

Nový způsob předběžného vyhodnocování radiační situace

Plukovník Ludvík Ondráž

Naše štáby obdrží novou pomůcku k předběžnému vyhodnocování radiační situace. Základní řády dotýkají se náznakově této otázky, ale podrobně ji neobjasňují. Proto snad se vyskytly různé hlasy o účelnosti či vhodnosti měnit současný způsob a metodiku, kterou si štáby osvojily a po určitých potížích zvláště. Objasním podstatu nového způsobu a srovnám jej s dosavadním způsobem.

Podchytit hodnověrně v krátkém čase vývoj složité radiační situace na podkladě parametrů jaderných výbuchů a meteorologických předpovědí počasí je pracné a neobyčejně těžké již proto, že může být mnoho nepřesností ve stanovení ráže jaderných nábojů a vítr nemusí mít předpokládaný směr a rychlost. Radioaktivní mraky mohou se setkat s oblastí srážek, což značně zvýší radioaktivní zamoření terénu vzhledem k tabulkovým údajům. Tyto faktory spolu s přirozeným rozpadem radioaktivních produktů jaderných výbuchů činí radiační situaci neobyčejně dynamickou a ve své podstatě znemožňují *přesné* vyhodnotit její pravděpodobný vývoj. Ukazuje se však, že při určitých meteorologických podmínkách tzv. pravidelných, předběžné vyhodnocení radiační situace se přibližuje skutečné. Za pravidelné meteorologické podmínky považujeme takové, kdy v atmosféře nejsou srážky a směry větrů v jednotlivých vrstvách nemají od výsledného vektoru větru větší odchylky než $\pm 15^\circ$. Při statistickém hodnocení těchto údajů na středoevropském válcíšti došli jsme k závěru, že většinou převládají pravidelné meteorologické podmínky. Vyšší štáby (armád, frontu) nebudou mít nikdy brzy po jaderných úderech k dispozici údaje o skutečné radiační situaci. Hlavní příčinou toho je, že radioaktivní stopa se na terénu vytváří postupně, v závislosti na rychlosti větru. Pro své rozhodnutí velitelé svazů však potřebují údaje mnohem dříve, než se radiační situace na terénu vytvoří. Proto ať chceme, či nechceme, *jediným vodítkem, i když nepřesným, zůstává předběžné vyhodnocení radiační situace a znalost skutečné radiační situace slouží k upřesnění vydaného rozhodnutí*. Z těchto důvodů je pochopitelná snaha požadovat před-

kládání pravděpodobného vývoje radiační situace pokud možno co nejdříve po pozemních výbuších. Na druhé straně technika zákresu a propočty potřebné k závěrům ze vzniklé radiační situace nedovolují splnit tento požadavek. Je a bude proto neustálou snahou specialistů v tomto oboru řešit vzniklý rozpor, což vede a i v budoucnu povede ke změnám metodiky předběžného vyhodnocování radiační situace, a to ve směru rychlosti a přesnosti alespoň v prvním přiblížení z hlediska charakteristiky problému.

Vyhodnocování radiační situace ať předběžné či skutečné je podřízeno jedinému cíli – zjistit stupeň nebezpečí, které hrozí vojskům vlivem radioaktivního záření a na základě toho usměrnit jejich bojovou činnost. Graficky je radiační situaci možno znázorňovat dvěma způsoby. Zákresem *izočar*, tj. spojnic míst, kde v určité době po výbuchu se vytvářejí stejné hodnoty úrovně radiace nebo *izodoz*, spojnic míst kde živá síla za určitou dobu pobytu obdrží stejné dávky radiace. Dávku můžeme vypočítat jako součin úrovně radiace a času.

$$D = P_\gamma \cdot t \text{ (rentgenů), kde} \quad (1)$$

P_γ — úroveň radiace v R/hod.

t — doba po kterou radioaktivní záření působí na živý organismus.

Jelikož dávka záření je oním kritériem pro stupeň nebezpečí vojskům vedoucím bojovou činnost v zamořeném terénu, veškeré způsoby vyhodnocování radiační situace musí být tomuto cíli podřízeny. U dosavadního způsobu grafického znázornění radiační situace (tj. metodou izočar) jsme zakreslovali izočary úrovně radiace 0,5 r/hod. jako hranici bezpečného pobytu vojsk vzhledem k *vnitřnímu* ozáření, tj. mimo ní bylo možno se pohybovat bez ochranných masek nebo respirátorů. Izočara 5 r/hod. byla hranicí zamořeného prostoru, v němž *vnější* ozáření při dlouhodobém pobytu nechráněných osob nevyvolávalo vyřazení z boje. A skutečně, kdybychom změřili 1 hodinu po výbuchu úroveň radiace 5 r/hod. a ozáření začalo ve stejnou dobu, nemohly by osoby do úplného rozpadu štěpných produktů (tj. do

nekonečna) obdržet větší dávku než 25 rentgenů. Izáčara 30 r/hod. se považovala jako hranice, do níž bylo možno přesunovat se pěšky a 100 r/hod. byla hranice, nad níž byl pobyt osob (i krátkodobý) nebezpečný pro jejich zdraví. Úroveň radiace 200 r/hod. byla hranice, do níž byl možný průzkum na obrněných transportérech a nad ní jen na tancích.

Ve své podstatě zakreslené izočary k stanovené době po výbuchu nám na zamořeném terénu vymezovaly prostory s určitým režimem života vojsk. Znalost průběhu izočar a doby pobytu vojsk v jednotlivých prostorech umožňovala vyhodnotit dávky, které vojska mohou obdržet a tím přijmout potřebná opatření. Značnou nevýhodou tohoto způsobu bylo, že v důsledku rozpadu štěpných produktů úroveň radiace s dobou od výbuchu klesala, zakreslové hodnoty izočar se stahovaly dovnitř stopy a čas od času bylo nutno mapu radiační situace překreslovat (ke stanoveným dobám), např. 5 hod., 10 hod., 20 hod. po výbuších (viz příloha 1).

V některých případech, kdy jsme očekávali bojovou činnost v určitých stabilních situacích

(např. budování obrany, pobyt vojsk v prostorech denních odpočinků) jsme chtěli znát, jaké dávky vojska obdrží za dobu pobytu (např. 10 hod.) v zamořeném terénu. Zamořené pásmo jsme rozdělili na jednotlivé úseky s hranicemi dávek 10 r, 50 r, 100 r, apod. a podle toho stanovili příslušný režim života vojsk. Např. vojska měla začít budovat obranu v zamořeném prostoru 2 hod. po výbuchu a skončit za 10 hodin práce, neboli 12 hodin po výbuchu. Stanovená přípustná dávka činila 10 rentgenů. Abychom mohli zakreslit na mapě hranici, vně které by byla splněna uvedená podmínka, museli jsme hledat izočaru 3 r/hod. Často se stávalo, že hodnoty takto nalezených izočar (délka a šířka) v tabulkách nebyly a museli jsme je pracně zjišťovat interpolací, což zpomalovalo vyhodnocování. Proto se zcela oprávněně volalo po takovém způsobu předběžného vyhodnocování radiační situace, aby zakresy do mapy byly co nejjednodušší a zakres se neměnil, pokud se nezměnila radiační situace vlivem dodatečných jaderných úderů. Tento požadavek splňuje nový způsob vyhodnocování radiační situace.

Dávka pronikavé radiace, r,	Stupeň zasažení (ozáření)	Vyřazení z boje ozářených osob a doba od okamžiku ozáření
500—700	Nemoc z ozáření třetího stupně s velmi těžkým průběhem	100 %; během 1 až 4 hodin
300—500	Nemoc z ozáření třetího stupně	100 %; během prvního dne
250—300	Nemoc z ozáření druhého stupně	100 %; polovina během prvního dne; zbytek během 1—2 týdnů
200—250	Nemoc z ozáření druhého stupně	75 %; polovina během prvního dne; zbytek během 1—2 týdnů
150—200	Nemoc z ozáření prvního stupně	50 %; polovina během prvního dne; zbytek během 1—2 týdnů
100—150	Nemoc z ozáření prvního stupně	20 %; polovina během prvního dne; zbytek během 1—2 týdnů
50—100	Nemoc z ozáření prvního stupně	5 %; polovina během prvního dne; zbytek během 1—2 týdnů

Ze zákona rozpadu štěpných produktů lze dokázat, že dávka radiace obdržená od doby po výbuchu, kdy začalo ozařování a současně byla změřena úroveň radiace P , je dána vztahem

$$D = 5 P \gamma t \text{ (rentgenů)}, \quad (2)$$

Např. v určitém místě terénu se za 3 hod. po výbuchu vytvořila stopa a současně začalo ozařování osob. Úroveň radiace činila 10 r/hod. Setrvají-li osoby na tomto místě do úplného rozpadu štěpných produktů, obdrží dávku

$$D \infty = 5 \cdot 10 \cdot 3 = 150 \text{ rentgenů.}$$

Spojíme-li čarou všechna místa v zamořeném terénu, kde za 3 hod. po výbuchu byla úroveň radiace 10 r/hod., obdržíme *izočáru 10 r/hod. a současně izodozu 150 r od 3 hod. po výbuchu do úplného rozpadu štěpných produktů*, která se nebude měnit, pokud se situace nezmění dalšími jadernými výbuchy. *A toto je princip zářezu nového způsobu vyhodnocování radiační situace.*

Nyní však půjde o to, jaké izodozy zvolit za normu, neboli k jakému režimu života vojsk je vztáhnout. Teoreticky je možno zvolit libovolné hodnoty. Avšak pro praxi vojsk je nutné zvolit jen některé a to takové, které určují jednoznačně důsledky ozáření vojsk. V tabulce jsou uvedeny orientační údaje o stupni zasažení nechráněných osob pronikavou radiací.

V principu rozeznáváme tři stupně nemoci z ozáření, a to první stupeň při dávce 50–200 r, druhý stupeň 200–300 r, třetí stupeň nad 300 r. Můžeme si tedy zvolit tři základní izodozy: 50, 200 a 300 r. Nyní musíme ještě stanovit z jakých podmínek ozařování osob vyjdeme. Je málo pravděpodobné, že v soudbojových podmínkách boje a operace vojska povedou bojovou činnost dlouhou dobu mimo vozidla (auta, obrněné transportéry a tanky). Dále, na jednom místě se nezdrží déle než den, tj. 24 hod. Nejméně „odolným“ vozidlem vzhledem k radioaktivnímu záření je automobil se středním koeficientem zeslabení – 2. Proto za základní normu života vojsk v zamořeném terénu budeme považovat pobyt osob na automobilech během 24 hodin.

Z platných norem radioaktivního záření osob uvedených v tabulce vidíme, že dávka 300 r a výše vyvolává nemoc z ozáření třetího stupně, při čemž nastává 100 % vyřazení osob z boje. Jelikož dávka je přímo úměrná úrovni radiace, kterou v polních podmínkách můžeme přímo změřit rentgenometrem, položíme si otázku, jaká hodnota úrovně radiace bude odpovídat dávce 300 r při jednodenním pobytu osob v zamořeném terénu na automobilech. Abychom mohli řešit tuto úlohu, musíme znát ještě dobu, kdy začalo ozařování osob. To může

nastat až po vzniku stopy na terénu a doba bude pro každý případ různá. *Proto pro jednodušost výpočtu a se zárukou určité bezpečnosti ve všech případech volíme začátek ozařování 1 hodinu po výbuchu.*

Pro výpočet úrovně radiace ve spojitosti s dávkou při omezené době ozařování platí vztah

$$P \gamma = \frac{D}{5 t^{1,2} k} \text{ r/hod.}, \quad (3)$$

kde $k = \frac{1}{t_{1,2}} - \frac{1}{t_{3,2}}$ dávka v hod. po výbuchu, kdy začalo ozařování a t_2 kdy skončilo

Po dosazení číselných hodnot do vzorce (3) obdržíme:

$$k = \left(\frac{1}{10,2} - \frac{1}{240,2} \right) = 0,5$$

$$P \gamma = \frac{300}{5 \cdot 1 \cdot 0,5} = 120 \text{ r/hod}$$

Jelikož koeficient zeslabení záření pro automobil je 2, pak

$$P \gamma_1 = 240 \text{ r/hod.}$$

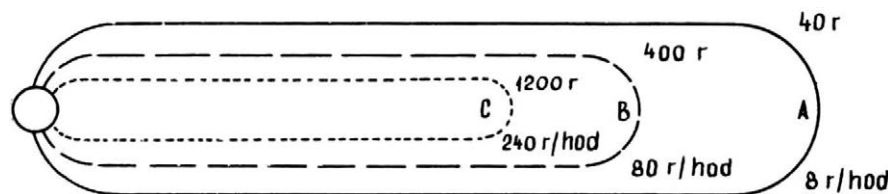
Izodoza odpovídající této úrovni radiace do úplného rozpadu štěpných zplodin podle (2) bude

$$D \infty = 5 \cdot 240 \cdot 1 = 1200 \text{ rentgenů.}$$

To znamená, že *izodoza 1,200 rentgenů vymezuje v terénu pásmo, na jehož hranici a uvnitř kterého osoby při jednodenním pobytu na automobilech budou vyřazeny z boje a onemocní třetím stupněm nemoci z ozáření.* Izodoze 1200 r pak odpovídá úroveň radiace 240 r/hod. zjištěná 1 hod. po výbuchu. Známe-li dobu výbuchu a změříme-li úroveň radiace na terénu v libovolnou dobu, je již velmi snadné přepočítat úroveň radiace k 1 hod. po výbuchu a z řady měření stanovit pak skutečný průběh hranice tohoto pásma. V nové metodice předběžného vyhodnocování radiační situace toto pásmo bylo nazváno *pásmem nebezpečného zamoření*, označujeme je písmenem C a zakresluje me hnědou barvou.

Kromě pásma C je pásmo A – *slabého zamoření*, které u nepřátelských úderů zakresluje me modře a u vlastních červene. Je ohraničeno izodozou 40 r, což odpovídá izočasce 8 r/hod., zakreslenou k 1 hodině po výbuchu.

Pásmo B – *silného zamoření* zakresluje me zeleně a je ohraničeno izodozou 400 r, která souhlasí s izočasou 80 r/hod., rovněž vztaženou k 1 hodině po výbuchu (viz obr. 1).



Obr. 1

Pokusím se nyní ukázat, jaký stupeň nebezpečí, vyvolaný radioaktivním zářením, bude hrozit vojskům v pásmech A a B. K tomu nejdříve prostudujeme obr. 4, 5 a 6, (viz. příl. 3) kde je znázorněn průběh úrovně radiace v ose stopy u různých ráží při různých rychlostech výškového větru. Úroveň radiace do hodnoty 240 r/hod. v závislosti na vzdálenosti od místa výbuchu prudce klesají a je velmi těžké stanovit nějakou průměrnou úroveň radiace pro pásmo C. Proto také izočára 240 r/hod. je spodní hranicí, na níž je splněna podmínka 100 % vyřazení osob z boje za výše uvedeného režimu života vojska. V pásmech B, ohraničeném izočarami 240 r/hod. pokles úrovně radiace v ose stopy je již mírnější i když stále dosti strmý. Z tabulky v předcházejícím textu vyplývá, že nemoc z ozáření druhého stupně a současně 50 % vyřazení osob z boje nastává při obdržení

dávky kolem 200 rentgenů. Proto $P_{\gamma} = \frac{200}{5 \cdot 1 \cdot 0,5} = 80 \text{ r/hod.}$, přepočteno k 1 hodině po výbuchu. Aby vojska obdržela dávku 200 rentgenů na automobilech za 1 den, musí se úroveň radiace pohybovat kolem hodnoty $80 \cdot 2 = 160 \text{ r/hod.}$ Z obrázků 4, 5 a 6 je patrné, že tato úroveň radiace platí zhruba pro střed pásma B a jen zde je splněna podmínka dávky 200 rentgenů. Rozdělíme-li úroveň radiace pro střed pásma B na polovinu, tuto připočteme a odečteme od původní střední hodnoty, obdržíme pro spodní hranici pásma B úroveň radiace 80 r/hod. a pro horní hranici 240 r/hod. To znamená, že při pobytu na spodní hranici pásma B osoby na automobilech obdrží dávku $D = \frac{5 \cdot 80 \cdot 0,5}{2} = 100 \text{ rentgenů}$ (odvozeno ze vztahu 3)

Na horní hranici pásma B (současně spodní hranici pásma C) $D = \frac{5 \cdot 240 \cdot 0,5}{2} = 300 \text{ rentgenů}$ (číslo ve jmenovateli je koeficient zeslabení záření auty)

Průměrně v pásmech B obdrží osoby dávku $D = \frac{100 + 300}{2} = 200 \text{ rentgenů}$

Úroveň radiace pro spodní hranici pásma A byla stanovena s ohledem na to, že výpad radioaktivních částic ve stopách bývá u nejtypičtějších ráží zakončen kolem 10 hodin po výbuchu. Úroveň radiace, kdy je nutné nasadit ochranné prostředky, je 0,5 r/hod. Přepočteme-li tuto hodnotu k jedné hodině po výbuchu, obdržíme 8 r/hod.

Nyní vypočteme, jakou dávku obdrží osoby na automobilech za jeden den pohybu ve středu pásma A.

$$D = 5 \left(\frac{8 + 80}{2} \right) \cdot 0,5 = \frac{110}{2} = 55 \text{ rentgenů}$$

Na spodní hranici pásma A

$$D = \frac{5 \cdot 8 \cdot 0,5}{2} = 10 \text{ rentgenů}$$

Na horní hranici pásma A (současně spodní hranice pásma B) obdrží osoby za uvedených podmínek dávku 100 r. Průměrně tedy

$$D = \frac{100 + 10}{2} = 55 \text{ rentgenů}$$

Z tabulky vyplývá, že u spodní hranice pásma A osoby vyřazení nebudou a jsou zcela bojeschopné. Pobyt osob u horní hranice pásma A je spojen s nebezpečím nemoci z ozáření prvního stupně a vyřazení kolem 5 % osob z boje. Pro operativně taktické výpočty však předpokládáme, že v pásmech A nedochází k vyřazení osob z bojové činnosti při splnění podmínek uvedeného režimu života vojska.

Nový způsob předběžného vyhodnocování radiační situace je v podstatě nový způsob zakreslu izochar, umožňujících ihned stanovit režimy života vojska na zamořeném terénu, přičemž jednou zakreslená radiační situace se nemění, nedojde-li ke změně vlivem dalších jaderných výbuchů. Budou-li podmínky jiné než základní norma (osoby v tancích, zákopech, menší doba než 24 hod. apod.), použijeme přepočtové tabulky k nezbytným výpočtům a stanovíme příslušný režim života vojska v jednotlivých pásmech zamořeného terénu (propočítá chemické oddělení příslušného stupně velení).

Pro srovnání obou způsobů předběžného vyhodnocování na schématu je uvedena radiační situace vzniklá sérií pozemních jaderných výbuchů. Zákras podle nového způsobu odpovídá situaci asi 10 hodin po výbuchu, zakreslované metodou izochar, s tím rozdílem, že šifra stopy od každého výbuchu není 1/6 délky, ale mnohem menší (asi 1/10). (Viz příloha 1).

Vzhledem k novému způsobu předběžného vyhodnocování radiační situace bude nutno upravit i metodiku vyhodnocování skutečné radiační situace. Tuto budeme nadále vyhodnocovat na podkladě měření úrovní radiace pozemním a vzdušným radiačním průzkumem. Od stupně útvar je účelné předávat průběh izodoz. K tomu účelu chemická oddělení armád a frontu ve svých pásmech činnosti musí stanovit u jednotlivých úseků zamořeného terénu jednotný čas pro přepočet úrovní radiace.

Jednotný čas pro přepočet úrovní radiace u jednotlivých zamoření úseků terénu stanoví na základě řady měření s časovými odstupy podle jednoduché metodiky chemické oddělení frontu (armády) a oznamuje jej podřízeným štábům.

Jako příklad uvedu vyhodnocení skutečné radiační situace na základě měření vzdušným radiačním průzkumem. Jednotný čas pro přepočet úrovní radiace je 9,00 hod.

Vzdálenost mezi záměrnými body je 4 km; rychlost letu – 80 km/hod. Nad osou letu v čitateli je astronomický čas měření, ve jmenovateli změněná úroveň radiace. Pod osou letu (čísla v kroužku) v čitateli je doba uplynulá od výbuchu v době měření v hodinách, ve jmenovateli přepočtená úroveň radiace k 1 hodině po výbuchu.

Není nutno přepočítávat úrovně radiace k jedné hodině po výbuchu, ale v libovolné hodině, pak je nutno změnit i vynášené hodnoty úrovní radiace pro příslušná pásma. Jsou-li úrovně radiace pro pásma A, B a C –

8,80 a 240 r/hod. k 1 hod. po výbuchu, k pěti hodinám po výbuchu činí 1, 10 a 30 r/hod. Tuto dobu přepočtu stanoví na základě konkrétní situace achemický náčelník svazu.

Na základě předběžného, a po skutečném vyhodnocení radiační situace metodou izodoz je možno učinit tyto operační závěry:

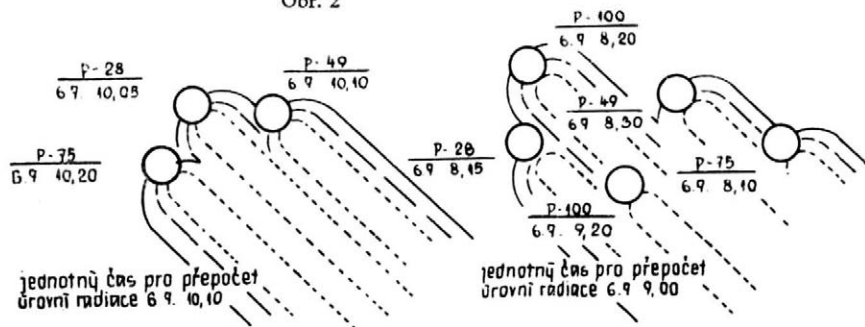
V rozmezí pásma slabého zamoření (pásma A) během prvního dne po vzniku stopy nechráněná živá síla může být ozářena nad přípustné normy. Při činnosti na automobilech, obrněných transportérech a tancích vojska neobdrží dávky záření, které by způsobily ztrátu jejich bojových schopností. Ke snížení dávky na přípustné normy při dlouhodobém pohybu osob v tomto pásmu je možno využít jednoduchých okopů, zákopů a úkrytů.

V pásmu B – silného zamoření – nebezpečí radioaktivního ozáření je značně větší. Osoby na automobilech při pobytu ve středu pásma během prvního dne po vzniku stopy obdrží dávku 200 rentgenů. Ta může vyřadit z boje 50–75 % osob, z nichž polovinu během prvního dne po obdržení dávky, a druhou polovinu během 1 až 2 týdnů. Z toho důvodu ochráně vojsk, vedoucích bojovou činnost v pásmu B, nutno věnovat zvlášť první den po zamoření terénu velkou pozornost.

V pásmu C – nebezpečného zamoření – ozáření osob nad přípustné normy se vylučuje jen při použití úkrytů a při přísně stanoveném režimu života vojsk (přesun na tancích, přesun na automobilech, obrněných transportérech zvýšenou rychlostí, apod.).

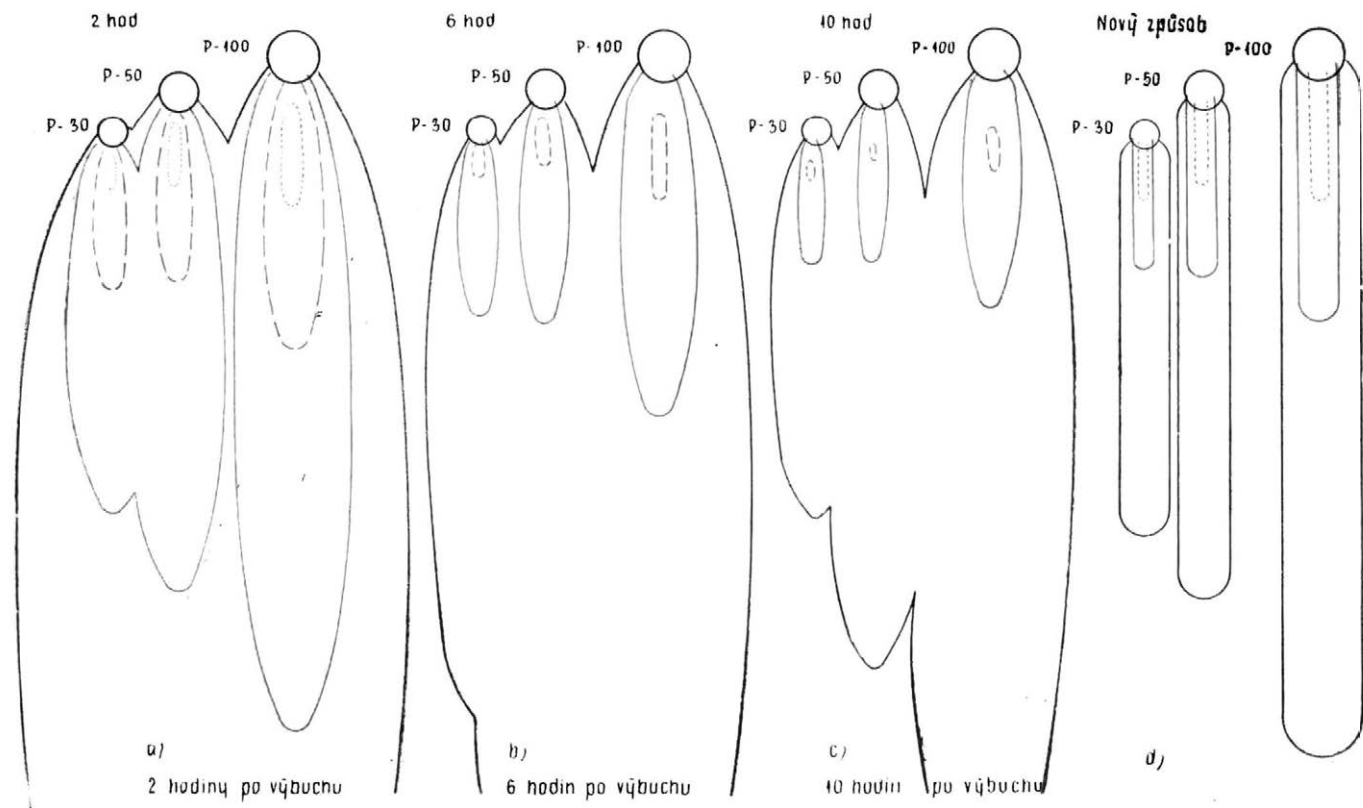
Za hranicemi pásma A ozáření osob nad přípustné normy i při vícenásobném ozáření je vyloučeno. Proto vnější hranici tohoto pásma je možno považovat za bezpečnou hranici vzhledem k vnějšímu ozáření. Avšak úrovně radiace v době menší než 10 hodin po výbuchu za hranicemi tohoto pásma budou vyšší než 0,5 r/hod. Proto opatření k ochraně vojsk

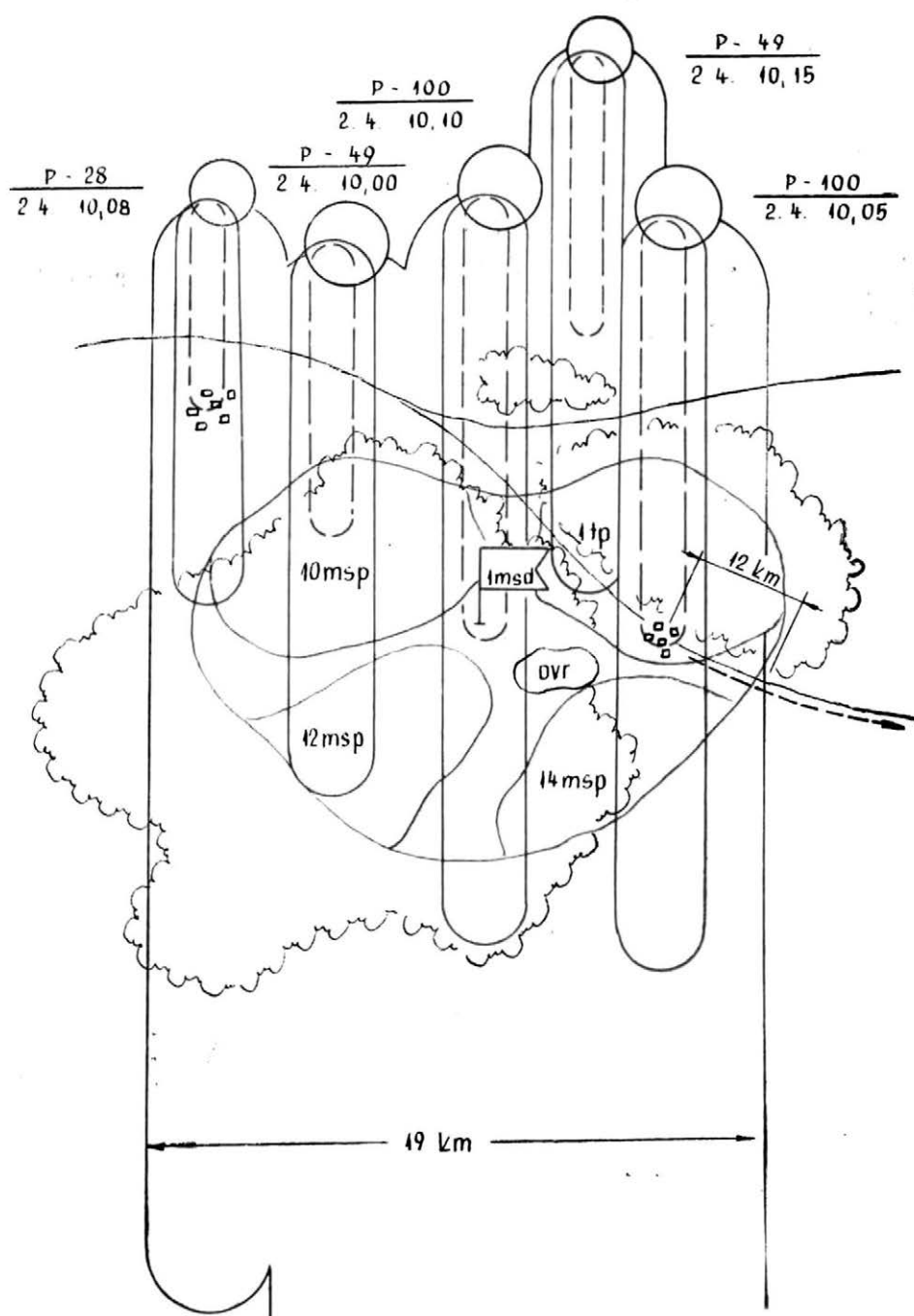
Obr. 2

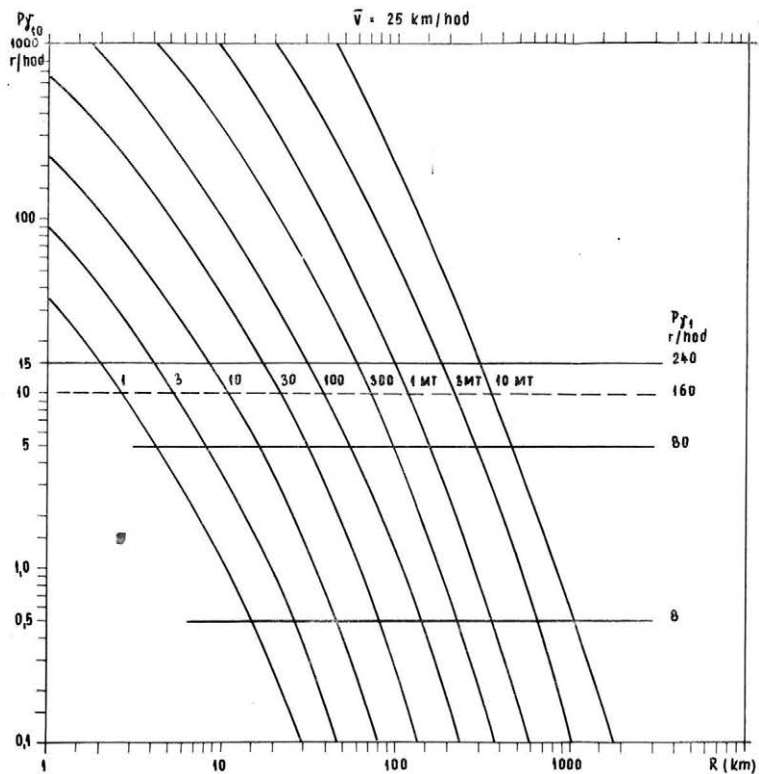


SCHEMA ZAKRESU RADIČNÍ SITUACE METODOU IZOČAR a, b, c, A METODOU
IZODOZ d, PŘI ZACHOVÁNÍ STEJNÝCH PODMÍNEK

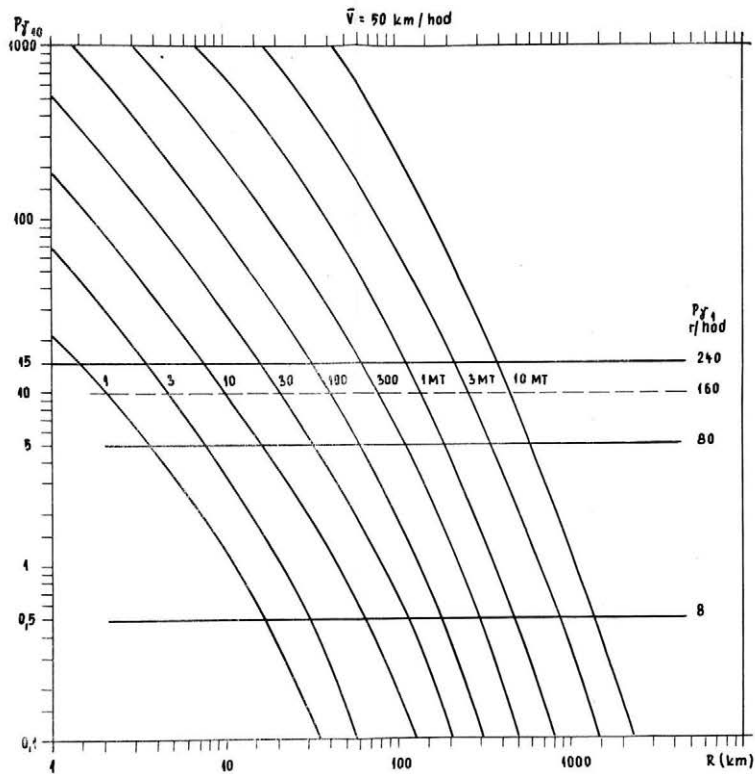
PŘÍLOHA I



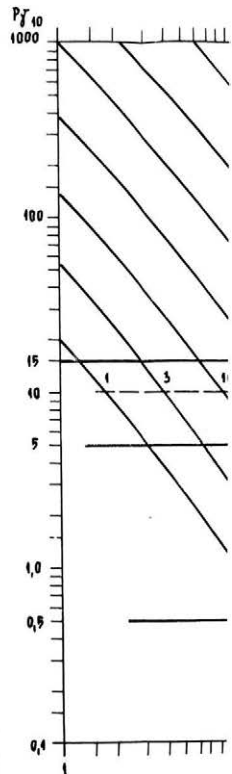


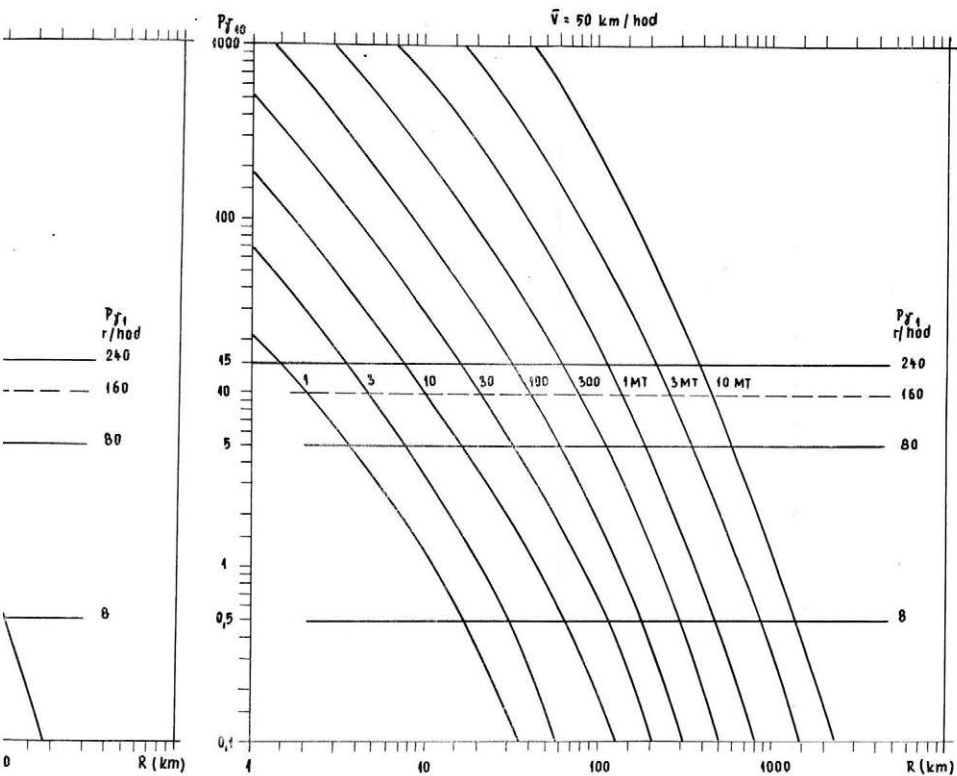


Obr. 4

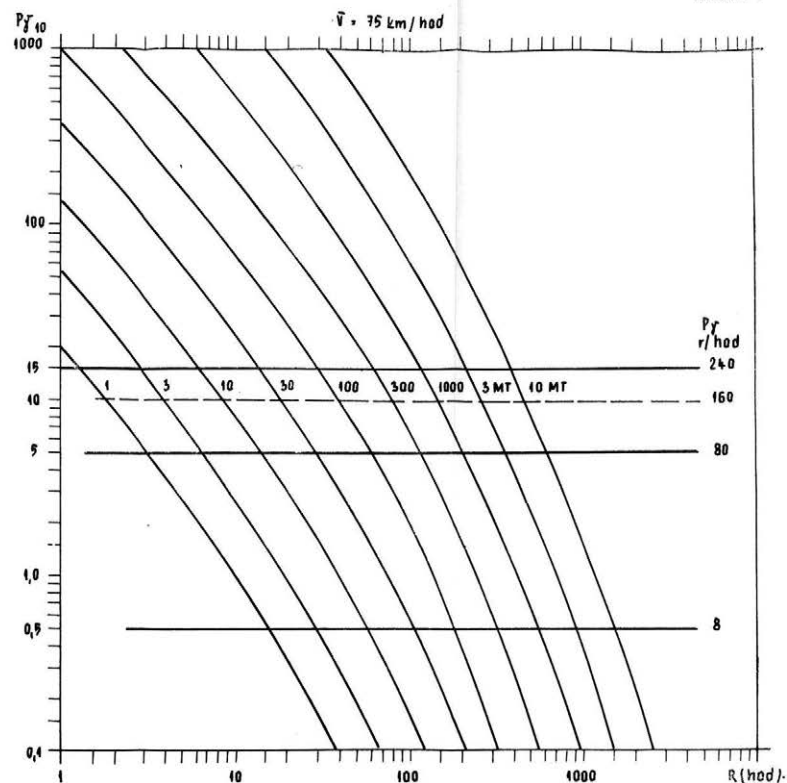


Obr. 5

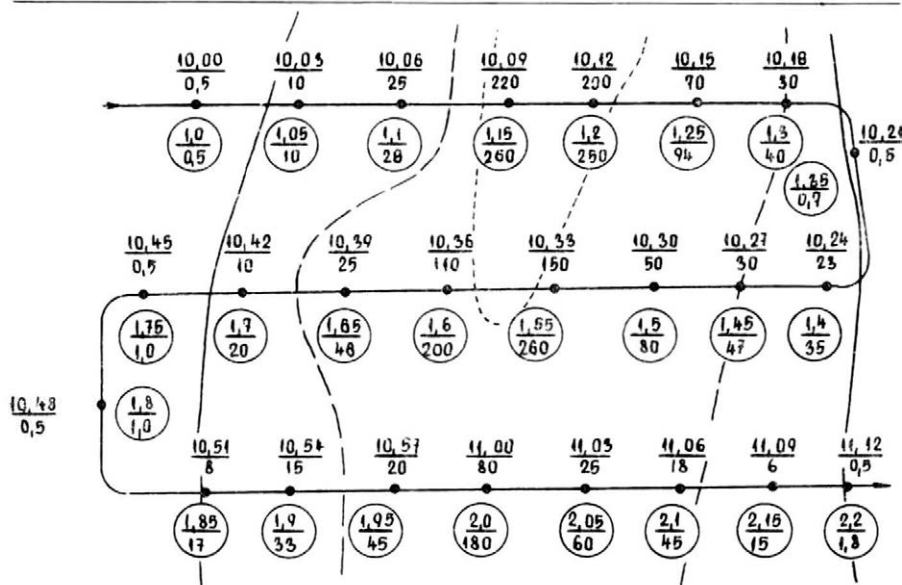




Obr. 5



Obr. 6



Obr. 3

proti vniknutí radioaktivních látek do organismu nutno realizovat na základě údajů radiačního průzkumu.

Vejdou-li vojska do pásma B a C za 3—4 dny po jaderných výbuších, mohou být nechráněné osoby zasaženy radioaktivním zářením jen při dlouhodobém pobytu. Výše uvedené zásady si promítneme do praxe na několika jednoduchých příkladech.

V příloze 2 je znázorněna situace prostoru soustředění msd. VS svazku je umístěno na hranici pásma C, a bylo zaujato před uskutečněním výbuchu. Budou-li nechráněni příslušníci VS na daném místě od 1 hodiny po výbuchu do úplného rozpadu štěpných produktů, obdrží dávku 1 200 rentgenů. Předpokládáme, že pro VS byl vybudován úkryt s koeficientem zeslabení dávky 40 a doba pobytu v zaměřeném prostoru je stanovena na 10 hodin. Stanovme, jakou dávku obdrží příslušníci VS. Vzdálenost od místa výbuchu k VS je 35 km a při rychlosti větru 50 km/hod. začne ozařování osob za 0,7 hodin po výbuchu. Výpočtem zjistíme hodnotu 13 rentgenů. Kdybychom neuvažovali koeficient zeslabení (40), pak dávka činí 520 r. Předpokládáme, že svazek do daného prostoru přišel za 3 dny, tj. v 10.00 5. 4. V místě VS v této době bude úroveň radiace 1,4 r/hod. a obdržená dávka za 10 hodin pobytu pro nechráněné osoby bude 24 rentgeny. Při pobytu v tancích bude dávka 2,4 r a v obrněných

transportérech 12 rentgenů. V žádném případě osoby neobdrží dávku větší, než je maximálně přípustná jednorázová dávka.

Při praktickém řešení nového způsobu vyhodnocování radiační situace setkali jsme se s názorem, že v pásmu C není možno do 3 až 4 dnů po výbuchu pracovat, (mobilizace, vyvážení skladů apod.). Rozeberu, nakolik je toto tvrzení správné. Předpokládáme, že na hranici pásma C je nějaký sklad materiálu, vzdálený od středu pozemního výbuchu 35 km. Nakládání materiálu do vlakové soupravy, která byla přistavena před výbuchem, trvá 6 hodin. Při zahájení nakládání materiálu byl vyhlášen radiační poplach a osoby se ukryly do sklepních místností s koeficientem zeslabení 60. Máme stanovit, kdy je možno pokračovat v nakládání, aby osoby neobdržely větší dávku než 20 rentgenů za dobu od příchodu stopy ke sklepu do ukončení nakládání transportu. Radioaktivní částice v místě skladu začnou vypadávat za 0,7 hod. po výbuchu při rychlosti větru 50 km/hod. Budou-li osoby ve sklepních místnostech od začátku ozařování do úplného rozpadu štěpných produktů, obdrží dávku 20 rentgenů.

Musíme ale nalézt optimální čas pro zahájení nakládání s vědomím, že osoby obdrží větší dávku než 20 r, neboť budou nuceny vyjít z úkrytů a splnit úkol. Výpočty ukazují, že po 80 hodinách pobytu v úkrytech osoby obdrží

dávku 14 rentgenů, během 6 hodin nakládání dávku asi 10 rentgenů. Celkem tedy 24 rentgenů. Ke splnění daných podmínek nelze tedy započít s nakládáním dříve než za 3—4 dny. Do této doby osoby musí být v úkrytech.

Jaké však budou možnosti, budou-li moci osoby zamořený prostor opustit. Uvedu příklad: na hranici pásma C při zachování všech ostatních uvedených podmínek, jsou soustředěny v úkrytech osoby, (zálohy). Chceme znát, kdy je možno osoby vyvést, aby neobdržely dávku větší než 15 rentgenů za celou dobu pobytu v zamořeném prostoru. V příloze 2 je situace znázorněna u pásma C vznikajícího pozemním výbuchem 100 Kt 2. 4. 10.05. Střední úroveň radiace na ose vedoucí ze zamořeného prostoru je 140 r/hod. počítáno k jedné hodině po výbuchu. Vzdálenost 12 km ujede autobus, který bude osoby odvážet, při rychlosti 50 km/hod. za 0,24 hodiny. Dávka, kterou osoby obdrží během přesunu bude závislá na době, která uplyne od výbuchu. Čím delší doba uplyne, tím menší dávku obdrží. Předpokládáme, že celý proces (než osoby vyjdou z úkrytů a nasednou do autobusu) nebude delší než 1 hod. a po tuto dobu nebudou chráněny před radioaktivním zářením. Možné varianty obdržených dávek uvádí tato tabulka:

podobné ztráty živé síly. Ztráty u vojsk i obyvatelstva při dlouhodobém pobytu na zamořeném terénu nelze vyloučit v důsledku značných potíží organizace ochrany před zářením. Jsou závislé na rozměrech zamořených pásem, počtech vojsk, době a charakteru jejich činnosti v těchto pásmech, stupni ženiijního vybudování terénu, a také na opatřeních k ochraně vojsk proti účinkům radioaktivního záření a stupni předchozího ozáření. Náhorně jsme toto viděli u příkladů, kdy ani úkryt se značným koeficientem zeslabení nemohl zabránit obdržení dávky.

Orientační ztráty osob jsou číselně rovný součinu celkové mohutnosti pozemních jaderných výbuchů (kt), střední hustoty vojsk (osob/km²) a koeficientu, beroucímu v úvahu stupeň ženiijního vybudování terénu a dobu činnosti vojsk. V centrech a epicentrech výbuchů do ráže 500 kt počítáme se ztrátami 10 osob na 1 kt v hranicích zamořených pásem. Tyto poměrné ztráty v centrech a epicentrech výbuchů mají platnost jen pro výpočet ztrát v radioaktivních stopách.

Např. celková kilotonáž pozemních úderů činí 850 kt. Zamořená plocha je 10 000 km² a na ní je rozmístěno 43 000 osob. Před úderem byla vojska v tomto prostoru 2—3 dny. Pobyt

Doba uplynulá od výbuchu v hod.	Dávka obdržená v úkrytu s koeficientem zeslabení 60 rentgeny	Dávka obdržená za dobu 1 hod. než osoby nasednou do autobusu	Dávka obdržená za dobu výjezdu ze zamořeného prostoru	Celková obdržená dávka (rentgeny)
4	7	38	0,8	46
6	8	24	0,8	33
8	8,6	20	0,7	29
10	9,4	14	0,7	25
12	9,8	12	0,7	23
16	10,5	8,6	0,7	20
20	11,0	7,4	0,7	18
24	11,6	4,8	0,7	16

Z tabulky vyplývá, že požadovaná podmínka je splněna po jednodenním pobytu v úkrytech s následujícím vyvezením osob ze zamořeného prostoru.

Kromě stanovení režimu života vojsk i civilního obyvatelstva v zamořených pásmech umožňuje nám tento způsob předběžného vyhodnocování radiální situace stanovit pravdě-

vojsk na zamořené ploše předpokládáme 12 hodin. Koeficient beroucí v úvahu stupeň ženiijního vybudování je 0,95.

$$\begin{aligned} \text{Střední hustota vojska} &= \frac{43\,000 - 850 \cdot 10}{10\,000} = \\ &= 3,5 \text{ osob/km}^2 \text{ Ztráty} = 850 \cdot 3,5 \cdot 0,95 = \\ &= 2800 \text{ osob.} \end{aligned}$$

Ztráty na obyvatelstvu počítáme obdobným způsobem, avšak bereme střední hustotu obyvatelstva na zamořené ploše pásem B a C. Střední koeficient ochrany při orientačních výpočtech uvažujeme 0,5.

Např. na objekty státu v jedné radioaktivní bariéře bylo použito 12 000 kt pozemních úderů. Zamořená plocha pásem B a C činí 100 000 km². Počet obyvatel v daném pásmu je 8 000 000.

$$\text{Střední hustota obyv.} = \frac{8\,000\,000 - 12 \cdot 000 \cdot 10}{100\,000} = 79 \text{ osob/km}^2. \text{ Ztráty} = 12\,000 \cdot 79 \cdot 0,5 = 474\,000 \text{ osob.}$$

Takto vypočítané ztráty zahrnují osoby, které se zdržovaly po 10 dní na zamořené ploše a onemocněly nemocí z ozáření. Dávky, které mohou obdržet osoby na zamořeném terénu stanovíme podle konkrétní situace buď propočtem z předběžného vyhodnocení radiační situace, nebo podle údajů dozimetrické kontroly.

K zabezpečení bojeschopnosti vojsk v pásmu frontu, teritoriálních orgánů a letectva na zamořeném terénu i ve vzduchu při průletu radioaktivními mraky je nutno učinit taková opatření, aby nedocházelo k ozáření osob nad přípustné normy, nebo dávky stanovené veliteli.

Metodika předběžného vyhodnocování radiační situace dovoluje řešit tyto operační úkoly:

- dobu, kdy je nutno opustit zamořené prostory

- dobu zahájení překonávání zamořených prostorů

- dobu, kdy je možno vysadit vojska v zamořeném prostoru

- dobu pobytu osob v úkrytech

- dobu zahájení obnovovacích prací

- přípustnou dobu práce zařízení, závodů a jiných objektů, nebo dobu pro různé jiné práce

- dobu bezpečného průletu letounů radioaktivním mrakem a stanovení dávek, které obdrží osádky letounů.

Nakonec se zmíním krátce o některých zásadách metodiky práce štábu při předběžném vyhodnocování radiační situace.

Základní údaje k předběžnému vyhodnocování radiační situace jsou parametry o jaderných úderech. Informace o nich budou předávat vojska postupně po všech sítích a pojítkách, a proto je musí u sebe soustřeďovat skupina, určená velitelem armády (frontu), a ihned po dispečinku předávat všem oddělením štábu. Příslušná oddělení štábu předběžně vyhodnocují jaderné úderu a to:

- *operační oddělení* vyhodnocuje vliv úderů na bojeschopnost vojsk (přibližný rozsah ztrát osob i materiálu), na stabilitu bojového uskupení vojsk, stanoví počet a složení skupin

důstojníků, které nutno vyslat k vojskům ke zjištění skutečného stavu a případnému řízení bojové činnosti vojsk, určuje předběžný rozsah prací k likvidaci následků jaderného napadení apod.;

- *chemické oddělení* vyhodnocuje vliv jaderných úderů na pravděpodobný vývoj radiační situace, její vliv na činnost vojsk v zamořených prostorech a navrhuje příslušný režim života. Kromě toho navrhuje vyčlenění sil a prostředků k činnosti v rámci své působnosti;

- *ženijní oddělení* vyhodnocuje prostory možných rozrušení, zatopení, požárů a navrhuje opatření na činnost vojsk v těchto prostorech. Po své linii uskutečňuje odborná opatření (ženijní průzkum, vyčlenění sil a prostředků k uvolnění komunikací, apod.);

- *zdravotnické oddělení (správa)* vyhodnocuje rozsah ztrát a navrhuje opatření k léčebným a evakuačním pracím a jaké síly a prostředky je k tomu možno vyčlenit.

Ostatní druhy vojsk a služeb vyhodnocují vliv jaderných úderů na přímo podřízená vojska a zařízení.

V průběhu vyhodnocování situace po jaderných úderech (hrozí-li nebezpečí z prodlžení) náčelníci druhů vojsk a služeb ihned po zjištění skutečnosti připravují v součinnosti s operačním oddělením (správou) návrh velitele k řešení vzniklé situace (varování o nebezpečí zamoření, vyvedení vojsk ze zamořených prostorů, vyčkávání poklesu vysokých úrovní radiace apod.). V některých případech, jež vyžadují okamžité řešení (zastavit přesun vojsk, vyvést vojska z prostoru, kde předpokládáme vysokou úroveň radiace apod.), přednesou příslušní náčelníci osobně nebo pomocí dispečinku své návrhy přímo veliteli nebo náčelníku štábu.

Na základě předběžného vyhodnocování jaderných úderů velitelé ohodnocují situaci, připravují předběžná rozhodnutí pro činnost vojsk, organizují opatření k zajištění skutečného stavu (vysílají styčné důstojníky, vzdušný radiační průzkum) a připravují vyčlenění sil a prostředků k zabezpečení likvidace následků jaderného napadení nepřítelem (přisunují síly a prostředky k nejdůležitějším prvkům bojové sestavy).

Po zjištění skutečné situace na základě hlášení podřízených stupňů velení, vzdušného a pozemního radiačního průzkumu, ženijního průzkumu a hlášení od druhů vojsk a služeb, operační oddělení v součinnosti s náčelníky druhů vojsk a služeb připraví veliteli podklady k upřesnění přijatého rozhodnutí.

Pojednám krátce o činnosti chemického oddělení při vyhodnocování radiační situace.

V době jaderných úderů nepřítele chemický náčelník je u radiační skupiny a sleduje podle

zákrešů na mapě vývoj radiační situace. Poněvadž úder nepřítel nebudou současné, ale s určitým časovým odstupem, bude nutno každý úder či skupinu úderů vyhodnocovat ihned. Podle toho, jak vzniká úhrada vojskům od radioaktivních mraků, chemický náčelník hlásí po dispečinku vyhodnocené údaje veliteli nebo náčelníku štábu současně s návrhem na činnost vojsk, např.: „Radioaktivní stopa od pozemních úderů v prostoru ... ohrožuje vojska 6 msd. Do prostoru rozmístění 6 msd přijde čelo stopy v 11.20 hod. Prostor rozmístění vojsk divize je v pásmu B, vojska jsou částečně zakopána, navrhuji ponechat na místě do plánovaného přesunu“. Nebo: „Radioaktivní stopa od pozemních úderů z prostoru ... přetíná pochodové osy přesunu 2 msd. K osám přesunu přichází stopa svým čelem v 8.30 hod. Hlavní proud bude překonávat pásmo C. Navrhuji přeskupit vojska za pochodu. Do čela proudu zařadit tankové jednotky. Jednotky a útvary na OT překonávat zamořené prostor rychlostí 40 km/hod. Týly podržet na místě, které dosáhly a jejich přesun zahájit v 10.00 hod. rychlostí 30 km/hod.“. Veškeré potřebné propočty připravuje radiační skupina podle pokynů chemického náčelníka nebo podle požadavků jednotlivých oddělení štábu.

Po skončení hromadného jaderného úderu chemický náčelník vyhodnotí celkovou radiační situaci a doloží veliteli v těchto zásadních otázkách:

- počet úderů nepřítel (pozemní, vzdušné, celková kilotonáž)
- zamořená plocha, vzniklá v pásmu činnosti vojsk a jaká jejich část je pod jednotlivými pásmy zamoření; jaké dávky radiace vojska asi obdrží a jak to ovlivní jejich bojeschopnost;
- jaký režim života vojsk v jednotlivých pásmech zamoření nutno nařídit pro vojska bojující na místě a za přesunu;
- jak radioaktivní zamoření ovlivní zámysl operace, včetně uskutečněných opatření k ochraně vojsk proti ozáření;
- v kterých prostorech nutno radiační situaci upřesnit a jaké síly a prostředky k tomu vyčlenit;
- jaké síly a prostředky chemického vojska, kdy a kam vyčlenit k likvidaci následků jaderného napadení nepřítel.

Po získání podkladů o skutečné radiační situaci chemický náčelník předkládá k uvedeným otázkám upřesněný doklad. Radiační skupina chemického oddělení armády (frontu) nařídí měření v jednotlivých bodech zamořeného pásma, propočte doby výbuchů k jednotnému astronomickému času, a tento pro příslušné zamořené pásmo ohlásí nižším štábům (do pluků vto).

Poněkud jiná metodika práce při předběžném vyhodnocování radiační situace bude u teritoriálních orgánů. Zde bude hlavním zdrojem informace o jaderných úderech *teritoriální radiační hlášená síť*. Údaje o parametrech jaderných výbuchů přicházejí od družstev přes okresní, krajské a okružové radiační střediska do ústředního radiačního střediska, které je ihned vysílá pomocí centrálního vysílače orgánům státní moci (MV/CO, ministerstva) a pomocí dispečinku na záložní ústřední radiační středisko a oddělení teritoriálního štábu. Lze předpokládat, že jaderný úder na státní území uskuteční nepřítel po etapách s určitou časovou mezerou mezi etapami. Nám ovšem nebude známo, zda příslušná etapa skončila nebo ještě pokračuje. Proto je neúčelnější stanovit astronomický čas pro vyhodnocení vzniklé radiační situace, např. každé 4—6 hodin.

V případě nutnosti je možno vyhodnotit situaci v libovolný časový moment od zahájení jaderného úderu, ale pak je nutno ji v zájmovém prostoru neustále sledovat a každou změnu ihned hlásit. Celkové vyhodnocení radiační situace na území státu zahrnuje tyto otázky:

- počet jaderných úderů nepřítel (vzdušných i pozemních) za hodnocený časový úsek, jejich kilotonáž, jak na celém území státu, tak na území okruhů, přičemž uvádíme počet úderů na vojska frontu pokud budou ještě na území teritoria;
- celková zamořená plocha na území státu i okruhů podle jednotlivých pásem zamoření;
- pravděpodobné ztráty osob (vojáků i civilního obyvatelstva), způsobené jadernými výbuchy i radioaktivním zamořením;
- vliv radiační situace na průběh mobilizace a stanovení režimu života v zamořených oblastech;
- vliv radioaktivních oblaků na činnost letectva, jeho manévry a možnost PVOS v zamořených pásmech;
- návrhy na opatření k upřesnění radiační situace v zájmových prostorech a k likvidaci následků jaderného napadení nepřítel;
- součinnost mezi MV/CO, ministerstvy a případně spojeneckými vojsky na teritoriu.

Na podkladě předběžného vyhodnocení radiační situace jednotlivá oddělení teritoriálního štábu ohodnotí jejich vliv ve svých úsecích, předkládají návrhy na činnost útvarů a zařazení v přímé podřízenosti a řeší součinnostní otázky. Podle stavu zamoření atmosféry k upřesnění radiační situace vysíláme vzdušný radiační průzkum podle předem zpracovaných variant a podle nařízení velitele teritoria i v zájmových prostorech. Vzdušný radiační průzkum doplňujeme pozemním průzkumem a na

základě dozimetrických měření vyhodnocujeme skutečnou radiační situaci. Tuto je možno obdržet na štábu teritoria, nejdříve za 6 hod. od zahájení jaderného úderu nepřítele. Dílčí přehled o skutečných úrovních radiace je však

možno získat i dříve ze stanovišť hlídek teritoriální radiační hlášené sítě. Skutečná radiační situace pak slouží k upřesnění dříve vydaných rozhodnutí jak veliteli teritoria tak štábu teritoria.

Závěr

Cílem tohoto pojednání bylo zmínit se stručně a v zásadních otázkách o novém způsobu vyhodnocování radiační situace a dotknout se i některých otázek metodiky práce štábů. Ukazuje se, že technická stránka problému se neliší od dosavadního způsobu, ale mění se obsahová stránka, a to ve prospěch rychlosti a názornosti předběžného vyhodnocování, což je podstatný přínos. Přepočtové tabulky dovolují velmi rychle normový režim života vojsk převést ke skutečnému podle situace a potřeby. Přitom je zachována možnost zákresů radiační situace i v izočarách, bude-li to nutné. U tohoto způsobu se přistoupilo k řadě zjednodušení a přibližným číselným hodnotám, což ale vzhledem k orientačnímu charakteru předběžného vyhodnocování nemá zásadní význam. Nezakresluje hranice odpovídající staré izočáře 0,5 r/hod., což je nevýhodou vzhledem k současné metodice.

Nový způsob předběžného vyhodnocování radiační situace je pro stupeň armáda a front přínosem a jeho zvládnutí nebude spojeno se zvláštními obtížemi.