

# K NOVÝM POHLEDŮM NA PROBLEMATIKU VYHODNOCOVÁNÍ SKUTEČNÉ RADIAČNÍ SITUACE

Velení vojskům v podmínkách použití jaderných zbraní nepřítelem bude klást značné nároky na kvalitu informací, využívaných štáby v rozhodovacím procesu. Významnou složkou těchto informací budou také údaje o radiační situaci v prostorech reálné nebo plánované činnosti vojsk. Z hlediska orgánů řízení ochrany obyvatelstva a zajištění chodu národního hospodářství budou mít značný význam i informace o radiační situaci na teritoriu. Kromě radioaktivního zamoření terénu po jaderných výbuších může radiační situaci významně ovlivnit i radioaktivní spád po destrukci nebo havárii jaderných energetických zařízení, a to v důsledku jejich zásahu jadernými nebo konvenčními zbraněmi nebo vyřazení řídicích a kontrolních systémů.

Výpočty podle složitých modelů, výsledky měření při pokusných výbuších v 50. letech i poznatky získané při haváriích jaderných elektráren dokumentují složitost časových a místních charakteristik radioaktivního zamoření, jeho značný prostorový rozsah a dlouhou dobu trvání. V souvislosti s tím vyvstává řada problémů, které se týkají kvality informací o radiační situaci, a to jak v časové rovině předpovědi, tak při vyhodnocení skutečné situace. Jejich řešení směřuje především k dosažení optimálního kompromisu mezi informačním obsahem, věrohodností, aktuálností, informační náročností a praktickou využitelností výsledků.

Postup získávání, zpracování a vyhodnocování údajů o skutečné radiační situaci je podle dosud používané metodiky založen na nalezení bodů hranic pásem (izodoz do úplného rozpadu) A, B, C, D. Tyto body odpovídají místům s určitým dávkovým příkozem v závislosti na čase (době od výbuchu). Průběh jednotlivých izodoz se v armádních radiačních střediscích zaznamenávají do map na základě údajů, které přicházejí od výpočetně analytických skupin svazků. Propojením bodů, resp. částí izodoz, vzniká zakreslení skutečné radiační situace. Výhodou tohoto postupu je relativně malý ob-

jem předávaných a zpracovávaných informací. Ruční zakreslování je však zdoluhavé a pracné, věrohodnost, informační obsah a využitelnost výsledků jsou tímto i značně omezené. Základními nedostatky tohoto způsobu jsou nereálnost časových přepočtů k jednotnému času při překrývání stop, statický charakter a úzká lokální platnost výsledků, dále jejich závislost na možnostech pohybu jednotek radiačního a chemického průzkumu.

Z řady podrobných analýz vyplývá, že kvalita a reálné možnosti využití výsledků vyhodnocování skutečné radiační situace v současném pojetí neodpovídají významu radioaktivního zamoření a jeho vlivu na činnost vojsk, ale i na situaci na teritoriu. Rovněž se ukazuje, že potřebné zvýšení kvality se nedosáhne pouhým převedením současně uplatňovaného postupu na výpočetní techniku. Proto je nezbytné využít nové pohledy s přihlédnutím k existujícím technickým a organizačním možnostem i omezením a udělat zásadní změny dosavadní metodiky. Její hlavní nedostatky jsou do značné míry eliminovány při centralizovaném zpracování primárních údajů radiačního průzkumu, jehož podstata je charakterizována v tomto článku. Jeho cílem je přispět k vývoji názorů na danou problematiku a poukázat na možnosti, které při jejím řešení pro operační stupně velení (v armádním, resp. frontovém radiačním středisku) dává výpočetní technika.

#### **Možnosti využití výpočetní techniky při centralizovaném zpracování primárních údajů radiačního průzkumu**

Výpočetní technika může v dané oblasti zásadně přispět ke zvýšení věrohodnosti, informačního obsahu a využitelnosti podkladů rozhodovacího procesu. Musím ale připomenout samozřejmý, avšak ne vždy respektovaný fakt, že k získání kvalitních výsledků výpočetní technika ani využití složitých matematických postupů samy o sobě nestačí, ale že je třeba zajistit potřebný objem a vyvážený vztah znalostí a informací, a to jak adekvátního modelu reality, tak potřebných vstupních údajů.

Z toho vychází i princip centralizovaného zpracování primárních údajů radiačního průzkumu. Primárními údaji chápeme reálně naměřené hodnoty dávkových příkonů, doplněné údaji o místě a čase měření. Centralizace spočívá v postupném přenosu primárních údajů od všech zdrojů přes jednotlivé stupně velení až do paměti počítače na operačním stupni velení, v jejich kontrole, uspořádání a zpracování a ve vydání výsledků pro požadované prostory a časy.

Centralizace v tomto pojetí umožní využití postupně shromažďovaných primárních údajů i na nižších stupních velení a automatizované zpracování včetně vyloučení evidentně chybných dat (zejména na počítači výpočetně analytické skupiny divize). Vyloučí však agregaci údajů do tvaru izodoz, a tedy i jakoukoli ztrátu nebo zkreslení informací. Pro zachycení časového vývoje radiační situace má zásadní význam uvedení času měření a v případě složité radiační situace při překrývání stop je nezbytné nutně znát i čas a výsledek dalšího měření v daném místě. Je zřejmé, že je účelné shromažďovat a využívat primární údaje od všech disponibilních zdrojů.

Předpokládané počty zdrojů primárních údajů (počty u svazů závisí na počtu svazků) — viz tabulku 1.

Za předpokladu, že po vytvoření radioaktivního spadu každá průzkumná jednotka chemického vojska zjistí a předá 50 údajů a každá z ostatních jednotek 10 údajů, lze uvažovat, že na stupni svazku bude vyhodnocování skutečné radiační situace vycházet z cca 2000 údajů, na stupni svazu z 12 000 údajů.

Forma údajů bude jednoduchá — viz tabulku 2.

Tabulka 1

| Stupeň                                      | Počty zdrojů primárních údajů |                  |                    |
|---------------------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------|
|                                             | jednotky chemického vojska    | ostatní jednotky | celkem             |
| Vojska:<br>- svazek<br>- svaz               | 20<br>cca 160                 | 100<br>cca 400   | 120<br>cca 560     |
| Teritorium ČSSR:<br>- TRHS<br>- jednotky CO |                               |                  | cca 600<br>cca 800 |

Tabulka 2

| Místo měření |   | 1. měření            |                             | 2. měření            |                             |
|--------------|---|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
|              |   | čas<br>(den, h, min) | dávkový<br>příkon<br>(Gy/h) | čas<br>(den, h, min) | dávkový<br>příkon<br>(Gy/h) |
| X            | Y |                      |                             |                      |                             |
|              |   |                      |                             |                      |                             |

Při předání výsledků pouze jednoho měření hodnoty v posledních dvou sloupcích nebudou uvedeny.

**Proces zpracování údajů na počítači lze předpokládat v následujících fázích:**

1. Zhodnocení, selekce a uložení vstupních primárních údajů od různých zdrojů na vnější paměťové médium.
2. Uskutečnění časové extrapolace (přepočet k zadanému jednotnému času).
3. Lokální interpolace (stanovení hodnot dávkových příkonů v bodech mimo místa měření).
4. Zpracování výsledků pro zadanou lokalitu a čas podle požadavku uživatele.
5. Výdej výsledků v požadované formě.

Popsaný přístup je zásadně orientován tak, aby výsledky byly co nejméně závislé na údajích o parametrech jaderných výbuchů a středním větru. Důvodem je to, že chyba stanovení a současný způsob uvažování těchto faktorů neumožňují s potřebnou věrohodností usuzovat na charakter reálného radioaktivního zamoření v konkrétních místech a časech. Jak ukáží dále, lze však uvedených údajů efektivně použít při stanovení podmínek generování dalších informací z daných vstupů, a to mimo časy a místa měření. Výpočet tedy vychází v zásadě pouze z výsledků radiačního průzkumu, přičemž se abstrahuje od chyb měření.

Značný význam má posouzení, zda s ohledem na vzdálenost míst měření lze výsledky

měření vztáhnout k těmto místům. Tento „test ztotožnění“ má význam zejména v případech, kdy k zajištění časové extrapolace jsou nezbytná dvě měření. Uvedený test lze udělat jednoduchým způsobem na konstantní vzdálenost bodů měření (např. 500 m), nebo složitějším, ale reálnějším způsobem s ohledem na fyzikální charakter situace. Jednou z možností je stanovení výbuchů, které danou lokalitu potenciálně mohou zasáhnout (pomocí kruhových výšečí předpovědi) a využití předpokladu, že příčný rozptyl radioaktivních částic je nejmenší za ideálních meteorologických podmínek časově a prostorově konstantního výškového větru. Tento postup logicky respektuje fakt, že ve větších vzdálenostech od epicentra je možné ztotožnit místa měření ve větším rozsahu než v lokalitách s velkými místními gradienty v blízkosti epicenter. Při selekci vstupních údajů je možné údajů o jaderných výbuších využít i k posouzení správnosti hodnot z časového hlediska. Vymezi se minimální a maximální možný poměr naměřených hodnot pro časově nejvzdálenější a nejbližší jaderný výbuch a vyloučí se výsledky měření, jejichž poměr je mimo tento interval. Samozřejmě se neuvažují výsledky měření, získané před ukončením vypadávání částic v daném místě.

Při časových extrapolacích se přednosti uvedeného přístupu uplatní zejména v posouzení situace v místech měření s ohledem na to, zda k časovým přepočtům postačuje měření jediné, nebo zda je nezbytné měření dvojí. Pokud nebudou podmínky pro časovou extrapolaci splněny, nebude se dělat, dojde k příslušné indikaci ve výstupní sestavě a popřípadě k zpracování požadavku na doplňkový průzkum v dané lokalitě.

Uskutečnění lokálních interpolací představuje z matematického i programátorského hlediska nejsložitější část řešení. Elementární úlohu lze formulovat jako stanovení hodnoty dávkového příkonu v době mimo místa měření na základě údajů v několika nejbližších místech měření. Již z této formulace vyplývá, že při výpočtu je nutné stanovit počet a maximální přípustnou vzdálenost míst měření, jejichž výsledků lze pro interpolovaný bod využít. Tyto údaje lze uvažovat konstantní, nezávislé na poloze interpolovaného bodu vzhledem k epicentru a časům výbuchů, které danou lokalitu mohou zasáhnout. Výhodnější však je uplatnit analogický algoritmus jako při selekci údajů, přičemž ovšem získá při stanovení informačního potenciálu údajů zjištěných průzkumem v dané lokalitě bude podstatně významnější než při selekci (rozsah přípustného ztotožnění je maximálně cca 2 km, rozsah přípustnosti lokální interpolace dosahuje až cca 10 km, podle vzdálenosti od epicentra). Rovněž při uskutečňování lokální interpolace tedy popisovaná metoda zajistí věrohodnost výsledků identifikací lokalit s nedostatkem výchozí informace.

Výsledky výpočtu při aplikaci uvedeného postupu budou v plném rozsahu splňovat informační požadavky uvedené v předchozím odstavci. Lze předpokládat, že pro informovanost štábů budou užitečné i další údaje, např. nejdříve možný čas začátku a nejpозději možný čas vypadávání radioaktivních částic v daném místě, odhad maximální možné dávky apod.

Využití současně výpočetní techniky ve štábech dává značné možnosti v oboustranné komunikaci uživatele s počítačem pomocí terminálu. Touto cestou je možné specifikovat provedení výstupních sestav pro danou lokalitu a čas, a to buď v numerické formě na řádkové tiskárně nebo v grafické formě na kreslícím zařízení. V současné době, kdy u výpočetní techniky v polních štábech operačních stupňů není grafický výstup potřebných parametrů zařazen, lze řešit výstup i v graficko-numerické formě. Výstupní sestavy tedy budou obsahovat buď přehledné tabulky s údaji zjištěnými radičním průzkumem a s výsledky predikčních výpočtů nebo v zadaném měřítku záznamu požadovaných izodoz, respektive izochar jiného typu, spolu s indikací míst uskutečňování průzkumu.

Efektivnost využití výsledků bude záviset na jejich správné interpretaci v rozhodovacím proudu. To se týká i indikace lokalit, u kterých rozsah výchozích dat nepostačuje ke stanovení hodnot dávkových příkonů mimo místa měření. Existenci tohoto typu informace nelze v žádném případě chápat jako nedostatek popsaného postupu, ale naopak jako pozitivní moment, zajišťující v reálných mezích vyloučení zásadního nesouladu výsledků a skutečné situace ve velkých prostorech.

#### **Podmínky efektivního uplatnění nového přístupu**

Je nezbytné otevřeně konstatovat, že uplatnění popsaného přístupu by vyžadovalo splnění řady podmínek jednak technického, ale i organizačně metodického charakteru, z nichž některé jsou, oproti současné situaci, zásadní a značně náročné.

V technické oblasti by bylo nezbytné především zabezpečit přenos primárních údajů, zjištěných radiačním průzkumem, pro jednotlivé stupně velení až k počítačům na velitelských stanovištích operačních stupňů. Značným přínosem by bylo využití prostředků ASRCHPz, a to jak při získání, tak při přenosu a postupném zpracování údajů. Důležitou podmínkou je existence výpočetní techniky včetně grafického výstupního zařízení s potřebnými hardwarovými a softwarovými vlastnostmi, s kvalitně zpracovanými programy a efektivně řešeným postupem využívání rozsáhlého informačního masivu (předpokládá se při HJÚ nepříteli pro prostor vševojskové armády zpracovat až 12 000 údajů s výsledky radiačního průzkumu). Je třeba si připomenout i požadavek odolnosti veškeré využití elektronické techniky vůči působení elektromagnetického impulsu vzniklého při jaderných výbuších.

Nejvýznamnější organizačně metodickou podmínkou by, podle mého názoru, bylo důsledné maximální využívání veškerého disponibilního informačního potenciálu, tj. výsledků radiačního průzkumu nejen organizovaného orgány chemického vojska, ale konaného i jednotkami a na území teritoria rovněž orgány teritoriální hlášené služby a jednotkami Civilní obrany. Zvláštní význam by mělo promyšlené uskutečňování vzdušného radiačního průzkumu k doplnění údajů v lokalitách s nedostatkem výchozích informací.

Metodika vlastního průzkumu by se tak zjednodušila, protože ten by se redukoval pouze na zjištění dávkového příkonu a předání tohoto údaje s údaji o čase a místě měření; odpadlo by potom uskutečňování časových přepočtů a hledání míst s daným dávkovým příkonem. Značně náročné na organizační a metodickou připravenost a zejména na operativní řízení průzkumu by však bylo určení optimálních os přesunů a vzdáleností mezi body měření s ohledem na charakter operačně taktické situace a možné překrývání stop nebo složitost místního průběhu z jiných důvodů (relief terénu, charakter meteorologických podmínek, lokální vlivy atd.).

Nejzávažnější změnou v organizaci a metodice radiačního průzkumu by bylo zajištění nejméně dvojího měření, které představuje značný informační přínos obecně, a je naprosto nezbytné v prostorech potenciálně zasažených spadem od výbuchů vedených v časovém intervalu delším než 2 hodiny. Zajištění této podmínky by nemělo být problémem při využití výsledků průzkumu u jednotek na místě; v jiných situacích by bylo nutné organizovat průzkum na vytyčených směrech, vyslat dvě průzkumná družstva na jeden směr nebo využívat vzdušný radiační průzkum.



V článku jsem nemohl podrobněji rozebrat všechny problémy, které souvisejí s otázkami zkvalitnění procesu vyhodnocování skutečné radiační situace. Přesto lze vyvo-

dit závěr, že závažnost problematiky vyžaduje a zaváděná výpočetní technika umožňuje, aby se přistoupilo ke kvalitativní změně procesu zpracování a vyhodnocování výsledků radiačního průzkumu. Některé aspekty problematiky, které jsem nastínil v článku, ukazují na výhodnost řešení cestou centralizovaného zpracování primárních údajů na samočinných počítačích operačních stupňů velení i odpovídajících stupňů řízení teritoria.

Analýza problematiky rovněž naznačuje, že efektivnost využití výpočetní techniky pro stanovení a vyhodnocení radioaktivního zamoření po uskutečněných jaderných výbuších nebo po destrukci jaderných energetických zařízení v časové rovině zpracování skutečných údajů na základě výsledků průzkumu je vyšší než při řešení předpovědi. Tento rozdíl je ovšem výrazný v současné situaci, kdy předpověď je založena na pravděpodobnostním přístupu s malou vypovídající schopností. Obdobná, z hlediska obecné využitelnosti výsledků ještě méně příznivá, by byla situace i v případě předpovědi ve formě deterministické, s využitím nereálného modelu meteorologické situace. Proto by další řešení problematiky mělo být zaměřeno i na zkvalitnění předpovědi, a to vytvořením a programovou realizací deterministického modelu, který by poskytoval věrohodnější a informačně obsažnější předpověď a umožňoval realizaci vazby se zpracováním skutečné radiační situace. Bylo by účelné tuto vazbu orientovat jednak na kompenzaci lokálních nedostatků informací o skutečné radiační situaci, jednak na zpřesnění a doplnění předpovědi na základě údajů zjištěných radiačním průzkumem.

Tyto problémy jsou značně složité nejen co se týče matematického a programového řešení, ale zejména při zajištění potřebné technické báze a metodických a organizačních podmínek. Ukazuje se, že efektivního využití výpočetní techniky a podstatného zkvalitnění podkladů pro rozhodovací proces se v dané oblasti dosáhne nejenom dílčími úpravami a pouhým převedením rutinních činností na počítač, ale naopak uplatněním kvalitativních změn, nových pohledů a adekvátních postupů.