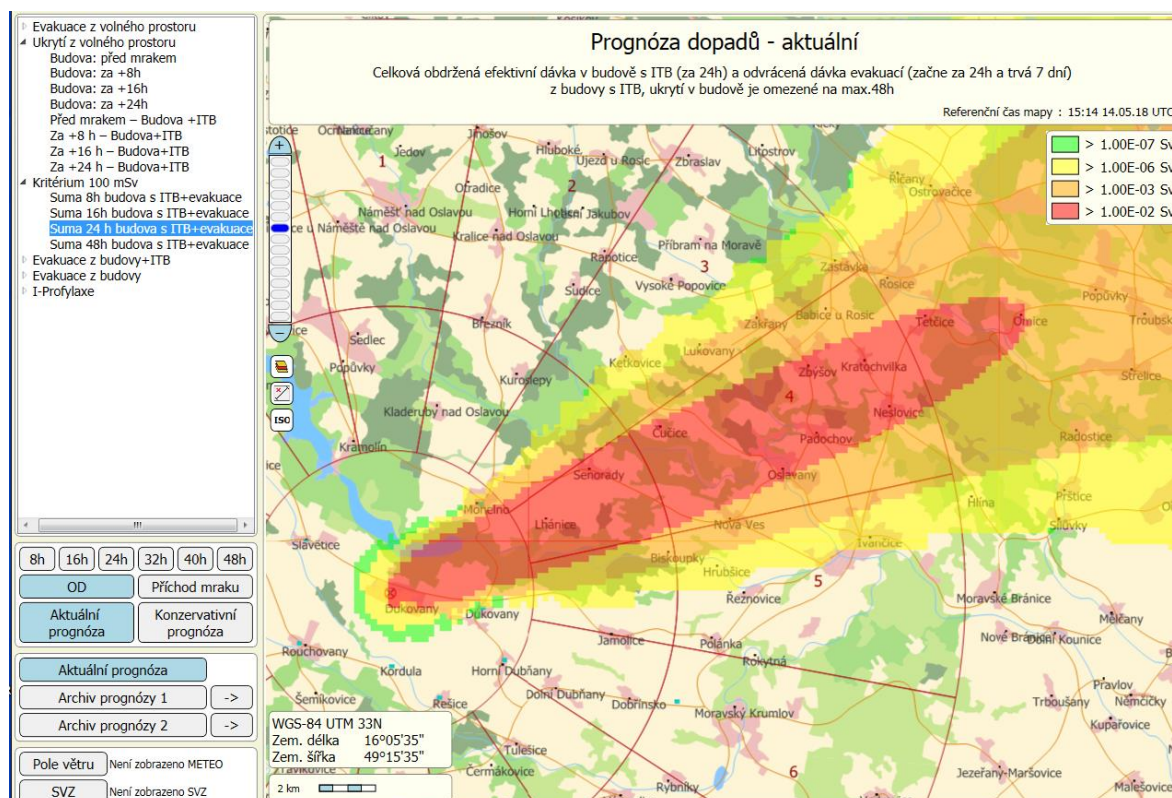
Neodkladné ochranné opatření, evakuace a jodová profylaxe je navrhováno pro 4 525 obyvatel nacházejících se v obci Dukovany, Horní Dubňany, Kordula, Mohelno, Rešice, Rouchovany, Slavětice a Šemíkovice. Ukrytí a jodová profylaxe se navrhuje pro 55 940.

Odvrácená efektivní dávka ochranným opatřením evakuace, která by začala za 24 hodin z budovy při účinné jodové profylaxi a trvala by následujících 7 dní, je 161 mSv, mezi obcemi Mohelno a Dukovany. (viz. obrázek 21) Znárodnění odvrácené dávky evakuací v mapovém podkladu je na obrázku 22.

Obrázek 21 – Odvrácená dávka evakuací mezi obcemi Mohelno a Dukovany [10]

Kritérium 100 mSv		
8h v budově s ITB + evakuace	1.81E-01	Sv
16h v budově s ITB + evakuace	1.69E-01	Sv
24h v budově s ITB + evakuace	1.61E-01	Sv
48h v budově s ITB + evakuace	1.47E-01	Sv

Obrázek 22 – Prognóza dopadů (odvrácená dávka evakuací) [10]



Ochranné opatření ukrytí je v sektorech č. 1 až 7 ZHP navrženo na základě vyhodnocené odvrácené efektivní dávky 131 mSv, v obci Lhanice, za 2 dny ukrytím v budově před příchodem mraku. (viz. obrázek 23)

Obrázek 23 – Odvrácená dávka ukrytím Lhanice [10]

Ukrytí z volného prostoru		
Budova: před mrakem	1.31E-01	Sv
Budova: za +8h	1.89E-02	Sv
Budova: za +16h	1.32E-02	Sv
Budova: za +24h	9.05E-03	Sv
Před mrakem – Budova +ITB	2.28E-01	Sv
Za +8 h – Budova+ITB	1.89E-02	Sv
Za +16 h – Budova+ITB	1.32E-02	Sv
Za +24 h – Budova+ITB	9.05E-03	Sv

Odvrácená ekvivalentní dávka ve štítné žláze, za předpokladu užití tablet před příchodem mraku, je vyšší než 4 380 mGy u osob starších 16 let, 7 580 mGy u osob ve věku od 6 do 16 let a 4 640 mGy u osob od 0 do 6 let, a proto je navrhováno ochranné opatření jodová profylaxe v sektorech č. 1 až 7 ZHP JE Dukovany. (viz. obrázek 24)

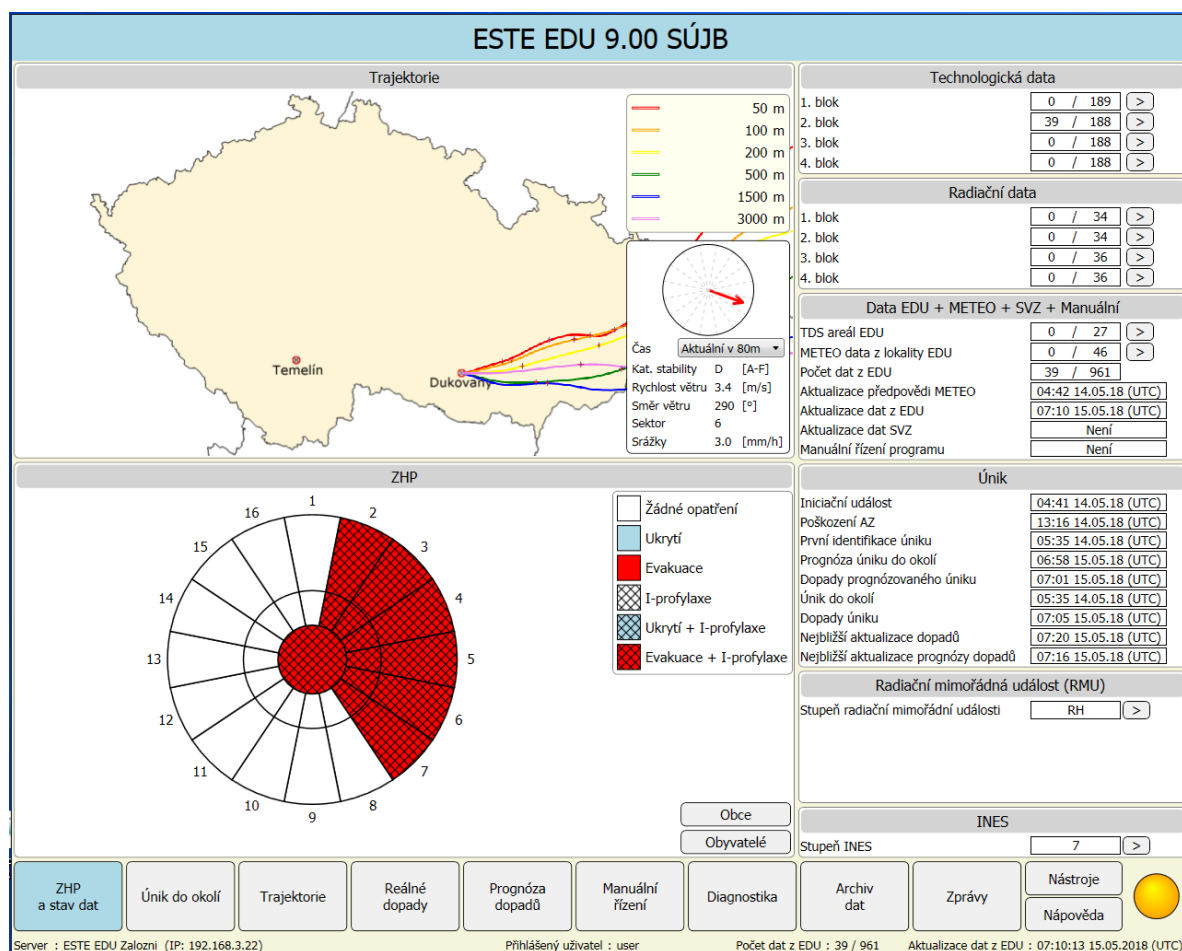
Obrázek 24 – Odvrácená dávka jodovou profylaxí Lhanice

I-Profylaxe		
Před příchodem mraku: nad 16r	4.38E+00	Gy
Před příchodem mraku: 6-15r	7.58E+00	Gy
Před příchodem mraku: 0-5r	4.64E+00	Gy
Za 8 h od začátku úniku: nad 16r.	0.00E+00	Gy
Za 8 h od začátku úniku: 6-15r.	0.00E+00	Gy
Za 8 h od začátku úniku: 0-5r	0.00E+00	Gy

V čase $T=11$ prostředek ESTE EDU vyhodnocuje RMU podle INES jako stupeň 7, v důvodu integrálu ekvivalentního úniku vyššího než $1E+16$ Bq.

SW ESTE EDU v čase $T=23$ navrhuje ochranné opatření evakuace a jodová profylaxe, mimo zóny do 5 km ještě, i v sektorech č. 2 až 7 v ZHP. (viz. obrázek 25)

Obrázek 25 – Evakuace a jodová profylaxe v zóně do 5 km a v sektorech č. 2 – 7 [10]



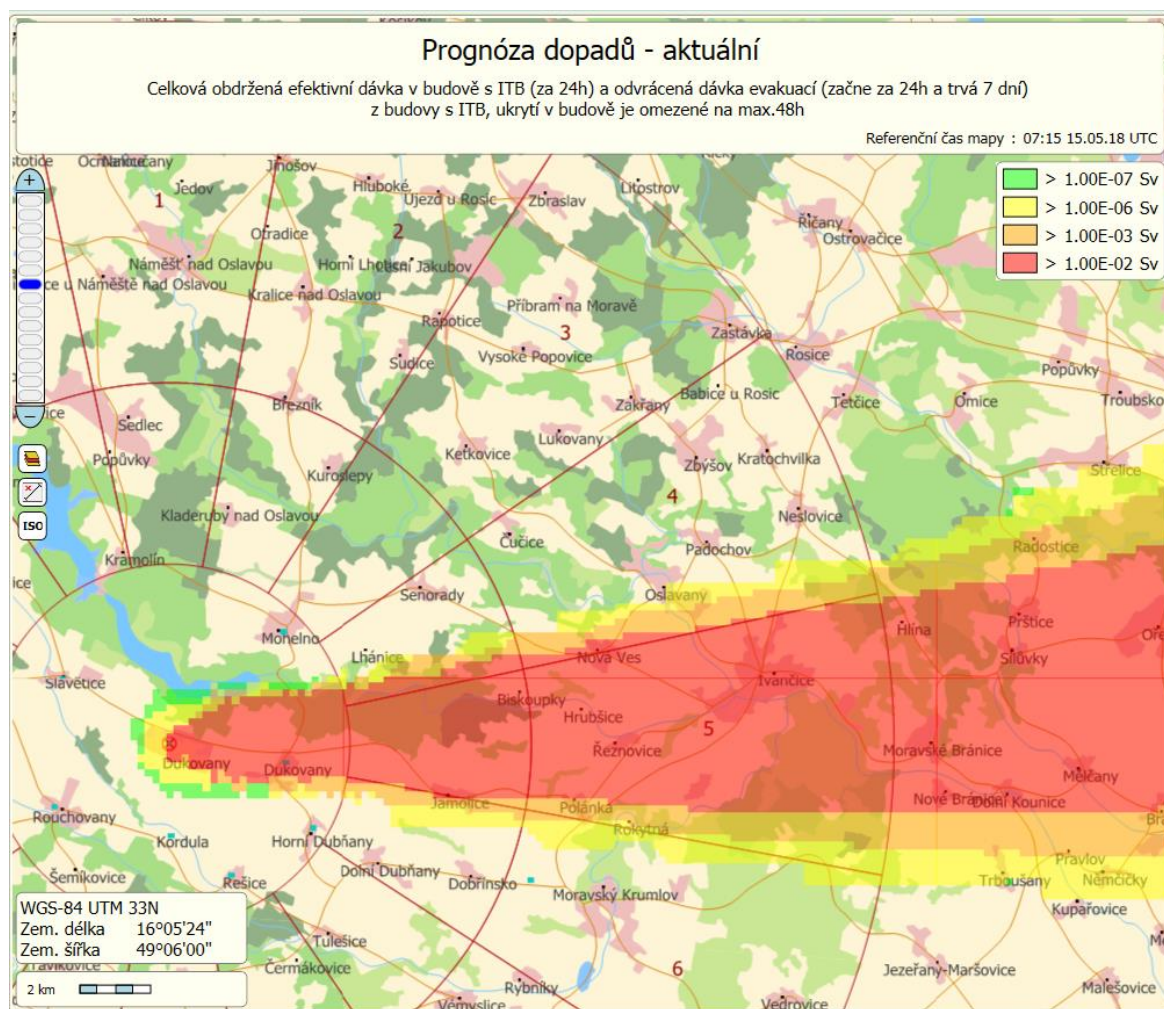
Ochranné opatření evakuace je navrhováno, jelikož je odvrácená efektivní dávka ochranným opatřením evakuace, která by začala za 24 hodin z budovy při účinné jodové profylaxi a trvala by následujících 7 dní, 146 mSv. (viz. obrázek 26)

Znázornění odvrácené dávky evakuací v mapovém podkladu je na obrázku 27.

Obrázek 26 – Odvrácená dávka evakuací Biskoupky [10]

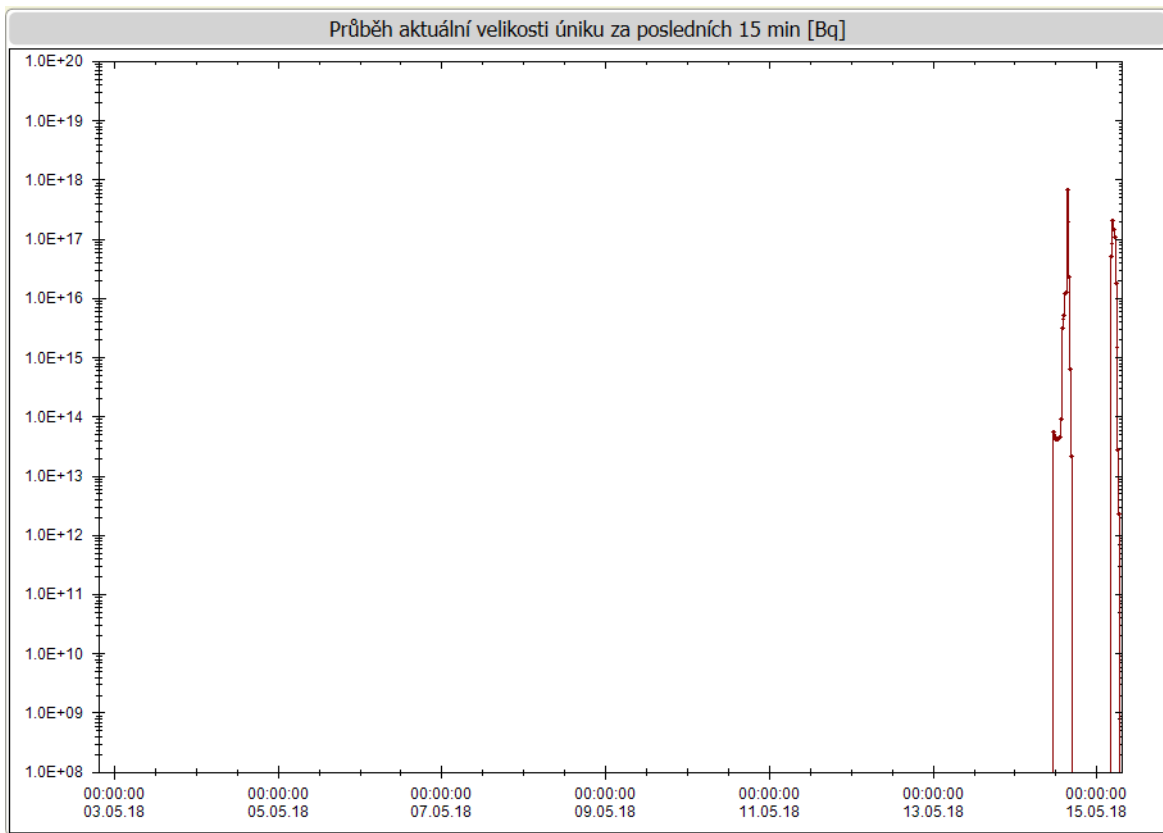
Kritérium 100 mSv		
8h v budově s ITB + evakuace	1.57E-01	Sv
16h v budově s ITB + evakuace	1.51E-01	Sv
24h v budově s ITB + evakuace	1.46E-01	Sv
48h v budově s ITB + evakuace	1.36E-01	Sv

Obrázek 27 – Prognóza dopadů (odvrácená dávka evakuací) [10]



V čase T=13 až T=14 únik postupně klesá a v čase T=24 až T=26 dochází k odvětrání hermetické zóny za účelem zpřístupnění technologie. Časový průběh úniků znázorněný v grafu je k vidění na obrázku 28.

Obrázek 28 – Časový průběh úniku [10]



6 DISKUZE

Rozhodování o ochranných opatřeních v době před únikem je založeno na hodnocení stavu technologie JE a předpovědi jeho změn, na dostupné informaci o radiační situaci v areálu JE a na meteorologických datech. [21] Úkolem VJB je vyhodnocovat stav technologie JE. Dále má za úkol stanovit, ve spolupráci s VRO, zdrojový člen. [2] K tomuto účelu VJB taktéž využívá prostředek ESTE EDU, konkrétně okno ZHP a stav dat, Diagnostika, Archiv dat a Zprávy.

Při vzniku úniku jsou už dostupné informace o zdrojovém členu z monitorování ve ventilačním komíně nebo hermetické zóně či kontejmentu. [21] Prostředek ESTE EDU při zaznamenání úniku do HZ vypočte zdrojový člen.

Úkolem KŠ SÚJB je podle § 209 písm. f atomového zákona vydávat návrhy na neodkladná nebo následná ochranná opatření, jejich upřesnění nebo odvolání, potvrzovat nebo upřesňovat návrh na zavedení neodkladných ochranných opatření vydaný držitelem povolení podle § 157 odst. 2 písm. f atomového zákona. VRO a SRO pomocí prostředku ESTE EDU vyhodnocuje radiační situaci a předkládá VKŠ návrhy ke snížení nebo odvrácení ozáření obyvatelstva. [2]

V době před únikem nebo bezprostředně po něm je největším nebezpečím ozáření z oblaku, proto je nezbytné dát pokyn k provedení neodkladného ochranného opatření ukrytí obyvatel a požití jodových tablet. [21]

Na základě prognózy úniku prostředek ESTE EDU stanoví prognózu dopadů. Z prognózy dopadů prostředek ESTE EDU navrhuje neodkladná ochranná opatření v ZHP JE Dukovany při překročení zásahové úrovně, která je pro ukrytí 10 mSv, pro jodovou profylaxi 100 mGy a pro evakuaci 100 mSv. Podle § 107 odst. 3 vyhlášky č. 422/2016 Sb. je odůvodněným neodkladným

ochranným opatřením:

- ukrytí, pokud odvrácená efektivní dávka je větší než 10 mSv po dobu, kterou trvá ukrytí, nejdéle však 2 dny,
- jodová profylaxe, jestliže hrozí vnitřní kontaminace radioaktivním jódem a pokud odvrácený úvazek ekvivalentní dávky ve štítné žláze je větší než 100 mSv,
- evakuace, pokud součet efektivní dávky dosud obdržené v nehodové expoziční situaci, se započtením účinku ukrytí a jodové profylaxe, a efektivní dávky, která by mohla být odvrácena evakuací, je větší než 100 mSv za prvních 7 dní.

Prostředek ESTE EDU tedy používá zásahové úrovně stanovené na základě nových účinných právních předpisů.

Prostředek ESTE EDU navrhoval při vzniku RH ochranné opatření ukrytí a jodovou profylaxi v ZHP do 5 km. Podle § 157 odst. 2 písm. d atomového zákona však držitel povolení při vzniku nebo podezření na vznik RH, ve spolupráci s HZS ČR, neprodleně zahájí varování obyvatelstva v ZHP a zajistí odvysílání tísňové informace, jejíž součástí je pokyn k zahájení ochranného opatření ukrytí a jodové profylaxe, jež platí pro celou ZHP.

Při vzniku úniku do okolí, tedy RH, prostředek ESTE EDU na základě výsledků měření z TDS v okolí JE Dukovany a z monitorování radiační situace vypočte reálné dopady.

Prostředek ESTE EDU může KŠ SÚJB využít i na vytipování monitorovacích tras v zasaženém území.

Po skončení úniku jsou již dostupné téměř veškeré informace týkající se radiační situace, získané z monitorování povrchové kontaminace terénu a obsahu radionuklidů v různých složkách životního prostředí. V této fázi je největším nebezpečím zevní ozáření z depozitu a vnitřní kontaminace po požití radionuklidů v potravinách. [21] SRO a VRO předkládá pomocí prostředku ESTE EDU a dat získaných z monitorování mobilních a leteckých skupin podklady pro VKŠ návrhy ke snížení nebo odvrácení ozáření obyvatelstva. [2] V této fázi KŠ SÚJB jedná o tom, zda stanoví návrh na provedení neodkladného ochranného opatření evakuace a v jakém rozsahu.

Prostředek ESTE EDU používá pro stanovení ochranných opatření pouze zásahové úrovně. Existují však i jiné postupy, které KŠ SÚJB při rozhodování o zavedení ochranných opatření může zvažovat.

Publikace Principy a praxe radiační ochrany [21] (s. 459) uvádí operační zásahové úrovně, které se stanovují ve veličinách, které mohou být hodnoceny snadněji, než je tomu u odvrácené dávky. Jedná se například o dávkový příkon, povrchovou aktivitu, objemovou aktivitu, atd. V příloze 9 vyhlášky č. 359/2016 Sb. jsou stanoveny hodnoty měřitelných veličin, při jejichž překročení je zvažováno zavedení neodkladných ochranných opatření. Tato příloha uvádí, že operační zásahová úroveň je hodnota dávkového příkonu, která je měřená 1 metr nad kontaminovaným terénem a rovná se:

- pro neodkladné ochranné opatření ukrytí 0,1 mSv,
- pro neodkladné ochranné opatření jodová profylaxe 0,1 mSv,
- pro neodkladné ochranné opatření evakuace 1 mSv.

Dále je v §107 odst. 2 vyhlášky č. 422/2016 Sb. uvedeno, že neodkladné ochranné opatření musí být zavedeno vždy, pokud by dávky absorbované v orgánech mohly v průběhu méně než 2 dnů u kterékoli osoby překročit:

- 1 Gy v celém těle (poškození plodu při dávkách vyšších než 0,1 Gy)
- Gy v plicích
- 3 Gy na kůži
- 5 Gy ve štítné žláze
- 1,5 Gy v oční čočce
- 1 Gy v gonádách

Publikace IAEA Safety Standards [22] (s. 64) uvádí, že pokud jsou předpokládané dávky v prvních 7 dnech vyšší než 50 mSv, je nezbytné přijmout ochranné opatření jodová profylaxe, a pokud je vyšší než 100 mSv přijímá se ochranné opatření ukrytí nebo evakuace.

SW ESTE EDU v čase $T=23$ navrhoval ochranné opatření evakuace a jodová profylaxe v zóně do 5 km ještě a v sektorech č. 2 až 7 v ZHP.

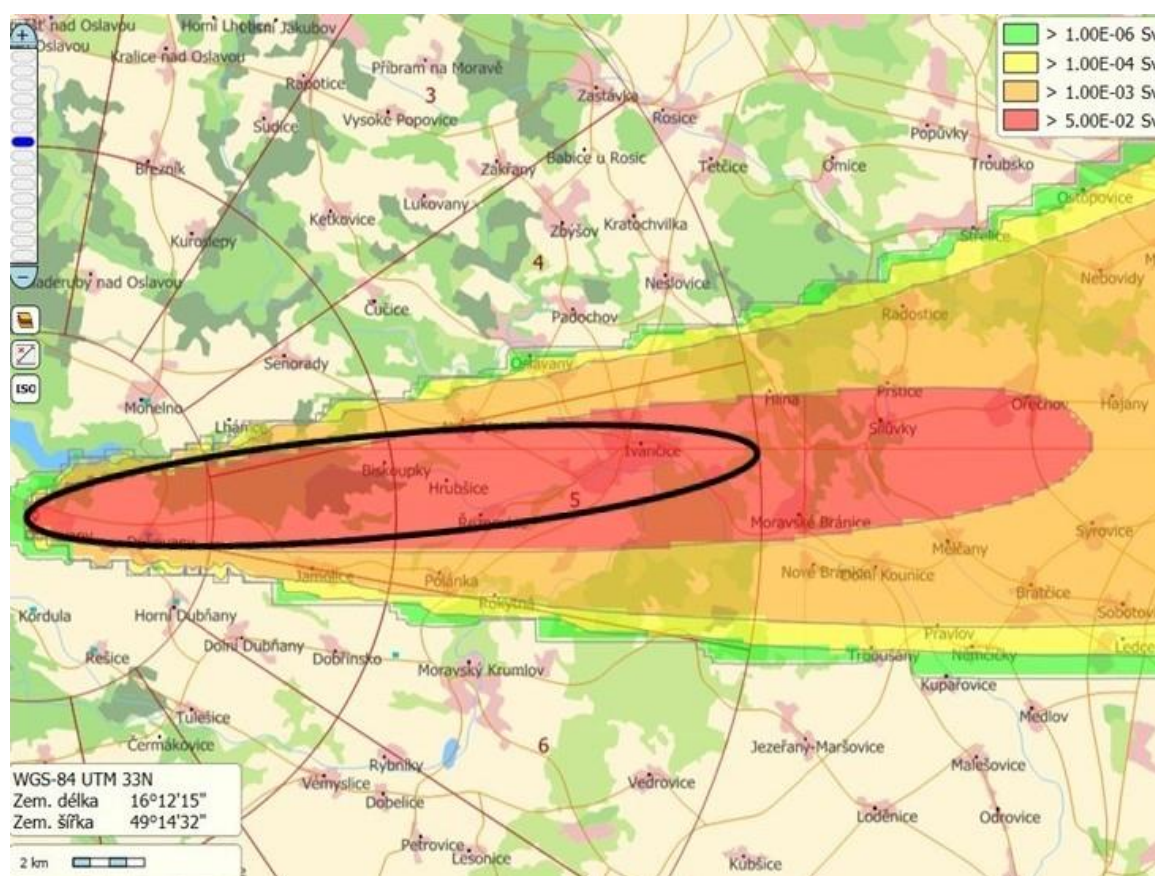
Prostředek ESTE EDU vypočetl v části oblasti do 5 km a v sektoru č. 4 a č. 5 překročení zásahových úrovní vyšších než 100 mSv a automaticky navrhoval ochranné opatření evakuace pro celou zónu do 5 km a pro celé sektory č. 4 a č. 5 a přidal k nim ještě další dva sektory, tedy sektory č. 2, č. 3, č. 6 a č. 7. I přesto, že v těchto sektorech už nebyla překročena zásahová úroveň pro evakuaci. Toto má smysl pouze za podmínek, že by se ochranné opatření evakuace prováděla před únikem, kdy je vhodné počítat s proměnlivostí směru větru.

V této fázi se však evakuace zvažuje kvůli zevnímu ozáření z deponie a vnitřní kontaminaci vzniklé požitím radionuklidů v potravinách. Rozhodnutí tedy není závislé na meteorologických podmínkách.

KŠ SÚJB vydal návrh, aby v čase $T=48$ bylo provedeno ochranné opatření evakuace obyvatel z obcí, které se nacházejí uvnitř černě ohraničené oblasti na obrázku 29. Odůvodnění tohoto návrhu je takové, že pokud by obyvatelé z této oblasti nebyli evakuováni, obdrželi by za následujících 7 dní dávku, která by v součtu s dávkou obdrženou během ukrytí byla vyšší než 100 mSv.

Hypotéza č. 1 se tedy potvrdila.

Obrázek 29 – Návrh KŠ SÚJB na ochranné opatření evakuace[10]



Metodická pomůcka pro navrhování ochranných opatření pomocí SW ESTE EDU:

Ředitelkou odboru krizového řízení a informatiky, Ing. Helenou Chudou, mi byl zadán úkol zpracovat metodickou pomůcku pro navrhování ochranných prostředků pomocí prostředku ESTE EDU. Konkrétně rozpracování určitých úkolů uvedených v Kontrolním listu pro VRO a SRO k ESTE EDU.

Úkol č. 1:

Protože zatím nedošlo k úniku, tak vás zajímá prognóza dopadů z prognózy úniku. Zobrazte příslušnou mapu v modulu „Prognóza dopadů“ a mapu (mapy) dle potřeby vytiskněte.

Řešení úkolu č. 1:

Jelikož ještě nedošlo k úniku zobrazíme si v záložce „OD“, která zobrazuje odvrácené dávky a zobrazíme si mapu:

1. Ukrytí z volného prostoru – Budova: před mrakem, pro návrh na provedení ochranného opatření ukrytí,
2. I-Profylaxe – Před příchodem mraku (vyberu jakoukoli věkovou skupinu) pro návrh na provedení ochranného opatření jodová profylaxe,
3. Evakuace z volného prostoru – Před příchodem mraku pro návrh na provedení ochranného opatření evakuace ještě před únikem.

Úkol č. 2:

Na mapě „Prognóza dopadů“ vytipujte ohrožené sektory a v nich ohrožené obce. Ve vybraných obcích zobrazte tabulku „Info dopady“ a tabulku podle potřeby vytiskněte.

Řešení úkolu č. 2:

Na mapách uvedených v řešení č. 1 si u obcí nacházejících se v označené červené oblasti zobrazíme „Info dopady“ a pokud budou v tabulce překročeny zásahové úrovně, vytiskneme ji.

Úkol č. 3:

Došlo k úniku do okolí, a proto Vás nyní zajímají i reálné dopady v modulu „Reálných dopadů“.

Řešení úkolu č. 3:

Došlo k úniku do okolí, obyvatelům v celé ZHP byl dán pokyn k provedení ochranného opatření ukrytí a jodová profylaxe. KŠ SÚJB bude tedy zvažovat návrh na zavedení ochranného opatření evakuace.

Na mapě „Reálné dopady“ vybereme Dávkový příkon všemi cestami a mapu vytiskneme. Dále si zobrazíme v obcích z řešení č. 2 informační tabulku a vytiskneme. Tato veličina nám může sloužit pro určení zásahových úrovní.

Odvrácené dávky jsou k dispozici v okně „Prognóza dopadů“, ze kterého vybereme Kriterium 100 mSv a podle toho, za jak dlouho se zvažuje provedení ochranného opatření evakuace (za 8 hod, 16 hod, 24 hod a 48 hod), vybereme určitou položku a při výběru obcí postupují jako v řešení č. 2.

Úkol č. 4:

Prostudujte všechny získané tabulky a mapy a připravte podklad pro rozhodnutí o ochranných opatřeních.

Řešení úkolu č. 4:

Pokud budou v některých obcích, které se nacházejí v ZHP, překročeny zásahové úrovně nebo operační zásahové úrovně, je opodstatněné navrhopvat v těchto obcích určité neodkladné ochranné opatření.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce, psaná na téma „Využití softwarového prostředí ESTE EDU jako nástroje pro podporu činnosti Krizového štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost“, v teoretické části obsahuje informace o legislativním a terminologickém rámci týkajících se této problematiky, veličinách a jednotkách radiační ochrany, monitorování radiační situace, Státním úřadu pro jadernou bezpečnost, Krizovém štábu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, havarijním cvičení ZÓNA 2107 a softwarovém prostředí ESTE EDU.

V praktické části této diplomové práce byla použita počítačová simulace RH pomocí softwarového prostředí ESTE EDU. Přičemž tato simulace byla provedena konkrétně na RH, jež byla námětem havarijního cvičení ZÓNA 2017, které proběhlo na JE Dukovany ve dnech 15. - 17. 5. 2017. Výstupem ze SW ESTE EDU byla prognóza dopadů úniku radionuklidů a návrh na ochranná opatření v ZHP JE Dukovany. Cíl práce č. 1: Využití programu ESTE EDU k nasimulování konkrétní radiační havárie na JE Dukovany při havarijním cvičení ZÓNA 2017 a navrhnutí zavedení ochranných opatření v zóně havarijního plánování JE Dukovany, byl tedy splněn.

Cíl práce č. 2: Komparace návrhu na zavedení ochranných opatření stanoveného programem ESTE EDU a návrhu KŠ SÚJB a zdůvodnění rozdílu mezi těmito návrhy, byl také splněn. Rozdíl návrhů byl popsán v diskuzi a zároveň byla potvrzena hypotéza č. 1, že návrh na zavedení ochranných opatření stanoveného programem ESTE EDU a návrh KŠ SÚJB se bude lišit.

Cíl práce č. 3: Návod pro práci KŠ SÚJB s programem ESTE EDU při navrhování ochranných opatření byl rozpracován v diskuzi a byl tak naplněn poslední cíl diplomové práce.

Softwarový prostředek ESTE EDU, který slouží VRO a SRO pro zjištění a vyhodnocení prognózy úniku radioaktivních látek do okolí JE Dukovany v případě vzniku RMU, pro výpočet prognózy radiační situace v okolí JE a pro návrh neodkladných ochranných opatření v ZHP, je pouze nástrojem orientačním, a nelze rozhodovat na základě jeho návrhů. VRO a SRO musí pečlivě zvažovat všechny dostupné informace z prognózy dopadů a z monitorování radiační situace mobilních a leteckých skupin a především musí být schopen aplikovat své znalosti a zkušenosti z radiační ochrany. Dále by VRO a SRO měl dobře znát SW ESTE EDU a umět s ním pracovat, k čemuž snad tato diplomová práce přispěje.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ASM	Asistentka styčného místa
AZ	aktivní zóna
Bq	becquerel
ČEPS, a.s.	Česká energetická přenosová soustava
ČEZ a.s.	České energetické závody
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ESTE EDU	Emergency Source Term Evaluation code Dukovany
ESTE ETE	Emergency Source Term Evaluation code Temelín
ESTE	Emergency Source Term Evaluation code
Euratom	Evropské společenství pro atomovou energii
Gy	gray
HZ	hermetická zóna
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IAEA	The International Atomic Energy Agency
INES	The International Nuclear Event Scale
IZS	Integrovaný záchranný systém
JE	jaderná elektrárna
JZ	jaderné zařízení
KKC	Oddělení krizového koordinačního centra
KS	krizová situace
KŠ SÚJB	Krizový štáb Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
KŠ	krizový štáb
LI	Lokální inspektor na jaderné elektrárně
LOCA	Loss of coolant accident
MonRaS	programový prostředek monitorování radiační situace
MU	mimořádná událost

MV – GŘ HZS ČR	Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství HZS ČR
NEA	The Nuclear Energy Agency
OPIS	operační a informační středisko
RC	Regionální centrum
RC	Regionální centrum
RH	radiační havárie
RMU	radiační mimořádná událost
RN	radiační nehoda
SBO	Station Blackout
SM	Služba styčného místa
SRO	Specialista radiační ochrany
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚJCHBO	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
Sv	sievert
SVZ	síť včasného zjištění
SW	software
TDS	teledozimetrický systém
TKŠ	Tajemník krizového štábu
UTC	koordinovaný světový čas
VJB	Vedoucí jaderné bezpečnosti
VKNZHN	Vedoucí kontroly nešíření zbraní hromadného ničení
VKŠ	Vedoucí krizového štábu
VRO	Vedoucí radiační ochrany
WANO	The World Association of Nuclear Operators
ZHP	zóna havarijního plánování

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon ve znění zákona č 183/2017 Sb.
2. KOLDUS, František a Věra STAROSTOVÁ. *Vnitřní dokument: Pravidla činnosti krizového štábu*. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2017.
3. Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
4. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů.
5. SMETANA, Marek, KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše, ml., KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše. *Havarijní plánování: varování, evakuace, poplachové plány, povodňové plány*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2989-0.
6. ŘÍHA, M., *Přírodovědné základy*. 2. vydání. ARMEX PUBLISHING s.r.o., 2008. ISBN 978-80-86795-60-7.
7. PROUZA, Z. a ŠVEC, J., *Zásahy při radiační mimořádné události*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. ISBN 978-80-7385-046-3.
8. Vyhláška č. 360/2016 Sb., o monitorování radiační situace.
9. SMEJKALOVÁ, E., D. SUCHOŇ a P. ČARNÝ. XXXIII. *Dni radiačnej ochrany: MonRaS - GIS modul a mapový server SÚJB* [online]. [cit. 2018-05-07]. ISBN 978-80-89384-04-4. Dostupné z:
http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/43/032/4303292

5.pdf.

10. Vlastní zdroj.

11. Zákon č. 2/1969 Sb., o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České socialistické republiky.

12. *Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/uvod/>

13. *Vnitřní dokument: Krizový plán Státního úřadu pro jadernou bezpečnost*. Státní úřad pro jadernou bezpečnost.

14. DRÁBOVÁ, Dana. *Vnitřní dokument: PŘÍKAZ PŘEDSEDKYNĚ č. 17/2017, o složení a základních pravidlech pro výkon směn Krizového štábu SÚJB*. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2017.

15. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Národní zpráva České republiky k havarijní připravenosti a odezvě*, Praha, 2014.

16. *Bezpečnost jaderné energie*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2016, 24(3/4). ISSN 1210-7085.

17. ŠENOVSKÝ, Michail, ed. *OCHRANA OBYVATELSTVA - NEBEZPEČNÉ LÁTKY 2012: Sborník přednášek XI. ročníku mezinárodní konference* [online]. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012 [cit. 2018-05-07]. ISBN 978-80-7385-109-5. ISSN 1803-7372. Dostupné

z:

<file:///C:/Users/moje/Downloads/Sborn%C3%ADk%20Ochrany%20obyvatelstva%202012%20-%20I%20d%C3%ADl.pdf>.

18. ČARNÝ, Petr a kol., *ESTE EDU: Uživatelský manuál*. Verzia 9.00. Trnava: ABmerit, 2017.
19. BANKS, J.: Principles of Simulation. In BANKS, J., ed.: *Handbook of simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*, 1998. John Wiley & Sons, Inc., New York. ISBN 0-471-13403-1. s. 547–570.
20. MV – GŘ HZS ČR, *Plán přípravy, provedení a vyhodnocení cvičení: ZÓNA 2017*. Praha, 2017.
21. KLENER, Vladislav, ed. *Principy a praxe radiační ochrany: Kolektiv*. 1. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000. ISBN 80-238-3703-6.
22. IAEA, *Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency: General Safety Requirements*, ed. No. GSR Part 7, Vinna: IAEA, 2015, ISBN 978-92-0-105715-0.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

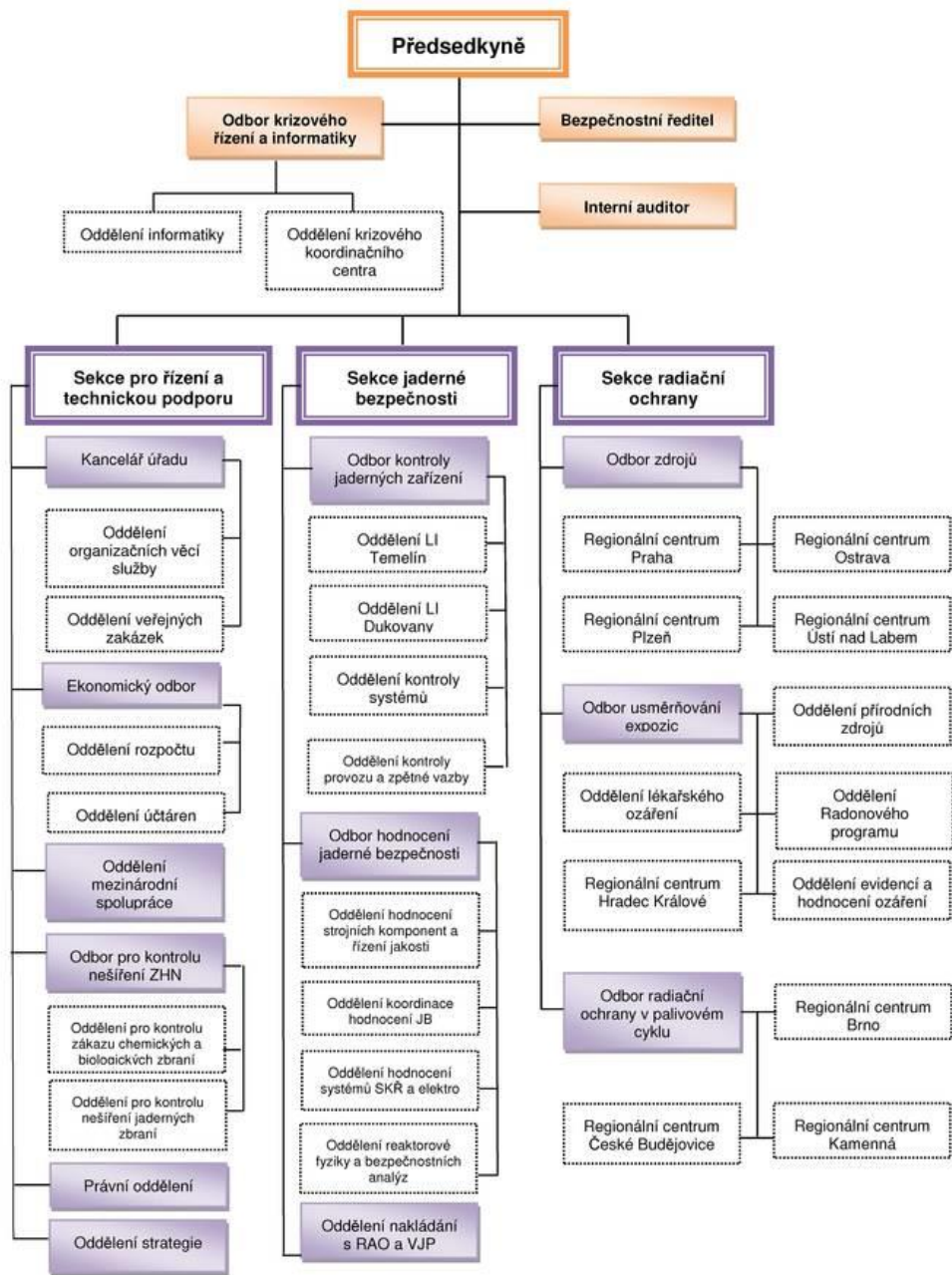
Obrázek 1 – MonRaS [10]	21
Obrázek 2 - ZHP a stav dat [10].....	35
Obrázek 3 - Únik do okolí [10]	37
Obrázek 4 – Trajektorie [10]	38
Obrázek 5 - Reálné dopady [10]	39
Obrázek 6 - Prognóza dopadů [10]	40
Obrázek 7 - Manuální řízení [10].....	41
Obrázek 8 – Diagnostika [10].....	42
Obrázek 9 - Archiv dat [10]	43
Obrázek 10 – Zprávy [10]	44
Obrázek 11 - Ukrytí a jodová profylaxe do 5km [10]	50
Obrázek 12 - Obce do 5km [10].....	51
Obrázek 13 - Obyvatelé do 5km [10].....	51
Obrázek 14 – Prognóza dopadů (odvrácená dávka jodovou profylaxí) [10].....	52
Obrázek 15 - Odvrácená dávka jodovou profylaxí [10].....	53
Obrázek 16 - Odvrácená dávka ukrytím [10]	53
Obrázek 17 - TDS areál [10].....	54
Obrázek 18 – Reálné dopady (dávkový příkon) [10].....	55
Obrázek 19 – Dávkový příkon Mohelno [10]	55
Obrázek 20 - Evakuace a jodová profylaxe do 5km a ukrytí a jodová profylaxe v sektoru č. 1-7 [10].....	57
Obrázek 21 – Odvrácená dávka evakuací mezi obcemi Mohelno a Dukovany [10]	58
Obrázek 22 – Prognóza dopadů (odvrácená dávka evakuací) [10].....	58
Obrázek 23 – Odvrácená dávka ukrytím Lhanice [10].....	59
Obrázek 24 – Odvrácená dávka jodovou profylaxí Lhanice.....	59

Obrázek 25 – Evakuace a jodová profylaxe v zóně do 5 km a v sektorech č. 2 – 7 [10]	60
Obrázek 26 – Odvrácená dávka evakuací Biskoupky [10]	60
Obrázek 27 – Prognóza dopadů (odvrácená dávka evakuací) [10].....	61
Obrázek 28 – Časový průběh úniků [10].....	62
Obrázek 29 – Návrh KŠ SÚJB na ochranné opatření evakuace[10].....	67

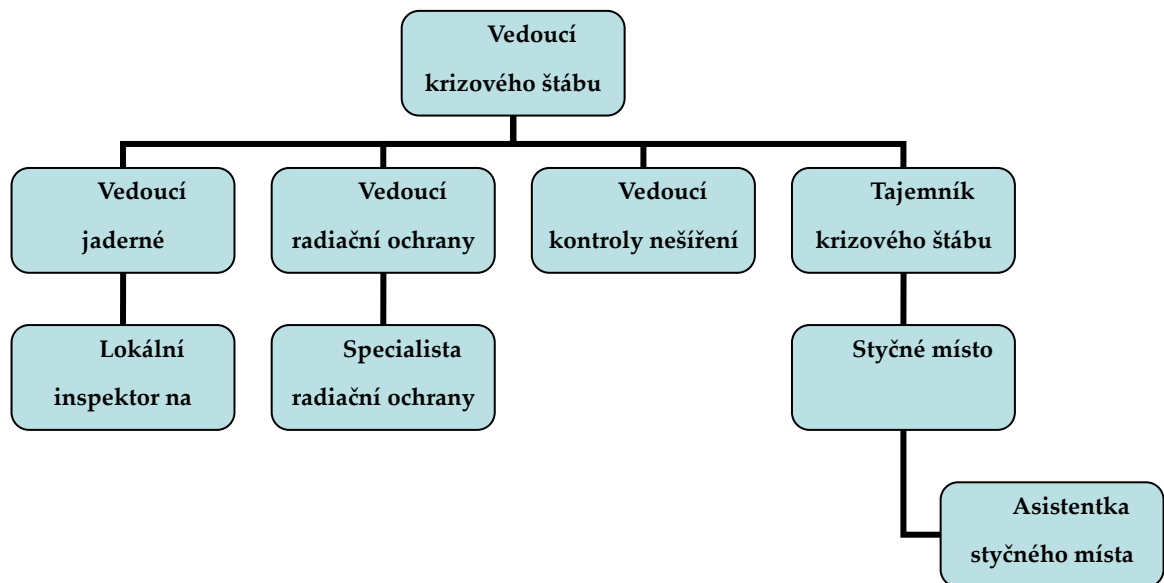
11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Organizační struktura SÚJB [12]	I
Příloha 2 – Organizační struktura KŠ SÚJB [10].....	II
Příloha 3 – Kategorie stability počasí [21].....	III
Příloha 4 – Stupnice INES [12]	IV

Příloha 1 – Organizační struktura SÚJB [12]



Příloha 2 – Organizační struktura KŠ SÚJB [10]



Příloha 3 – Kategorie stability počasí [21]

Kategorie stability počasí jsou rozděleny do šesti tříd, označených písmeny A až F a jsou založené na denní době, rychlosti větru, oblačnosti a intenzitě slunečního svitu.

Rychlost větru (m/s)	Den			Noc	
	Intenzita slunečního záření			Oblačnost	
	Silná	Střední	Slabá	Zataženo	Jasno
0 – 2	A	A – B	B		
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
Více než 6	C	D	D	D	D

Příloha 4 – Stupnice INES [12]

7 VELMI TĚŽKÁ HAVÁRIE
6 TĚŽKÁ HAVÁRIE
5 HAVÁRIE S RIZIKEM VNĚ ZAŘÍZENÍ
4 HAVÁRIE BEZ RIZIKA VNĚ ZAŘÍZENÍ
3 VÁŽNÁ NEHODA
2 NEHODA
1 ANOMÁLIE
0 ODCHYLKA