

MOŽNOSTI VYUŽITIA VÝSTUPOV SYSTÉMOV ESTE PRE ZLOŽKY INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU

Peter ČARNÝ¹, Eva SMEJKALOVÁ¹, Ľudovít LIPTÁK¹, Monika KRPELANOVÁ¹, Dušan SUCHONĚ¹, Miroslav CHYLÝ

¹ ABmerit - nuclear science and software, Nám.J.Herdu 1, 917 01, Trnava, Slovenská republika
abmerit@abmerit.sk

Abstrakt

Systémy ESTE (Emergency Source Term Evaluation code) sú určené pre zistenie a vyhodnotenie príznakov úniku (prognózy úniku) rádioaktívnych látok do okolia v prípade jadrovej alebo radiačnej havárie a mimoriadnej udalosti, pre výpočty dopadov reálne odhadovaného úniku a návrhy ochranných opatrení na obyvateľstvo a v poľnohospodárstve. Všetky systémy sú tvorené v ABmerit a implementované napríklad na Štátnom úrade pre jadrovú bezpečnosť ČR v Prahe (na Krízovom koordinačnom centre), využívajú ich v "Incident and Emergency Centre" a na oddelení jadrovej bezpečnosti Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu (IAEA) OSN, tiež krízový štáb Ministerstva životného prostredia Rakúska vo Viedni a v centrách havarijnej odozvy slovenských jadrových elektrární. Výstupy zo systémov sú veľmi cenným zdrojom informácií pre krízové štáby prevádzkovateľov jadrových zariadení, národných a medzinárodných úradov pre jadrovú a radiačnú bezpečnosť a aj pre zložky IZS (napr. hasičský záchranný zbor). Pre integrovaný záchranný systém sú využiteľné výstupy, ktoré je možné prehliadať a pracovať s nimi pomocou užívateľského rozhrania ESTE (desktopových alebo mobilných klientov systému). IZS má prehľad o počte obyvateľov v zasiahnutých častiach územia, konkrétnych obciach, ktoré sa v ohrozenej oblasti nachádzajú, spolu s navrhovanými ochrannými opatreniami pre jednotlivé obce. Výstupy systému ESTE sú pre zložky IZS potenciálne k dispozícii vo forme mapových a tabuľkových výstupov rôznych formátov. Zložky IZS môžu využiť geodátovú časť výstupov systému ESTE (v desktopovej verzii alebo v teréne na mobilných klientoch) a prehliadať mapy radiačnej situácie s dôležitými parametrami alebo sledovať výstupy systému ESTE vo forme textových správ.

Abstract

ESTE systems (Emergency Source Term Evaluation code) are the emergency response expert systems for evaluation and assessment of radioactive releases in case of nuclear accident or incident, for calculating radiological impacts and for assessing the urgent protective measures for inhabitants and in agriculture. Systems are developed by ABmerit and are implemented for example at the Crisis Centre of Czech Republic under the State Office of Nuclear Safety in Prague, at the Incident Emergency Centre and at the Department of Nuclear Safety at the International Atomic Energy Agency (IAEA), as well as at the Austrian Ministry of Environment in Vienna and at the Crisis Centers of Slovakian nuclear power plants. The outputs and results of the ESTE systems are appropriate source of information for the crisis centers of nuclear power plants, national and international commissions of nuclear and radiation safety and moreover for the Integrated Rescue System (e.g. Fire Rescue Service). Various ESTE system outputs are useful and applicable for integrated emergency service. Using the interface of ESTE (desktop or mobile clients of ESTE systems) Integrated Rescue System have brief information about the number of inhabitants in the impacted area, about the towns which are located in the area and mainly also the important information about the need of specific urgent protective measures implementation. The results of ESTE systems for the Integrated Rescue System are available in various map and table formats. Emergency Service could use the ESTE geodata using desktop client or mobile client of ESTE software and browse the maps or text messages of radiation situation with the important parameters.

Klíčová slova: systém ESTE; jadrové a radiačné havárie; IZS

Keywords: ESTE system; nuclear and radiation accidents; Integrated Rescue System

1. ÚVOD

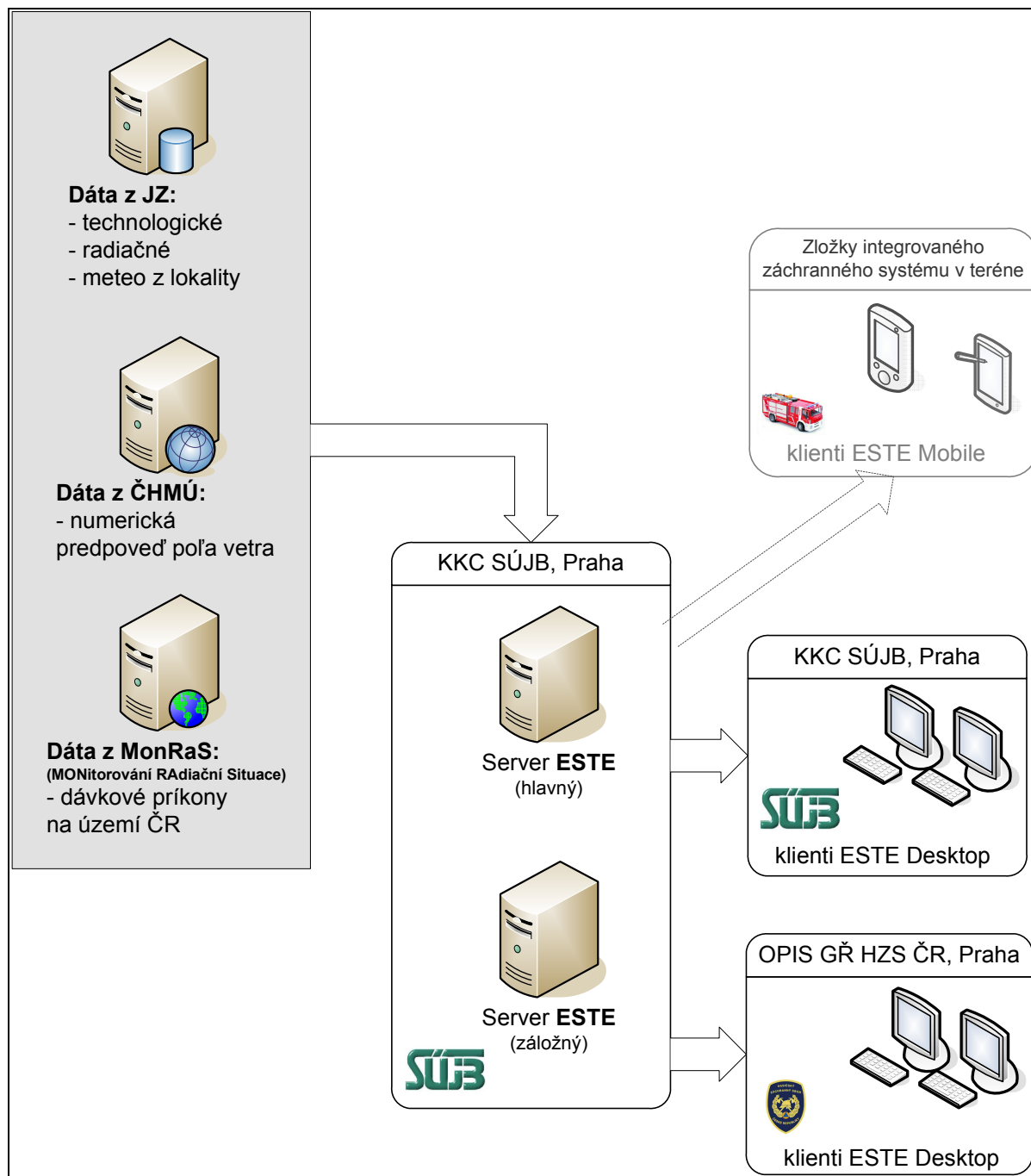
Systémy ESTE (**E**mergency **S**ource **T**erm **E**valuation code) sú určené pre zistenie a vyhodnotenie príznakov úniku rádioaktívnych látok do okolia v prípade jadrovej alebo radiačnej havárie a mimoriadnej udalosti, pre výpočty radiačnej situácie v okolí a návrhy ochranných protiradiačných opatrení. Servery systémov ESTE pre odozvu na prípadnú haváriu v JE Temelín a JE Dukovany sú implementované v Krízovom koordináčnom centre (KKC) SÚJB a pripojené k online prenášaným technologickým a radiačným meraniam z jadrových elektrární. Klienti týchto systémov ESTE SÚJB sú implementovaní aj v **O**peračnom a **i**nformačnom **s**tredisku Ministerstva vnútra ČR - Generálneho riaditeľstva Hasičského Záchraného Zboru ČR (OPIS GŘ HZS ČR). Obdobné systémy ESTE sú implementované v Medzinárodnej agentúre pre atómovú energiu (IAEA) OSN, v krízových štáboch na národnej úrovni vo Viedni, v Sofii a v Bratislave, a v krízových štáboch na úrovni JE – v Bohuniciach a Mochovciach.

Pre integrovaný záchranný systém (IZS) sú využiteľné viaceré výstupy systému, ktoré je možné prehliadať a pracovať s nimi pomocou užívateľského rozhrania ESTE (desktopových a mobilných klientov systému) napríklad informácie o navrhovaných protiradiačných ochranných opatreniach v zóne havarijného plánovania (ZHP) jadovoenergetického zariadenia. Klient ESTE Temelín alebo ESTE Dukovany implementovaný v OPIS GŘ HZS ČR je online spojený so serverom ESTE bežiacim na SÚJB a v prípade potreby má k dispozícii (online v reálnom čase) vo forme mapy informáciu o prognóze radiačnej situácie na danom území, tabuľkový prehľad o počte obyvateľov v zasiahnutých častiach územia, informácie konkrétnych obciach, ktoré sa v ohrozenej oblasti nachádzajú spolu s navrhovanými ochrannými protiradiačnými opatreniami pre obce v zasiahnutej časti ZHP. Výsledky systémom ESTE vypočítanej predpovede šírenia rádioaktívneho mraku z postihnutého jadrového zariadenia a výpočty reálnej radiačnej situácie na mape okolia umožňujú: optimalizovať pohyb zložiek IZS na postihnutom území z hľadiska hrozby ožiarenia, plánovať a minimalizovať ožiarenie členov IZS. Tiež umožňujú operatívne stanoviť modelom predpokladané dávky žiarenia, ktoré by získali členovia IZS počas transportu po zvolenej trase (resp. v súvislosti s pobytom na stacionárnom stanovišti). Výstupy sú pre zložky IZS k dispozícii vo forme mapových a tabuľkových výstupov rôznych formátov v desktopovej verzii klienta systému alebo potenciálne aj v teréne na mobilných klientoch systému ESTE.

2. IMPLEMENTÁCIA ESTE TEMELÍN A ESTE DUKOVANY PRE ZLOŽKY INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU ČR (OPIS GŘ HZS ČR)

Základná schéma implementácie nami vytvoreného systému ESTE (Temelín alebo Dukovany) v KKC SÚJB s vyvedením klientov systému do OPIS GŘ HZS ČR je zobrazená na obrázku č.1. Na strane vstupov do systému ESTE sú rozsiahle technologické a radiačné dáta (tlaky, teploty, prietoky, hladiny, príkony dávky, objemové aktivity, ...) merané priamo na jadrovej elektrárni. Signály sú prenášané pravidelne (s časovým krokom jednotky minút) na SÚJB a vstupujú do systému. Servery systému ESTE nepretržite vyhodnocujú vstupné dáta a na báze týchto dát zisťujú eventuálne príznaky havarijnej situácie s reálnym alebo hroziacim únikom rádioaktívnych látok do okolia.

Algoritmy systému ESTE stanovujú veľkosť a nuklidové zloženie úniku do atmosféry a následne modelujú šírenie rádioaktívnych látok v atmosfére životného prostredia a stanovujú vypočítanú radiačnú situáciu. Výpočty sú cyklicky korigované vzhľadom na reálne merania – takýmto spôsobom je dosahovaný vyšší súlad medzi vypočítanou radiačnou situáciou modelom ESTE a reálnou radiačnou situáciou. Procesu modelovania napomáhajú aj GIS technológie integrované v systémoch ESTE. Sú využívané na spracovanie vstupných geodát, v samotnom procese modelovania a najmä pre finálnu prezentáciu, vizualizáciu a ďalšie zdieľanie výsledkov. Výstupy výpočtov na serveroch ESTE sa prenášajú smerom ku klientom systému - k desktopovým alebo potencionálne aj k mobilným verziám systému. Hlavná obrazovka desktopového klienta systému ESTE ETE je ako príklad zobrazená na obr.č. 2. Umiestnené sú na nej najhlavnejšie výstupy pre užívateľa systému ESTE, pričom k podrobnejším výsledkom (mapám, grafom, tabuľkám), k diagnostickým a k archívnym dátam a k modulom pre manuálne zadanie je možné sa dostať cez ovládacie menu.

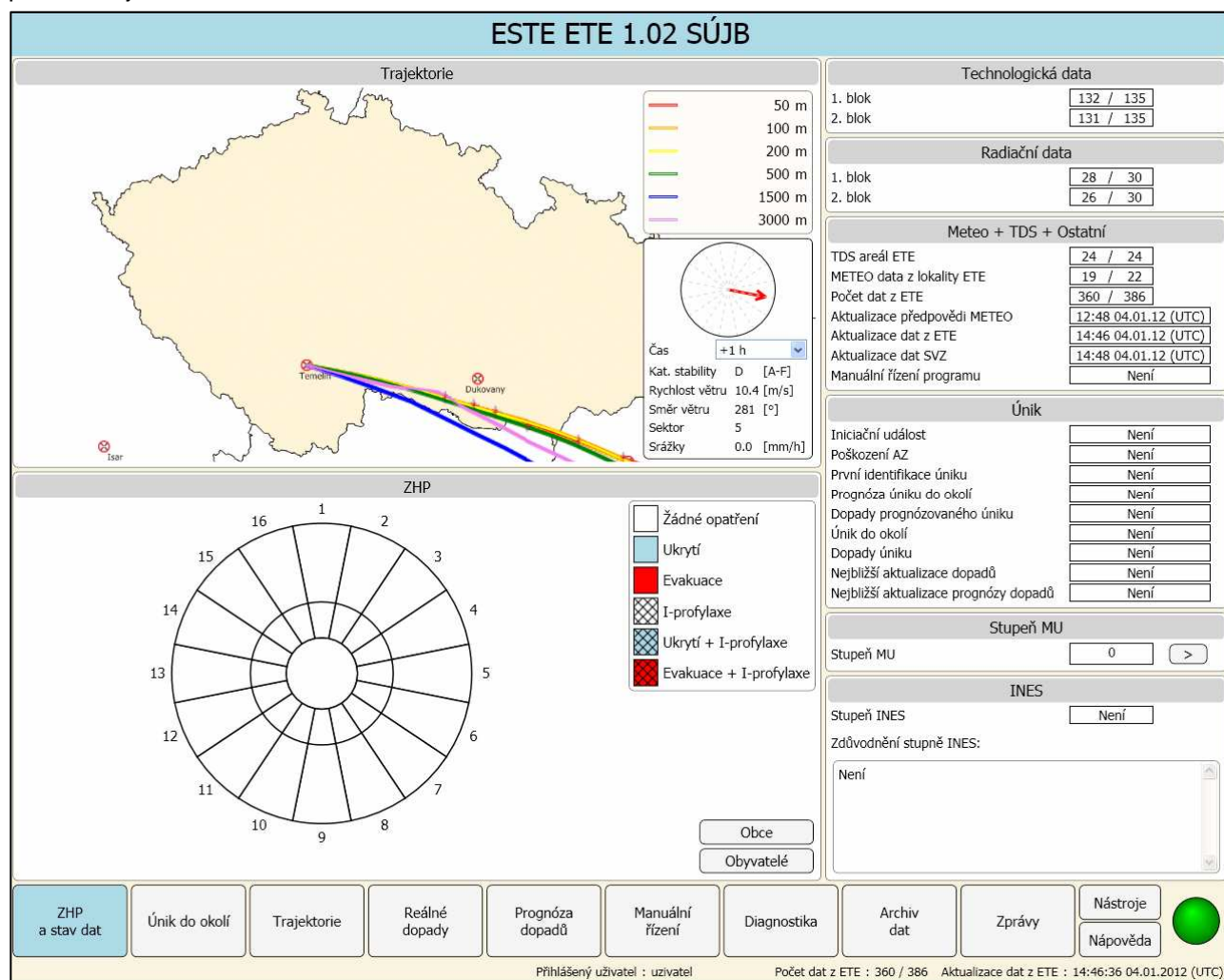


Obr.1: Základná schéma implementácie ESTE Temelín a ESTE Dukovany pre potreby havarijnej odozvy na úrovni SÚJB alebo GŘ HZS ČR (zobrazená je aj potenciálna možnosť napojenia mobilných klientov, pohybujúcich sa v teréne).

3. ZÁKLADNÉ VÝSTUPY ESTE TEMELÍN ALEBO ESTE DUKOVANY PRE OPIS GŘ HZS ČR

Jedným z výstupov systému sú automaticky stanovené navrhované neodkladné ochranné opatrenia a sektory v zóne havarijného plánovania ETE alebo EDU (viď príklad zo scenára havarijného cvičenia, obr.č.3), ktoré sú ohrozené (na základe prognózovaného úniku stanoveného na základe znalosti aktuálneho stavu technológie, stavu reaktora havarovaného bloku JE, modelového výpočtu, aktuálnej a predpovedanej meteorologickej situácie).

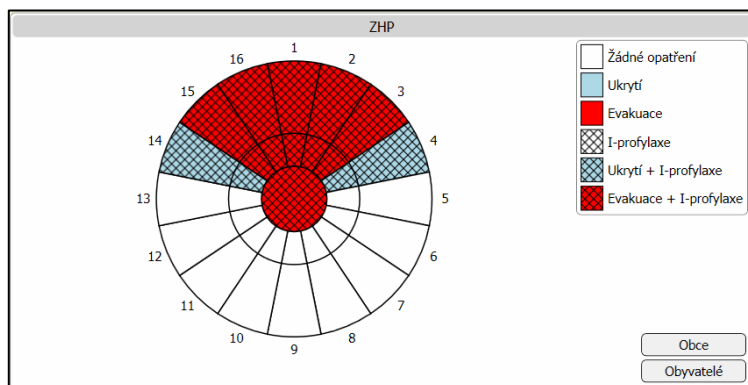
Výstupom systému je stanovený (odhad) reálny únik rádionuklidov do atmosféry okolia a jeho časový priebeh. Systém ESTE stanovuje rádiologické dopady úniku (prognózovaného a reálne nastaného úniku), odvrátené dávky za predpokladu aplikácie ochranných opatrení, potenciálne dávky, dávky počas transportu po zadanej trase.

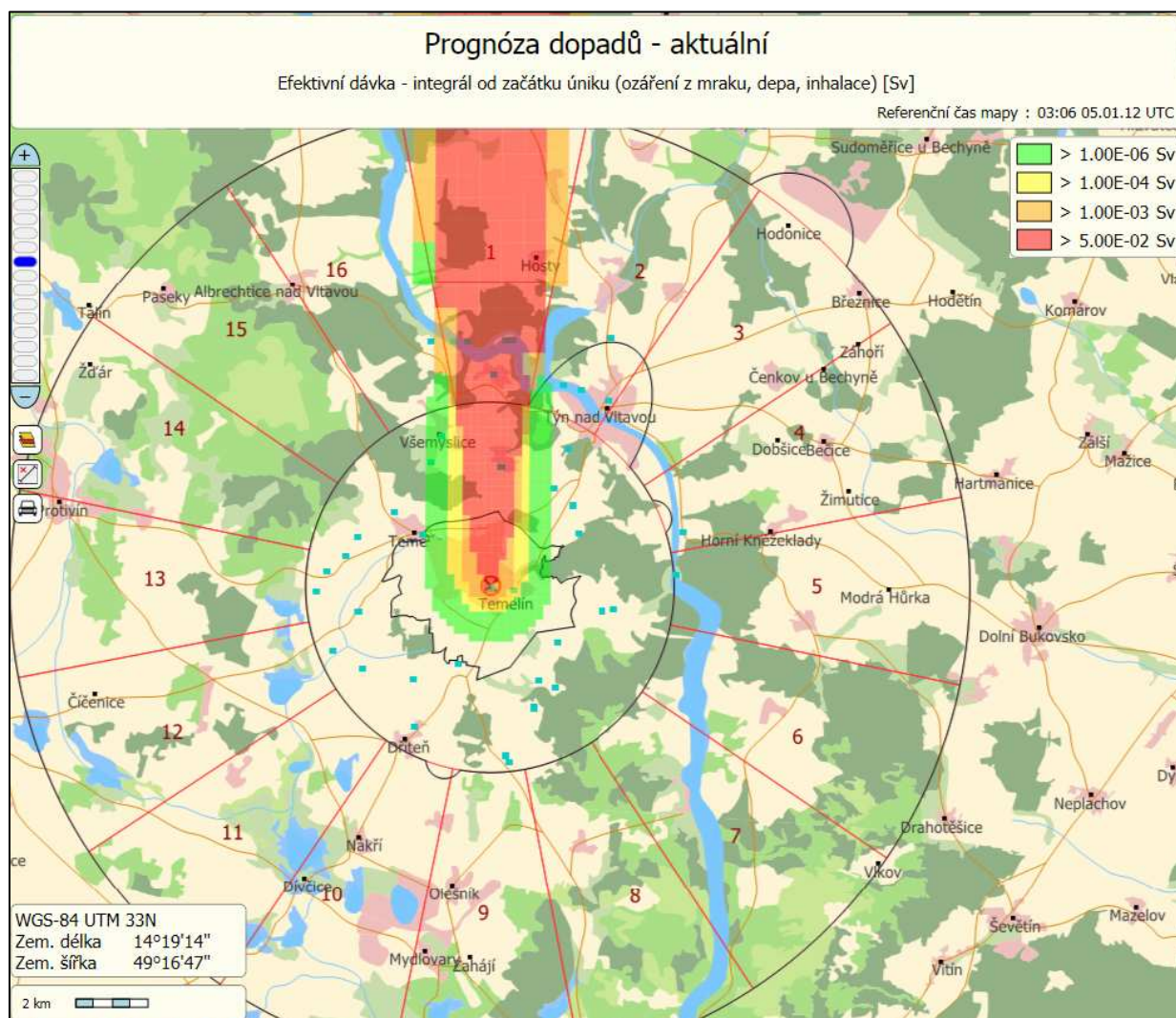


Obr.2: Základné grafické uživatelské rozhranie klienta ESTE.

V systéme je implementovaná rozsiahla, na ten účel (t.j. pre potreby havarijnej odozvy) vypočítaná, databáza zdrojových členov pre jednotlivé bloky JE Temelín a Dukovany. Súčasťou databázy sú zdrojové členy pre udalosti počas odstávky a zdrojové členy pre rôzny stupeň dehermetizácie kontajnementu (hermetickej zóny). Ďalej je systéme implementovaný inventár AZ reaktorov ETE respektíve EDU vypočítaný pre potreby havarijnej odozvy. Je implementovaný (vypočítaný pre potreby havarijnej odozvy) inventár bazénov skladovania paliva pre bloky JE Temelín a Dukovany.

Obr.3: Výstup ESTE (príklad). Zóna havarijného plánovania a navrhované ochranné opatrenia: Informácie o aktuálne navrhovaných ochranných opatreniach sú znázornené na schéme "ZHP".





Obrázok č.4 Výstup ESTE (příklad). Mapa prognózy dopadov úniku, zobrazená je JE Temelín a oblasť zóny havarijného plánovania (13 km rádius okolo ETE).

Výsledky systémom ESTE vypočítanej predpovede šírenia rádioaktívneho mraku z postihnutého jadrového zariadenia (viď príklad zo scenára havarijného cvičenia, obr.č.4) a výpočty reálnej radiačnej situácie na mape okolia umožňujú riadiť a optimalizovať pohyb zložiek IZS na postihnutom území z hľadiska hrozby ožiarenia.

Tiež napomáhajú plánovať a minimalizovať ožiarenie členov IZS. Pomocou integrovanej funkcionality (viď príklad zo scenára havarijného cvičenia, obr.č.6) je možné operatívne stanoviť modelom predpokladané dávky žiarenia, ktoré by obdržali členovia IZS počas transportu po zvolenej trase (resp. v súvislosti s pobytom na stacionárnom stanovišti). Systém na základe aktuálnej situácie generuje informácie o počte obyvateľov vo vybraných vekových kategóriách, ktorí sa nachádzajú v zasiahnutých sektoroch ZHP jadrovej elektrárne (viď príklad zo scenára havarijného cvičenia, obr.č.5). V prehľadnej forme poskytuje zásahovým jednotkám informáciu o názvoch jednotlivých obcí lokalizovaných v ohrozenom okolí JE spolu s počtom obyvateľov obcí.

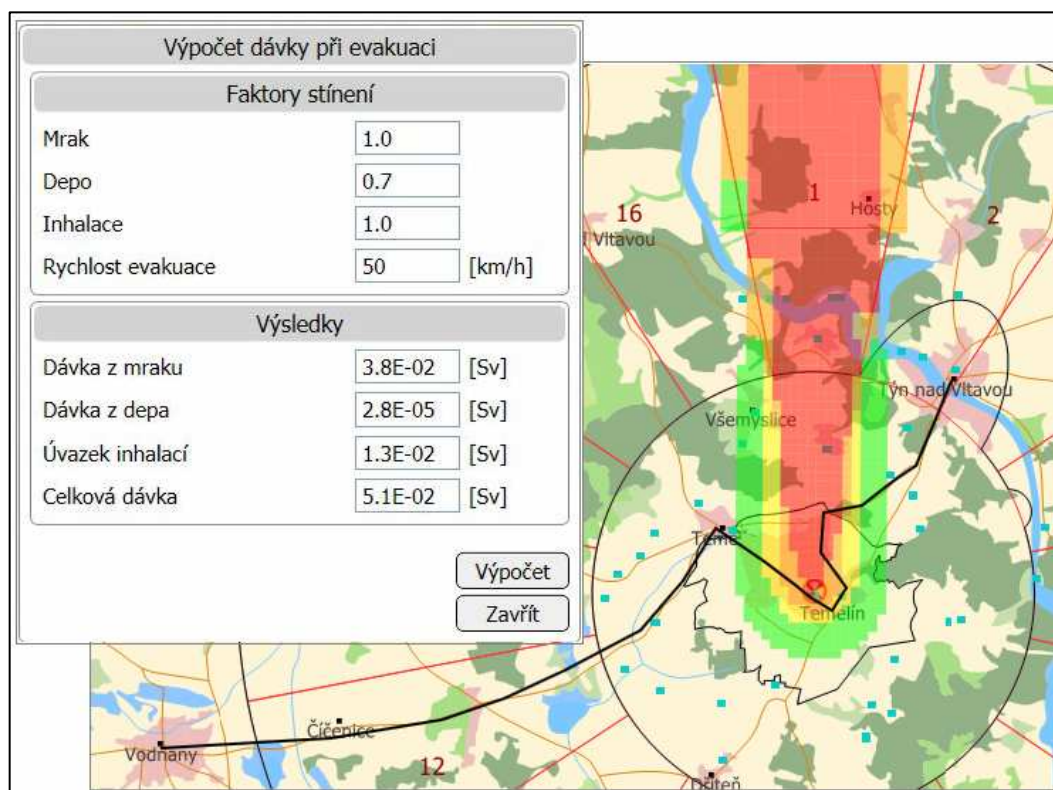
Obyvatelé					
	Evakuace	Ukrytí	I-profylaxe	Evakuace + I-profylaxe	Ukrytí + I-profylaxe
Celkový počet	0	0	0	13409	5050
< 1 r	0	0	0	283	107
1-9 r	0	0	0	1096	413
10-17 r	0	0	0	1193	449
18-64 r	0	0	0	9032	3401
> 65 r	0	0	0	1805	680

Export Tisk Zavřít

Obce					
	< 1 r	1-9 r	10-17 r	18-64 r	> 65 r
Evakuace + I-profylaxe					
Bechyně-Hvozďany	12	13	98	20	146
Bohunice	14	15	114	22	169
Březnice	16	18	135	28	201
Čeňkov u Bechyně	4	5	35	7	52
Doubrava	5	6	42	9	63
Doubravka	10	10	80	15	118
Díteň	56	61	463	92	687
Hněvkovice na levém břehu Vlt.	7	8	59	12	88
Hněvkovice na pravém břehu Vlt.	1	1	7	1	10
Hodonice	11	12	88	17	131
Hosty	10	11	84	16	124
Chrástany	32	35	267	55	397
Knín	1	1	5	0	7
Kočín	7	8	57	11	85
Kołoděje nad Lužnicí	12	13	98	20	146
Kolomádka	9	10	75	15	111

Export Tisk Zavřít

Obrázok č.5 Výstup ESTE (příklad). Počet obyvatelov a zoznam obcí, zasiahnutých príslušným opatrením v zóne havarijného plánovania (ZHP).



Obrázok č.6 Výstup ESTE (příklad). Výpočet evakuačných dávok alebo dávok počas transportu po zadanej trase - zobrazená čiernou líniou na mape.