

Význam meteorologie pro soudobou válku

Nadporučík v zál. Richard Husman

Vliv podnebí a počasí na průběh vojenských operací je znám již od starověku. Zavedením nové bojové techniky se tento vliv postupně zvyšoval a v době zbraní hromadného ničení (ZHN) je již velmi značný. Tím většího významu nabývá vojenská meteorologie, která se zabývá studiem vztahů mezi ději v atmosféře a vedením válečných akcí, a samozřejmě i vojenská meteorologická služba, která je odbornou složkou armády pro zabezpečení různých druhů vojsk po stránce vlivu počasí na jejich bezprostřední činnost.

Vojenská meteorologická služba se v armádě objevuje zhruba od začátku tohoto století. Značného uplatnění našla v první světové válce a ve druhé světové válce tvořila již rozsáhlou a důležitou odbornou složku, která platně pomáhala nejen letectvu a námořnictvu, ale také pozemním jednotkám, útvarům a svazkům, hlavně dělostřelectvu a tankovým vojsk, při odhadování sýzdnosti terénu a zabezpečování přesné a účinné palby, a která dále dodávala podklady pro plánování všech druhů operací včetně rozsáhlých výsadekových operací.

V naznačených mnohotvárných úkolech vojenské meteorologické služby obvykle doposud převládá úkol pomáhat zabezpečit dopravu ničivého prostředku na cíl. V současné válce budou úkoly vojenské meteorologické služby podstatně rozsáhlejší a tím se samozřejmě zvětší její odpovědnost. Vojenská meteorologická služba bude totiž muset nejen pomáhat zabezpečovat dopravu ničivého prostředku do cíle, ale navíc také opatrovat a poskytovat velitelům informace k odhadu a určení změny účinnosti ničivého prostředku, pokud tato změna je spojena se změnou stavu atmosféry, se změnou počasí, přičemž význam těchto informací bude samozřejmě stoupat s významem prováděné akce. Konečně je nutno se též zmínit o současných možnostech umělého ovlivňování počasí pro válečné účely.

Podíl vojenské meteorologické služby na dopravě ničivého prostředku na cíl

V soudobé válce první hlavní úder nebude veden skupením pozemních vojsk, nýbrž hromadně nasazenými ZHN, dopravovanými k cíli vzduchem. Dopravními prostředky budou letouny, rakety, řízené i neřízené střely, aerostaty i samo ovzduší. Jaké informace má vojenská meteorologická služba, respektive může velitelům pro útok nebo obranu všeobecně poskytnout a jaké je na tyto informace spolehlivost?

V podstatě jde buď o stav současný nebo o prognózu počasí budoucího. Oba tyto druhy informací se časově sice vždy co nejvíce vztahují k danému úkolu, avšak tím se nic nemění na skutečnosti, že stav počasí se týká dějů právě probíhajících nebo již prošlých a tudíž ověřitelných, a prognóza počasí se naopak týká dějů ještě nenastávajících. Tím je také již naznačena spolehlivost obou druhů informací: informace o stavu počasí — samozřejmě informace čerstvé — jsou poměrně spolehlivé, neboť používána metodika i technika jejich

zjišťování je již značně vyspělá; prognózy za spolehlivé vždy považovat prozatím nelze a proto z hlediska velitelsko-štábních úkolů je nutno jejich věrohodnost pečlivě posuzovat.

Poměry v nižších vrstvách atmosféry jsou totiž velice složité. Proto meteorolog, který pro vývoj těchto poměrů sestavuje prognózu, může teoreticky i při dobré znalosti své práce a po získání všech potřebných údajů sestavit prognózu chybnou (chyba se může projevit buď v určení typu nastávajícího počasí, nebo typ počasí může sice být určen správně, avšak je špatně určena doba nebo místo jeho nástupu). Dnešní přesnost krátkodobých prognóz, sestavovaných podle tzv. frontologické školy (vytvořené Norem Björknesem na základě pohybu studených a teplých vzduchových mas a vlivu akčních center) nebo podle pouček dynamické meteorologie, dosahuje průměrně asi 80 %. U prognóz střednědobých, obvykle týdních až sedmidenních, je přesnost menší, a pro-

gnózy dlouhodobé jsou zatím jen inormativní. Zdá se, že podstatnějšího vylepšení prognóz nelze použitím obvyklých metod již dosáhnout a tak se úsilovně hledají metody nové.

Dosti slibné jsou metody početní, kde zavádění rychlostních počítačů strojů, obvykle elektronických, může přinést určité výsledky, hlavně při předpovídání tlakových útvarů, avšak ani v tomto směru nelze očekávat rychlé úspěchy. Vždyť např. některé navrhované rovnice modelů se po přezkoušení ukáží, že jsou jen ryze formálním použitím matematiky, v němž není vystižena hledaná fyzikální podstata atmosférických jevů. Kladný vliv na přesnost prognóz by snad mohly později mít zpracované výsledky z Mezinárodního geo-

fyzikálního roku, které mimo jiné pomohou lépe objasnit vliv obrovské ledové antarktické plochy na celosvětový vývoj počasí. Přínos lze v budoucnosti též očekávat od výzkumů s umělými družicemi a výškovými raketami, s jejichž pomocí vzaté série snímků umožní získat představu o velkoprostorovém rozložení oblačnosti, charakteristické pro vývoj určitého druhu počasí; družice také umožní soustavně měřit záření na horní hranici atmosféry.

Jak informace o stavu počasí, tak i jeho prognózy se mohou vztahovat ke kterémukoli fázi letu, tedy ke vzletu, letu na trati, letu v cílovém prostoru nebo k přistání. V dalším tyto fáze spojíme s příslušným dopravním prostředkem.

Vojenská meteorologická služba a letouny

Letouny i další dopravní prostředky vzdušného napadení s plochou drahou letu budou vyžadovat jak informace o stavu počasí, tak jeho prognózu. Význam stavu počasí je pro všechny fáze letu stále platný, avšak význam prognóz se proti jejich významu z minulého válce poněkud změnil.

I když totiž vyloučíme z úvahy předpoklad, že ve vyhlazovací válce by letouny, hlavně letouny určené k obraně zázemí, musely plnit dané úkoly bez ohledu na možnost návratu a tudíž také bez ohledu na předpokládané povětrnostní podmínky v době přistání, přece jen potřeba některých druhů leteckých prognóz je již ovlivněna dokonalejší technikou.

Na prognóze pro vzlet není dnes pilot již příliš závislý, protože na patřičně vybaveném letišti vzletne prakticky bez ohledu na dohlednost a vítr. Prognóza pro

přistání je poměrně ještě stále žádoucí, neboť třebaže zde někdy platí podmínky dosti podobné podmínkám ke vzletu, přece jen u letounů s vyšší přistávací rychlostí je nutno počítat s příznivějšími přistávacími limity. Prognóza pro let na trati, ještě nedávno tak potřebná, ustoupila v době palubních radiolokátorů poněkud do pozadí jak z hlediska navigace, tak z hlediska výstrahy před nepříznivými povětrnostními jevy, a podružuje svůj význam hlavně pro předběžný výpočet neekonomičtější trati delších letů. Prognóza pro cílový prostor je stále důležitá, zvláště při nízkých náletech bitevních, kdy pilot je odkázán — alespoň v poslední fázi útoku — výhradně na orientaci podle terénu; při náletech výškových, umožňujících plně využít prostředků k zasažení cíle i bez vidu, aby tato prognóza sloužila alespoň informativně.

Vojenská meteorologická služba a rakety

Na rakety či na další prostředky vzdušného napadení s balistickou drahou letu působí počasí asi více při vzletu, kdy rychlost odpalovaného tělesa je malá, než při přibližování k cíli. Vzhledem k veliké rychlosti raket by byly požadovány spíše prognózy krátkodobé, sestavované několik desítek minut před odpálením. Ještě lépe by posloužily skutečné informace o stavu ovzduší, hlavně informace o hustotě vzduchu a rychlosti a směru větru v různých hladinách nad místem vzletu.

Prognózy pro vysoké vrstvy atmosféry, např. prognózy ionosférických větrů, s jejichž pomocí by byly počítány trajektorie pro let rakety na trati, neumí řadový meteorolog, zabývající se počasím v přizemních vrstvách, doposud sestavit. Tento složitý problém se týká spíše geofysiků — meteorologů může jen podat běžný výklad o významu údajů, jež byly ve vysoké atmosféře konkrétně zjištěny (z praktického hlediska lze předpokládat, že atmosféra nad 30 km je pro meteorologa zatím ještě atmosférou vysokou).

Vojenská meteorologická služba a aerostaty (prostředky lehký vzduchu)

Vztah mezi meteorologií a balóny, volně se pohybujícími v meteorologové „pracovním prostředí“, je neobyčejně těsný. Již dlouho se aerostaty používá jako důležitých prostředků ke zjišťování stavu ovzduší; asi od r. 1916 se pravidelně vysílají balóny s registračními přístroji, v poslední době se obnovuje tradice národního výzkumu pomocí aerostatů, obvykle balónů s osádkou. Nás ovšem nezajímá v tomto případě služba aerostatů pro meteorologii, nýbrž vztah opačný, služba meteorologie pro aerostaty a to pro aerostaty vojenské. Abychom případné požadavky na meteorologii mohli správně posoudit, musíme si předem ujasnit, jaké úkoly aerostaty ve válce měly a jaké by jednou mohly mít.

Nepřehlízíme-li k upoutaným aerostátům pozorovacím a aerostátům protivzdušné obrany, byl prvním účinným vojenským aerostatem známý aerostat Zeppelinův, jehož různé verze ve tvaru vzducholoď podobaly v první světové válce nálety, obvykle noční, na Anglii. Ve druhé světové válce bylo podle původních zpráv aerostatů používáno — vzhledem k jejich poměrně malé rychlosti a velké zásahové ploše — jen k pobřežnímu hlídání proti ponorkám; nedávno však bylo uveřejněno, že aerostaty byly originálním způsobem nasazeny pro dopravu výbušných náloží.

Od r. 1942 se totiž japonské velení z psychologických důvodů usilovně snažilo odplatit Američanům bombardovací nálety, avšak postrádalo dálkových letounů. Po národní urážce, vyvolané přeletem Doolittlových bombardérů přes palác posvátné osoby Mikadovy, byla přijata myšlenka meteorologa Arakawy, který akt msty navrhl využít kinetické energie atmosféry a napadnout americké území balóny bez osádky. Návrh byl později realizován a dokonce války bylo prý vypuštěno asi 9000 balónů s pumami v závěsu. Pro nedostatečné informace o vzdušném proudění, způsobené většinou nemožností podniknout potřebný letecký průzkum, a dále pro některé závažné technické — obal z nedokonalé impregnované papíroviny byl naplněn vodíkem — přeletělo Pacifik jen několik procent balónů, které byly většinou zachyceny hřebeny Skalitých hor nebo přistály v řídce obydlených územích. Americké úřady z obav před panikou však přesto zachovaly o věci přísné mlčení. Protože Japoncům chyběl

účinný ničivý prostředek, byl vojenský význam celé akce nepatrný (jde spíše o záležitost historickou, neboť zřejmě poprvé v dějinách bylo americké území napadeno ze vzduchu). Jestliže však akci posuzujeme retrospektivně, je zřejmé, že její následky mohly být vážné; prokázaly to pozdější zprávy z chabarovského procesu a z korejského bojiště, podle kterých — jak známo — Japonci dlouho konali pokusy s masovým pěstováním a rozšiřováním virulentních mikroorganismů.

V posledních letech konají intenzivní pokusy s balóny na dálných tratích Američané. Pokusy mají s největší pravděpodobností charakter zpravodajský a jedním z jejich úkolů je podle našeho názoru průzkum ovzduší, kterým se v závislosti na vybraných synoptických (současné pozorovaných) situacích sonduje výskyt, směr, intenzita a periodicitu vzdušných proudů nad střední a východní Evropou. Zmíněné informace jsou potřebné nejen pro velkoprostorovou prognózu počasí, ale také pro ekonomii letu strategických bombardovacích letounů a pro získání představ o cestách šíření radioaktivního prachu v atmosféře.

Konečně nelze ani vyloučit, zda Američané nesledují japonský vzor a zda neexperimentují se směrovanou hromadnou dopravou ZHN. Nákladní aerostat by byl vzhledem k dnešní astronomické ceně levných letounů a raket neobyčejně levný, nevyžadoval by náročné vycvičenou osádku a poměrná nejistota možného zásahu cíle by byla značně vyvážena velkou prostorovou účinností ZHN a vypouštěním balónů v sériích. Nosnost balónů by mohla odpovídat několika metrickým centům a u velkých balónů komorových dokonce tunám, jejich cestovní výška by mohla dosahovat hladiny až 10 milibarů (asi 30 km), kde rychlost proudění 80–100 km/hod. a někdy i značně vyšší není zvláštností. Poměrně spolehlivě by při útoku mohla být udržována stálá hladina letu, balónu, zaznamenávána jeho poloha vzhledem k zemi a udržováno průběžné spojení se základnou. Protože plastický obal balónu, např. druh polyethylenu s protiradarovou reflexivní vrstvou, by byl jen velmi těžko zachytitelný, a protože výška letu by se kryla s hranicí dostupnosti jen těch nejmodernějších prostředků protivzdušné obrany, bylo by masové nasazení balónů nebezpečné.

Pro zmíněné nálety by aerostatům musela být poskytována obdobná meteorologická služba jako letounům. Protože však jednou započatý nálet, tj. v podstatě vypuštění aerostatů, by nebylo možno již zastavit, musel by být kladen značný důraz na přesnost prognózy jak pro vzlet, tak pro let na trati i v cílovém prostoru, přičemž prognostik by se musel opírat

o informace, opatřené průzkumem. Pro vlastní vzlet by ovšem mělo největší význam zjištění stavu počasí v místě. Z hlediska obrany proti aerostatům by vojenská meteorologická služba musela poskytovat velitelství protivzdušné obrany výstrahu ihned, jakmile by výškový vítr nabyl směru, který by napadení bráněného prostoru aerostaty dovolil.

Podíl vojenské meteorologické služby na změně účinnosti ničivého prostředku

Podíl meteorologické služby na dopravě ničivého prostředku do cíle by byl stále veliký, třebaže — jak se zdá — při některých druzích dopravních prostředků by větší důraz než na prognózu musel být kladen na spolehlivou znalost konkrétního stavu ovzduší, oprájecí se o rozsáhlý vzdušný průzkum počasí nebo o průzkum radiotechnickými prostředky.

Zdural jsem však již úvodem, že v soudobé válce by se vojenská meteorologická služba musela podle mého názoru podstatně podílet také na zjišťování změn účinnosti ničivých prostředků — ZHN — v útoku i v obraně, takže její význam pro dosažení bojových úspěchů by byl nepoměrně větší než ve válkách minulých. Pokusím se tento názor zdůvodnit:

Pro účely této práce budu předpokládat, že jevy, kterými je použít ZHN provázáno, jsou buď mechanické, tedy na stavu atmosféry ne příliš či ne vždycky závislé, nebo chaotické, tedy na stavu atmosféry vždy a značně závislé.

Jevy mechanické, jako např. tlaková vlna a světelné a tepelné záření, působí bezprostředně z bodového a v daném okamžiku fixního zdroje, z něhož se atmosférou šíří přímočaře a rovnoměrně. Účinek těchto jevů, který může být současným stavem atmosféry změněn jen pokud se dosahuje výše, lze podle známých zákonů dobře vysvětlit, lze jej také spolehlivě měřit a při znalosti potřebných údajů poměrně také spolehlivě předvídat. A co víc, jak zjištěné, tak předpokládané hodnoty tohoto účinku je možno rychle znázornit pomocí soustředěných kruhů při zobrazení plošném nebo pomocí koule o několika pláštích při zobrazení prostorovém a poskytnout tak velitelům názorné podklady pro další rozhodování.

Jevy chaotické souvisí s použitím bojových chemických látek, bojových biologických prostředků a s výskytem částic, infikovaných sekundárním pronikavým zářením, ať již bojových radioaktivních lá-

tek nebo zplodin po jaderném výbuchu. Tyto jevy působí se zpožděním — někdy velmi značným — z čarového nebo objemového a v každém okamžiku labilního zdroje, z něhož se atmosférou šíří nerovnoměrně a nahodile. Účinek těchto jevů, který může být současným stavem atmosféry změněn jak pokud se dosahuje tak pokud se směru výše, nelze dosud podle známých zákonů dobře vysvětlit, nelze jej vždy spolehlivě měřit a samozřejmě ani příliš spolehlivě předvídat. Jen nesnadno a poměrně pracně lze tento účinek znázorňovat pro potřebu velitele. Jestliže při použití ZHN, vyvolávajících jevy mechanické, je pomoc meteorologické služby vhodná, pak při použití těch ZHN, s nimiž souvisí výskyt jevů chaotických, je tato pomoc již nutná.

Posoudíme-li publikované účinky zbraně jaderné ve vztahu k meteorologickým podmínkám, můžeme předpokládat, že jednotlivé atmosférické prvky jen málo působí na vzniklou tlakovou vlnu (změna hustoty vzduchu s nadmořskou výškou), také poměrně málo na přímé záření pronikavé a poměrně značně na záření světelné (přítomnost prachu a hydrometeorů v ovzduší). Na meteorologické službě by bylo proto požadováno, aby s ohledem na použitý druh a ráži nálože, převládající povětrnostní podmínky a popřípadě též charakter podloží, odhadla dosah účinků tlakové vlny a nebezpečné intenzity světelného záření. Pro první případ by bylo nutno znát hlavně troposférickou teplotu a strukturu větru, pro druhý případ dohlednost a oblačnost. Při operacích v zalidněném prostoru by se včasná odpověď na tyto otázky — hlavně pokud se světelného záření týče — mohla týkat deseti tisíců životů.

Se šířením bojových chemických látek, konkrétně plynů, byly získány značné zkušenosti již v první světové válce. Z těchto zkušeností vyplývá, že plynový útok, zvláště útok plynu vinového, by byl bez kon-

zultace s meteorologem pro velitele ne-
snadnou záležitostí, neboť ani vyšším ve-
litským kádrům nelze v rámci celkového
školení umožnit dostatečně účinnou praxi
v kalkulaci se složitými povětrnostními
podmínkami; vzhledem k výskytu podmínek pro
rozšíření plynů skutečně příznivých, tj.
ustáleného a slabšího přízemního větru
při stabilním zvrstvení, nelze v konkré-
tních bojových podmínkách očekávat příliš
často. Tato zásada platí samozřejmě nejen
pro útok, ale i pro obranu. Po náhlém na-
sazení chemických látek v první světové
válce byli na západní frontě k operujícím
svazkům narychlo přidělováni poradci —
fyzikové, kteří pomáhali řešit řadu dopo-
sud neznámých problémů, včetně sledová-
ní cest plynů neviditelných, ochrany před
umělou mlhou z hořavin apod.

Souvinnost mezi povětrnostní a šířením
bojových biologických prostředků je ne-
jasná. Určitým vodítkem v tomto směru
jsou výsledky úvah a výzkumů, konaných
příležitostně při výskytu některých epide-
mií. Protože však, a to i ve vyvinutých
zemích, patřičný výzkum byl dlouho opo-
míjen, jsou dosavadní výsledky slabé.
Určitý význam by snad mohla mít některá
poznání z fyziologie a balneologie (lázeň-
ská léčba), avšak ani s jejich pomocí by
nebylo možno dosáhnout spolehlivých zá-
věrů.

Lze jen tvrdit, že při šíření biologic-
kých prostředků ovzduším je nutno posu-
zovat nejen možné cesty jejich přenosu
(vliv větru), ale také jejich virulenci a ži-
votnost vůbec (vliv atmosférické teploty,
vlhkosti a slunečního záření). Protože
bojové biologické prostředky by k odolání
tvrdým náporům atmosféry byly zřejmě
předem uměle aklimatizovány, bylo by
jejich šíření otázkou dlouhodobou a z hle-
diska vojenské meteorologie snad vůbec
neřešitelnou. Meteorolog by neměl mož-
nost škodlivé organismy systematicky sle-
dovat, a tak by jen mohl případ od případu
upozornit, že nastává období anticyklonální
(atmosférická tlaková výše) — které
se zdá být příznivější pro životnost virů
— nebo naopak vlhké a ne příliš chladné
období cyklonální (atmosférická tlaková
níže) — které se zase zdá být příznivější
pro životnost bakterií. Tím by asi meteoro-
logovy možnosti byly vyčerpány.

Souvinnost mezi povětrnostní a šířením
bojových radioaktivních látek (BRL) je
problém nejzávažnější. Nepočítáme
ani tak s těmi BRL, jež by byly do ovzduší
speciálně rozprašovány ve formě umělého

prachu nebo kapaliny. Máme zde spíše na
mysli možnou infekci atmosféry při velko-
rážných jaderných pozemních výbuchích.
Nebezpečí tohoto druhu bylo alarmujícím
způsobem prokázáno, jak známo, nahodile
začátkem r. 1954 v Tichomoří.

Jaderné zbraně vyvolaly velkou změnu
v teorii vedení válek a bojových operací.
Použití těchto zbraní v kategorii výbuchů
vzdušných — i když jde o zbraně mohut-
né a ve značném okruhu působící — stále
však představuje z hlediska obrany záze-
mí a ochrany obyvatelstva relativní účinnosť
bodovou a krátkodobou, které lze při
včasné výstraze s určitou nadějí čelit
evakuací, rozptylem a úkrytem ohrože-
ných osob. Ochrana živé síly by však byla
znesnadněna a celý řád, jestliže by bylo
použito megatunových zbraní v kategorii
výbuchů pozemních, které vzhledem k roz-
sáhlému zamoření atmosféry by měly
účinnost oblastní a dlouhodobou. Např.
při shora zmíněném výbuchu na Bikini
bylo vyhozeno do atmosféry takové množ-
ství korálovitého prachu, že po několik
dní byla nebezpečně ohrožena oblast
o rozloze téměř 18 000 km²; je zřejmé, že
taková událost v některé hustě zabydlené
oblasti by byla situace vůbec neřešitelná
a tudíž katastrofální.

Vzhledem k letálním (poměr mrtvých
k počtu zasažených) nebo alespoň silně
škodlivým dávkám, které horký radio-
aktivní výpadek vyzařuje, by za válečných
podmínek muselo být v jakémkoliv pro-
storu zasaženém megatunovým pozemním
výbuchem ukryto nejen obyvatelstvo, ale
také — až na ojedinělé jednotky speciál-
ně vybavené — vojsko. Vést brzy po vý-
buchu v takovém prostoru ve větším roz-
sahu boj by bylo nemožné. Pro názornost
uvedeme, že k vytvoření téměř nepropusť-
ného pásma, zasahujícího po několik dní do
značné operační hloubky, by mohlo stačit
rozmístit v daném okamžiku za vhodné
synoptické situace podél čáry dotyku dvou
hlavních odpůřících skupení řadu megatu-
nových pozemních výbuchů, např. ve
střední Evropě asi 10—12 náloží s ener-
gií 10 MT na spojnicí bodů Štětín - Terst.
Ve výhodě by samozřejmě bylo to skupení,
které v době zahájení útoku by leželo na
návětrné straně. Využití směru větru
k zamoření protivníkovy území silným ra-
dioaktivním výpadkem by za určitých
podmínek mohlo s největší pravděpodob-
ností představovat změnu momentu pře-
klopení z faktoru přechodně a krátkodobě
působícího ve faktor působící dlouhodobě.

Proto při volbě doby k zahájení konfliktu by zřejmě bylo nutno přihlídnout ke stavu povětrnosti.

Předpokládáme, že zmíněná meridionální (jdoucí ve směru poledníků) přehrada megatunových výbuchů tvoří z hlediska zbytkové radioaktivity tzv. plynulý čárový zdroj.

Pak průměrný výškový vítr nad střední Evropou by musel být ve směru asi 120° až 320° , jestliže by situace měla být — a přihlídnutím k rozdělení barických (tlakových) polí — výhodná pro západoevropské země NATO; ideální směr větru pro tyto země by byl asi 240° až 280° . Pro státy socialistické by takové směry větru byly ovšem nevýhodné; radioaktivní výpadek by byl roznášen po jejich území nejen ihned při napadení, ale navíc by byl větrem vrácen jako dodatečný ničivý faktor z území útočníka po odvetném úderu. Zeměpisně by horkým radioaktivním výpadkem při západním proudění byly nejvíce postiženy NDR, záp. část Polska a Čechy s Moravou, tedy země s nedostatečnými evakuačními prostory.

Z dalších povětrnostních prvků je nutno posoudit dohlednost a oblačnou pokrývku. Útočníkovi by všobecně vyhovovala špatná dohlednost a obloha bez oblačné pokrývky (situace za mlhy) na území vlastním a naopak dobrá dohlednost a nižší souvislá oblačná pokrývka na území napadeném; po výbuchu jaderných náloží na napadeném území by netlumené pronikání světelného záření průzračnou atmosférou a reflektivní účinek oblaků byly pro útočníka velikou výhodou.

Je ovšem zřejmé, že za mimořádně vyhraněných podmínek politických by nemusel být vzat na podmínky povětrnostní vůbec zřetel, a dále, že k napadení území by mohlo také dojít zcela nahodile. Kromě toho by ani žádná meridionální přehrada z megatunových náloží nemusela být ve střední Evropě vůbec vytvořena a útočník by se mohl omezit na přímé ničení vytčených cílů.

V takovém případě by atmosféra nad střední Evropou byla zamořena převážně výpadkem střednědobým, spadnuvším obvykle během několika desítek hodin, zatím co výpadek krátkodobý, spadnuvší během několika desítek minut až několika hodin by pokrýval pouze určité oblasti. Jestliže nepřihlížíme k výbuchům menších jaderných zbraní, u nichž bezprostřední efekty tlakové a světelné obvykle převažují efekty rozptýlené sekundární radiace, musíme možný rozsah zamoření krátkodo-

bým „horkým“ výpadkem odhadnout podle jediné možné direktivy — podle předpokládaných megatunových cílů. V souvislosti s tím potřebujeme ovšem znát polohu těchto cílů a pravděpodobnou ráži pum, k jejich zničení potřebných.

Aniž bychom chtěli diskutovat o tom, zda na našem území jsou nebo nejsou vhodné megatunové cíle, použijeme pro názornost teoretického příkladu „Praha“.

Plošná výměra Prahy činí asi 170 km^2 . Kdyby tato plocha byla kruhovitá, byl by její poloměr přibližně $7,5 \text{ km}$. Běžný pohled na plán města a dislokaci průmyslu ukazuje, že vzhledem k poměrně malým rozměrům zastavěné plochy by poloměr kruhového pásma totální destrukce se středem (centrální zóny) třeba nad Vítězkem mohl být podstatně menší, a to asi jen 4 km . Kdyby ještě na hranici tohoto pásma měl být dostatečně ničivý přetlak, muselo by být použito nálože větší než 300 kt . To by vyžadovalo zasáhnout přesně střed cíle, s čímž počítat nebudeme. Počítat s průměrnou maximální chybou při zásahu také nebudeme, nýbrž vezmeme v každém případě polovinu hodnoty. Jestliže dále předpokládáme, že pravděpodobnost použití rakety a letounu je jedna polovina, dostaneme pro obě uvažované zbraně společnou průměrnou odchylku asi 1 km . Zvětšíme proto uvažovaný poloměr kruhového pásma totální destrukce na 5 km , což by vyžadovalo použití nálože asi 600 kt . Pro jistotu budeme počítat s náloží 1 mt .

Jaké zamoření atmosféry by tato nálož mohla způsobit? Kdyby při pozemním výbuchu nálože asi 1 mt několik málo procent povrchu ohnivé koule se přimklo svou sečnou plochou na zlomek vteřiny k zemi a způsobilo obrovskou tepelnou energii na podloží, pak ze středu Prahy by se okamžitě vypařilo mnoho tun organické a anorganické hmoty, silně infikované sekundární radioaktivitou. Největší vahou by pravděpodobně přispěla voda z Vltavy, jejíž 1 km v pražském korytu při průměrném stavu hladiny váží podle odhadu hydrologů asi $600\,000$ až $800\,000 \text{ tun}$. V letním údobí by tato váha byla ještě zvětšena o váhu olistění a mizy dřevitých porostů četných pražských sadů. Z okrajů kruhovitěho pásma totální destrukce by byly také nasáty částice hmoty ve skupenství pevném, jako prach, popel, písek, rostlinné a živočišné zbytky atd.

Mohutný sloup rozžhavených plynů by dosáhl výšky asi 25 km . Po proběhnutí příslušných ochlazovacích a kondenzačních

ddějí by byl na úrovni tropopausy (myšlená hranice mezi troposférou a stratosférou) vytvořen známý věnec. Lehké radioaktivní částice by možná byly zachyceny tryskovým prouděním, avšak v každém případě by začaly být roznášeny po atmosféře, kde by pobývaly týdny, měsíce a třeba i roky, nabytou radioaktivitu by podle známých závislostí ztrácely a z hlediska vojenského by nás příliš nezajímaly. Těžké částice by byly vířeny, dosti rovnoměrně rozmetány do vzdálenosti jakýchkoli 15 km od epicentra a sedimentovaly by během několika desítek vteřin až desítek minut. Ani s těmito částicemi se dále zabývat nebudeme; podotkneme jen, že jejich aktivita by zabránila podnikat v pásmu totální destrukce rozsáhlejší záchranné práce.

Zbývající částice by nás však velmi zajímaly, neboť jako střednědobý horký výpadek by klesaly po dráze dané gravitací a vzdušným prouděním a zamořovaly by oblast daleko ve směru po větru. Jestliže předpokládáme, že útok na Prahu by byl proveden při plynulém západním proudění, pak oblast východně od města by nebyla evakuačně příznivá; nebezpečná radioaktivní stopa — mající pravděpodobně tvar dlouhé elipsy s kratší osou o délce asi 40 km by sahala až na okraj Moravy. V plánech CO by s východním sektorem mělo být počítáno jen tehdy, jestliže by v něm bylo možno předem zajistit nepřetržitý pobyt obyvatelstva v krytech nebo alespoň v úkrytech po dobu několika dní. Zvlášť důrazně by na zajištění potřebného úkrytu z hlediska střednědobého radioaktivního výpadku muselo být dbáno v prostoru zhruba mezi Prahou a Kolínem, odkud — s přihlédnutím k průměrným rychlostem vzdušného proudění — by totiž obyvatelstvo nemělo možnost uniknout ani při včasné výstraze.

Obdobně jako pro Prahu by měly být vymezeny nevhodné sektory pro každý megatonový cíl na našem území a to s tím, že úkrytové polohy by neměly být určovány ani tak podle výsledků dosavadně prováděných předběžných klimatických průzkumů CO, z hlediska skutečné účinnosti dosti pochybných, jako spíše podle praktických možností, opírajících se o použití vhodných staveb, o přísnové cesty, skladiště apod. Je faktem, že radioaktivní výpadek se bude ve větší míře usazovat na návětrných svazích než na závětrných, že inverzní polohy podrží svou výhodu, že sedimentace ve větších nadmořských výš-

kách bude menší, že perzistence v porostech bude trvalejší než na holých půdách. Přece však by mělo být především dbáno dosažitelnosti přijatelného úkrytu a pak teprve všech ostatních případných okolností.

Před střednědobým radioaktivním výpadkem by podle autorových názorů bylo možno za určitých okolností uprchnout. Naznačuje to popis události přihodivší se při výbuchu sopky Mt. Lamington v r. 1952, kdy před postupujícím velkým mračnem sopečného popela byla provedena evakuace po ose. V oblasti místa výbuchu velké jaderné nálože by pokus o únik stál za úvahu již z pásma C, z oblasti předpokládané radioaktivní stopy pak kdekoli vze vzdálenosti alespoň 50 km od epicentra. Základní podmínkou úspěchu tohoto kroku by ovšem nebyl jen vhodný dopravní prostředek, ale také znalost rozsahu zamořené plochy a znalost směru a rychlosti postupu radioaktivního výpadku.

V souvislosti s různými úvahami zde naznačenými je zřejmé, že meteorologická služba by nejenom mohla upozorňovat na velkoprostorové synoptické situace, vhodné či respektive nebezpečné pro vypuknutí konfliktu, ale také by mohla poskytovat údaje o směru, velikosti a tvaru radioaktivním výpadkem zasažené plochy a tak podstatně přispět ke zvýšení bezpečnosti živé síly. Zmíněné údaje by sice neměly jednoznačnou platnost, ale byly by cenné. Vydávat v době ohrožení území jaderným útokům a zvláště již v době útoku nějaké zásadní evakuační příkazy bez konzultace s povětrnostní službou by bylo nesprávné.

Směr, velikost a tvar radioaktivním výpadkem zasažené plochy by byl vyhodnocován formou isorad (čary určující radioaktivitu určité hodnoty) na mapách, z nichž by v závislosti na čase mohly být předvídány příčné změny. Bylo by k tomu zapotřebí pohotových informací synoptických i aerologických, týkajících se výškových větrů z několika hladin. Kromě toho by bylo nutno znát konkrétní radiační situaci k danému okamžiku.

Průzkum radiační situace na válčišti i v tylu by měl být jedním z hlavních úkolů vojenské meteorologické služby. Meteorologická služba je totiž k plnění zmíněného úkolu velmi způsobilá, neboť může s výhodou použít svých běžných pracovních prostředků a metod. Mezi soustředováním a zpracováváním zpráv např. o množství srážek a stavu půdy na jedné straně a mezi soustředováním a

zpracováváním zpráv o radioaktivitě není přílišného rozdílu. Také měření radioaktivního záření primárního je v podstatě měřením meteorologickým, používaným k měření přirozeného pozadí. K soustředování výsledků těchto měření lze použít meteorologického systému kódování zpráv a vlastní práce na mapách, týkající se analýz a prognóz radiální situace, je analogická s analýzami a prognózami synoptickými, o něž se opírá. Konečně i systém rozlašování zpráv a informací je v meteorologii pevně zaveden a ani jeho zvláštní forma, tj. předávání výstrah, např. při smrtích, není neobvyklá. Poněvadž široký radiální průzkum je ve vojskách obvyklý, bylo by jej třeba jen doplnit průzkumem vzdušným, a vytvořit pružnější organizaci spojení a několik příslušných center s meteorologickou složkou.

Umělé ovlivňování povětrnosti ve prospěch vojenských operací.

Pokusy s umělým ovlivňováním povětrnosti jsou konány již dlouho, kolem r. 1930 se řešení této otázky přenáší z teoretických úvah na praktické pokusy v atmosféře. Původní práce byly zaměřeny hlavně na hydrometeory, tedy na jejich tvorbu v době sucha a naopak na zeslabení jejich účinků v době katastrofálních jevů, jako např. krupobití. Pokusy se prováděly hlavně pro účely zemědělské a pro letecký provoz; nyní je zřejmé kladen hlavní důraz na jejich možný význam vojenský.

Srážky měly být uvolněny z vodního oblaku zvukem, kouřem, elektrostatickým nábojem, tekutým vzduchem, suchým ledem, salmiakem, různými jodidy a dalšími chemikáliemi. Oblaky byly infikovány libovolným dopravním vzdušným prostředkem nebo pomocí pozemních hořáků. Podle druhu oblaků byly zvoleny různé metody; šlo o přeměnu přechlazených vodních kapiček na led, o zvyšování koncentrace ledových jader, o podporu koncentrace nebo koagulace (srážky kapek) kapiček; problémem obvykle bylo získat za vhodných podmínek dostatečné množství hygrokopických jader. Podle uveřejněných zpráv však dosud žádné pokusy nepřinesly výsledky dostatečně spolehlivé. Někdy se srážky tvořily nebo rozpouštěly, někdy ne, a významnějších úspěchů se dosáhlo ojediněle v některých subtropických a hlavně tropických krajích.

Nové směry ve výzkumu přinesly po-

Také civilní hydrometeorologická služba by měla být připravena již v době mírové. Vyžadovalo by to zvládnutí různé teorie o difuzi (rozptyl) a turbulenci (vířivé pohyby) v ovzduší, shromáždění a prozkoumat aeroklimatický materiál z příslušné oblasti, vybavit více stanic spolehlivým zařízením k měření výškového větru, vybudovat síť hlásek radioaktivity ovzduší a radioaktivity v odních toků a nádrží, zříditi analytické laboratoře; organizačně pevně stmelené složky by měly být vybaveny duplicitním sdělovacím zařízením a napojeny na řídicí ústředí, dotované vybraným personálem a potřebnou technikou, v níž by neměl chybět počítačový stroj, simulátor k zobrazení zasažené plochy a plastická mapa území. Služba by měla být vybudována dříve, než případné válčičtější bude připraveno k vedení raketové války.

kusy s jadernou zbraní. Podnět k nim dalo pravděpodobné bombardování Japonska, kdy po výbuchu atomové pumy vznikl silný déšť — později se vznik tohoto deště vykládal spíše konvencí po rozšířených a dlouhotrvajících požárech — a dále hlášení o jevech, podobných jevům na nevyvinuté studené frontě, k nimž došlo v r. 1946 při pokusném výbuchu v Tichomoří, tedy v tropické maritimní (oceánské) vzduchové hmotě. Když byl však v r. 1948 podán návrh, aby atomové pumy bylo použito k zastavení nebo vybočení hurikánu, blížícího se k Floridě, bylo propočítáno, že energie pumy by vzhledem k energii hurikánu byla nepatrná.

Ani výbuch velké nálože megatonové nemůže na obrovské přírodní síly příliš působit. Především teplota — třebaže na okamžik prý jde o mnoho milionů stupňů — musí v poměrně malé vzdálenosti od místa výbuchu opět zaniknout. Vyvolaná tlaková porucha může sice v malých hodnotách odeznít po celé zeměkouli, avšak s největší pravděpodobností bez mimořádného nebo dokonce bez zjevného účinku. Např. při jednom výbuchu megatonové nálože v Tichomoří byla prý uvolněna taková energie, která by přibližně odpovídala energii jedné malé cyklony (níže); předpokládá-li se, že jde o energii kinetickou, pak celková energie atmosférické cirkulace by tím byla zvýšena jen asi o 1/10 000. Protože atmosférická turbulence kinetickou energii značně rozptyluje, je velmi těžké dokázat, že energie thermonukleár-

ního výbuchu je po světě pociťována zvýšenou cyklonální činností. Je pravděpodobnější, že tyto dynamické následky jsou jako u výbuchů pum atomových omezeny jen do blízkosti místa vzniku. Konečně co se týče u pozemních výbuchů rozmetaného prachu, jenž — analogicky s teorií výbuchů sopečných — by mohl způsobit změny v množství dopadajícího slunečního záření a tak snad vyvolat chladné a deštivé počasí nebo dokonce tuhé zimy, je nutno zdůraznit, že jde o názor, který nikdy nebyl přijat všeobecně; je namítáno, že dodatečné krátkovlnné záření, které dopadne na vodorovnou plochu následkem rozptýlu prachnými částicemi, může značně vyrovnat ztrátu záření přímého. Také se poukazuje na nedostatek potřebné vysoké relativní vlhkosti, na slabý vliv elektrických nábojů na povrchu dešťových kapek, na poměru růstu kapek ve volné atmosféře atd. Kromě toho po žádném výbuchu megatonové nálože nebyla také doposud zaznamenána taková povětrnostní anomálie (nepravdivost), která by se již dříve nebyla projevila přirozenou cestou.

Shrňme-li různé zprávy a úvahy z odborné literatury, dostupné do roku 1960, můžeme — snad dosti oprávněně — učinit závěr, že atomové a hlavně termionukleární výbuchy mohou sice vyvolat v atmosféře za určitých podmínek prostorové i časové značně omezené a nepravidelné změny stavu ovzduší, které lze v pravém slova smyslu charakterizovat jako změny povětrnosti, avšak že nedojde k žádným dalekosáhlejšími změnám velkoprostorovým, které by narušily koloběh vody nebo by vyvolaly podstatné změny teploty.

Jaké jsou vyhlídky do budoucnosti? Vyloučíme-li úvahy o změnách počasí nebo dokonce podnebí, vymyšlené pro účely mírové — viz např. návrh projektu na stavbu přehrady v Behringově úžině — pak r. 1959 se jeví rokem začátku velkého zápolení ve vojenském směru.

Prioritu ve výzkumu umělého ovlivňování povětrnosti pravděpodobně má SSSR. Přímé důkazy o tom sice uvést nemůžeme, avšak usuzujeme tak podle vysoké úrovně původních sovětských teoretických prací a dále podle výroků západních odborníků, kteří ve svých časopisech začínají s trpkostí naznačovat, že sovětská fyzika atmosféry je dál, než se původně předpokládalo, a kteří se začínají intenzivně zabývat studiem sovětské meteorologické literatury.

Americký plán dalšího postupu lze analýzou bibliografických informací vymezit poměrně jasně. Není to tentokrát nějaká individuální sekce, jež se v tamních vědeckých kruzích dost často projevovala, nýbrž akce dalekosáhlá, finančně dobře zajištěná:

Po realizaci doporučení AGARD (Advisory Group for Aeronautical Research and Development, Poradní skupina pro aeronautický výzkum a vývoj při NATO) z r. 1957 na zvýšení počtu pracovníků v oboru předpovídání a umělého ovlivňování povětrnosti byla navázána spolupráce meteorologů se známou skupinou RAND (Research and Development, Výzkum a vývoj, vědecký poradní sbor při americkém ministerstvu války) a byla utvořena sekce „Vědecké základy umělého ovlivňování povětrnosti“ při národním sjezdu Americké meteorologické společnosti (Chicago, březen 1959), kde diskutovali a přednášeli nejznámější odborníci pro atmosférickou fyziku, přičemž sekci předsedal „otec“ vodíkové pumy a zastánce neomalthuismu prof. Teller z Kalifornské university. Dále byla mimořádná uvolněna částka 1 000 000 dol. z nadace National Science Foundation k velkému programu meteorologických laboratorních i exterierních pokusů a byla schválena výstava „Národního ústavu pro atmosférický výzkum“ (A National Institute for Atmospheric Research), určeno zájmem národní bezpečnosti; ústav se má zabývat všemi meteorologickými disciplínami, má být vybaven nejmodernější technikou včetně velkého elektronického počítače, těžkých letounů pro dálkový průzkum, knihovny o 300 000 svazcích apod., a po dokončení v r. 1965 má mít 550 zaměstnanců, z toho více než 100 vědeckých sil. Není ani bez zajímavosti, že náčelníkem povětrnostní služby vojenského letectva USA se stal dosavadní vedoucí pracovník zpravodajské služby.

Nápor SSSR i USA na řešení problém umělého ovlivňování povětrnosti je velkorozsáhlý. Je těžko usoudit, zda obě strany jdou po stejné cestě či zda zkoušejí metody různé. Není např. vyloučeno, že se studuje teoretická možnost rozsáhlejších změn povětrnosti pomocí mohutných výbuchů — třeba výbuchů s „vázanou“ radioaktivitou — které by byly odpalovány ve velkých výškách periodicky a tak by v atmosféře vyvolávaly umělou velkoprostorovou oscilaci.

Jestli však na jedné či na druhé straně bude nějakých větších výsledků skutečně

dosaženo, pak s největší pravděpodobností půjde zatím o výsledky víceméně nahodilé. Protože i kdyby se dnes snad již podařilo v omezeném měřítku vyvolat změnu povětrnosti, přece by ještě nebylo možno odpovědně předvídat, jakým způsobem se umělý zásah do složité závislosti přírodních jevů projeví. Pravděpodobnější je, že v blízké době nelze zatím počítat s vytvořením podmínek, které by dostatečně vyhovovaly náročným požadavkům vojen-

ským, tj. vyvolání náhlých a prudkých avšak krátkodobých změn povětrnosti, např. lijáků, v menší oblasti pro účely taktické či operační, nebo vyvolání pozvolných a vleklých změn v povětrnosti, např. mrazů nebo sucha, ve větší oblasti pro účely strategické. Proto různé novinářské, tu a tam uveřejňované zprávy, tajemně naznačují možnost použití jakýchsi „klimatických zbraní“, je nutno brát se značnou rezervou.

V soudobé válce bude úsilí meteorologické služby muset být zaměřeno nejen na pomoc při dopravě ZHN do cíle, ale také na zjišťování údajů, sloužících k odhadu účinnosti těchto zbraní. Kromě meteorologických prognóz nabudou mimořádného významu meteorologické a hydrologické průzkumy, zvláště z hlediska radiační situace v zápolí. Zmíněné úkoly vyžadují kádrové i technické zkvalitnění meteorologické služby včetně zvláštních složek služby hydrologické.