

REÁLNÉ HODNOCENÍ VÝZNAMU ATOMOVÝCH MIN

*Inženýr podplukovník Ing. Lubomír Přileský, CSc.,
Inženýr podplukovník Ing. Milan Linhart, CSc.*

Odhalení plánů vytvoření pásma atomových min na naší západní hranici, existence těchto prostředků ve výzbroji protivníka a konečně praktické přípravy k jejich možnému použití nás nutí připravit se předem na úkoly, před které bychom byli v případě jejich použití postaveni.¹⁾

Výbuchy atomových min mohou být vytvořeny zátarasy, které svým významem bezesporu překonávají všechny dosavadní prostředky zatarasování. Zcela nový charakter těchto zátarasů přináší s sebou i řadu kvalitativně nových problémů spojených s jejich přípravou, zřízením, využitím a překonáváním. Předpokládáme-li použití atomových min, je proto nutné, jaká bude jejich zatarasovací schopnost, tj. **jakým způsobem, do jaké míry a na jak dlouhý čas budou zastavena útočící vojska a tím zpomaleno tempo jejich útoku.**

Shromáždění a zpracování podkladů pro konkrétní, reálné hodnocení zatarasovací schopnosti atomových min je cílem tohoto článku.

Účinky podzemního jaderného výbuchu

Mají-li atomové miny vytvářet účinné zátarasy, budou se používat především k podzemním jaderným výbuchům. Pouze při nedostatku času k vyhloubení šachty nebo vrtu pro umístění nálože může být použito výbuchu miny na povrchu terénu nebo nehluboko pod povrchem. Výbuch v malé hloubce sice vytváří kráter o něco větší než pozemní výbuch; ostatní účinky se od podzemního výbuchu příliš neliší a nevytvářejí ve svém souhrnu tak účinný zátaras jako podzemní výbuch.

Význam ničivých faktorů jaderného výbuchu (tlaková vlna, světelné záření, pronikavá radiace a radioaktivní zamoření terénu) **se podstatně mění se vzrůstající hloubkou nálože.** Do popředí jako hlavní účinek vystupuje vytvoření mohutného kráteru po výbuchu.

Jako nový faktor se objevují seizmické účinky (silné otřesy půdy), jež mohou dosahovat značných vzdáleností.

Průběh a charakteristické příznaky pozemního a vzdušného jaderného výbuchu jsou dnes již známy. Průběh podzemního jaderného výbuchu se od nich podstatně liší a jeho popsání je důležité k vytvoření správné představy o jeho účincích. V tomto článku jsou převzaty z amerických pramenů **konkrétní údaje o výbuchu nálože 100 kt na atomové stělnici v Nevadě.**

Nálož je přivedena k detonaci v hloubce asi 200 m pod povrchem terénu. V průběhu jaderné reakce proběhne uvolnění téměř veškeré energie za velmi krátkou dobu asi 1 mikrosekundy. Působení tak obrovské energie na poměrně malý objem horniny je provázeno vzrůstem teploty bezprostředního okolí nálože na několik milionů stupňů Celsia a tlakem několik milionů atmosfér. V důsledku tak vysokých teplot a tlaků dojde asi za dvě tisíce sekundy k vypaření horniny v bezprostřední blízkosti nálože a k roztavení horniny ve vzdálenější zóně. Současně se začíná šířit velmi silná tlaková vlna, která horninu rozrušuje a stlačuje. Společným působením všech těchto vlivů dochází v místě výbuchu ke vzniku dutiny o průměru několika desítek metrů, vyplněné žhavými plyny. Jakmile šířící se tlaková vlna dosáhne povrchu terénu (asi za jednu desetinu sekundy po výbuchu), začne se povrch nad místem výbuchu rychle zvedat a během asi 3 sekund vznikne na terénu polokulovitá vyvýšenina o průměru asi 200 m a výšce 90 m. V této době dojde k výronu žhavých plynů, které rozrušenou horninou pronikají na povrch. Při podzemním výbuchu není na povrchu viditelná žhavá polokoule (jako při pozemním výbuchu), avšak unikající plyny mají ještě takovou teplotu, že způsobují jasné záblesky, viditelné na několik desítek kilometrů. V příštích sekundách je do velké výše vymrštna obrovská masa hornin (asi 15 milionů tun). Větší kusy horniny vyletí až do výše 600 m

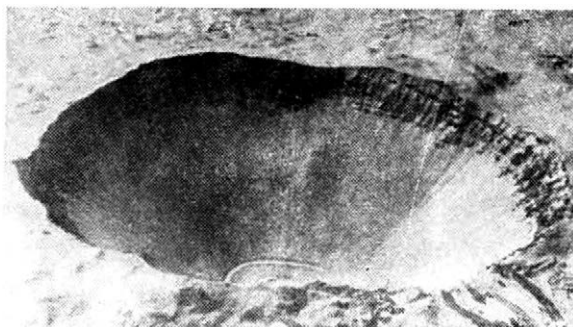
¹⁾ Viz článek pplk. Skopce a pplk. Chalupy: Více pozornosti atomovým minám v NSR — VM 1/1968.

a asi po půl minutě dopadají zpět na zem, přičemž zhruba polovina vyvržené horniny spadne zpět do kráteru a částečně ho zaplní, zbytek dopadne mimo kráter. Nad místem výbuchu zůstává kráter se strmými stěnami o průměru 360 m a hluboký asi 100 m. Terén v okolí kráteru je pokryt vrstvou rozrušené horniny o tloušťce několika metrů. V důsledku nerovno-

je 5 m. Jednotlivé větší kusy horniny dopadají ve vzdálenosti 1,5—2 km.

Prach a drobné kousky horniny se oddělí ve vzduchu od větších kusů, jsou strženy proudem plyných produktů asi do výše 3 km, kde s nimi vytvoří špinavě bílý oblak, z něhož pak postupně vypadávají.

Na průběh podzemního výbuchu a na hodno-



Obr. 1 – Kráter po podzemním jaderném výbuchu 100 kt. Průměr kráteru je 365 m, hloubka 97 m. V pravém dolním rohu jsou u okraje kráteru nákladní auta a stavební stroje.

měrného úniku plynů při výhozu horniny je pokrytí terénu nerovnoměrné – u kráteru je tloušťka vrstvy od 6 do 30 m a se vzdáleností se zmenšuje. Většina materiálu je rozhozena do vzdálenosti 600 m, průměrná tloušťka vrstvy

tu zátarasu jím vzniklého mají vliv zejména dva faktory: hloubka výbuchu a geologie místa výbuchu.

Geologické složení hornin v místě výbuchu ovlivňuje zejména rozměry kráteru



Obr. 2 – Vyhozená hornina po jaderném výbuchu v čedičové skále.

a velikost kusů vyhozené horniny. Dále uvedené údaje o rozměrech kráteru odpovídají výsledkům zkoušek v nevadské poušti, tj. v aluviálních usazeninách a platí tudíž pro případy, kdy k výbuchu dojde v pokryvných útvech (sypkých nebo soudržných horninách). V případě výbuchu v horninách skalního podkladu (což bude v geologických podmínkách západoevropského válečnického pravidlem) se průměr i hloubka kráteru zmenší asi o 20 %; je tedy nutno rozměry odečtené z grafu na **obr. 5** vynásobit koeficientem 0,8. Vyhozená hornina je v tomto případě složena zčásti z velkých balvanů, neboť ve větší vzdálenosti od centra výbuchu se hornina při výhozu dělí jen podle stávajících systémů trhlin a přirozených ploch odlučnosti. Z **obr. 2** je patrné, že při výbuchu ve skále i hornina vyvržená na okolní terén představuje zátaras těžko překonatelný i pásovými vozidly. Stejný charakter má i vnitřní povrch kráteru.

Hloubka výbuchu ovlivňuje především rozměry a tvar kráteru, dále také intenzitu vzdušné tlakové vlny, radioaktivního zamoření aj. Rozměry kráteru s rostoucí hloubkou uložení nálože se zvětšují až do určité optimální hloubky. Zvětšujeme-li i dále hloubku výbuchu, dochází ke zmenšování rozměrů kráteru, od určité hloubky již nedochází k vytvoření kráteru vůbec. **Při umístění nálože do optimální hloubky lze dosáhnout daným typem atomové miny mnohem účinnějšího zátarasu než při menší nebo větší hloubce.** Můžeme tedy s velkou pravděpodobností očekávat, že miny budou ukládány do optimálních hloubek. Toto platí zejména pro miny, jejichž uložení je připravováno již v míru a jež budou použity v počátečním období války.

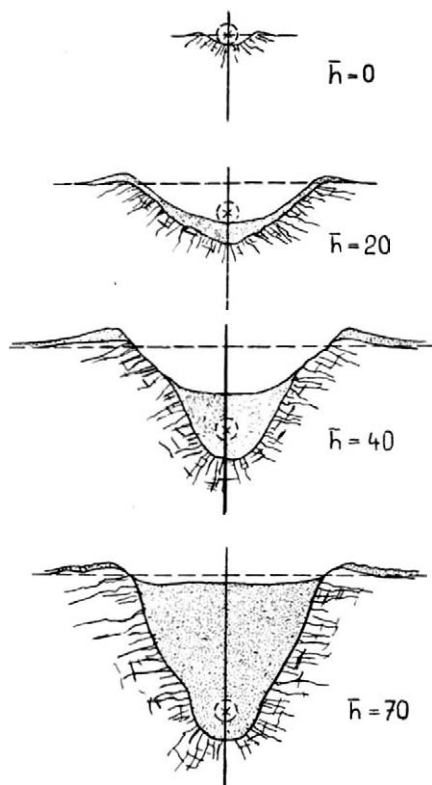
K porovnání výbuchů náloží o různém tritolovém ekvivalentu zavádíme v souhlase s aplikovaným zákonem o podobnosti při výbuších tzv. redukované hodnoty – v tomto případě redukovanou hloubku uložení nálože

$$\bar{h} = \frac{h}{q^{3,4}}$$

což prakticky znamená skutečné hodnoty nálože o tritolovém ekvivalentu 1 kt. Tritolový ekvivalent q se dosazuje do uvedeného vzorce v kilotonách, hloubka h v metrech. Exponent $\frac{1}{3,4}$ vyjadřuje přesněji vliv sil setrvačnosti a vnitřního tření než dosud používaný exponent $\frac{1}{3}$.

Porovnání tvaru a rozměrů kráterů v různých redukovaných hloubkách uložení nálože je na

obr. 3. Tak při $\bar{h} = 0$ (což je vlastně pozemní kontaktní výbuch) vzniká malý kráter, při $\bar{h} = 20$ se kráter zvětšuje a k optimální velikosti kráteru dochází při $\bar{h} = 40$. Při $\bar{h} = 70$ je kráter z větší části znovu zasypán a konečně při $\bar{h} = 100$ nevzniká kráter a výbuch se na povrchu projeví jen silnými otřesy.

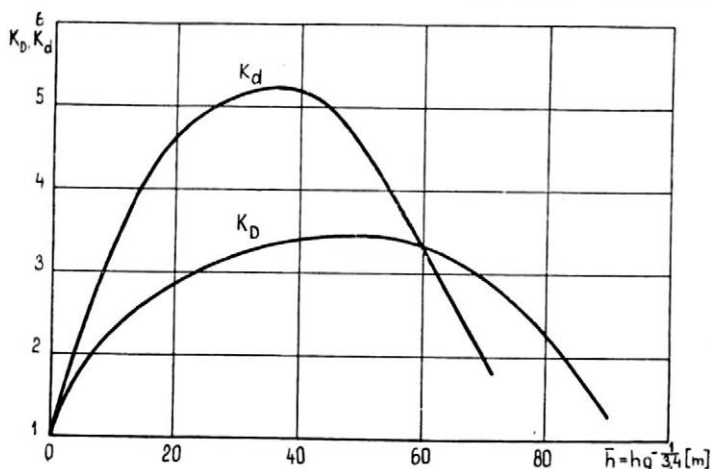


Obr. 3 – Tvar a srovnatelné rozměry kráteru při výbuchu atomové miny v různých hloubkách.

Rozměry kráteru při výbuchu v kterékoli hloubce lze stanovit vynásobením rozměrů kráteru pro pozemní kontaktní výbuch koeficienty z grafu na **obr. 4**. Kráter při pozemním výbuchu má rozměry (v metrech):

$$\text{průměr } D_0 \doteq 35 q^{\frac{1}{3,4}}$$

$$\text{a viditelnou hloubku } d_0 \doteq 5,5 q^{\frac{1}{3,4}}$$



Obr. 4 – Koeficienty k_D a k_d .

Při podzemním výbuchu lze pak určit rozměry ze vztahů

$$D_h = k_D \cdot D_o$$

$$d_h = k_d \cdot d_o$$

Při výbuchu ve skalních horninách (vápenec, pískovec, žula apod.) je nutné oba rozměry vynásobit ještě koeficientem 0,8.

Příklad: Máme určit průměr kráteru po výbuchu atomové miny 30 kt při uložení ve skále v hloubce 100 m.

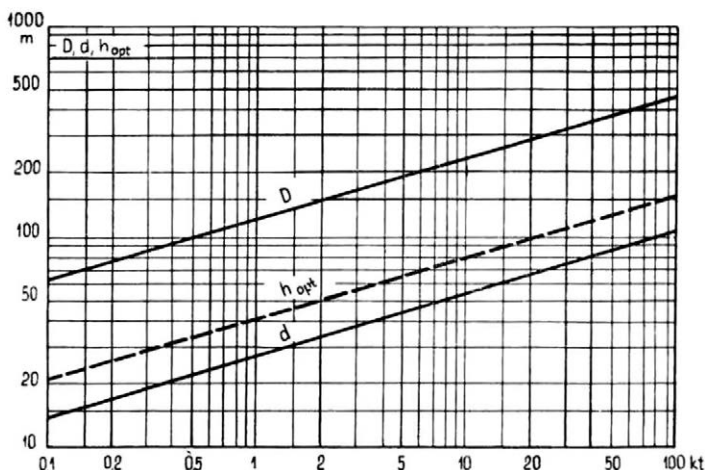
Redukovaná hloubka výbuchu

$$\bar{h} = \frac{h}{q^{1/3.4}} = \frac{100}{30^{1/3.4}} = 36,8 \text{ m}$$

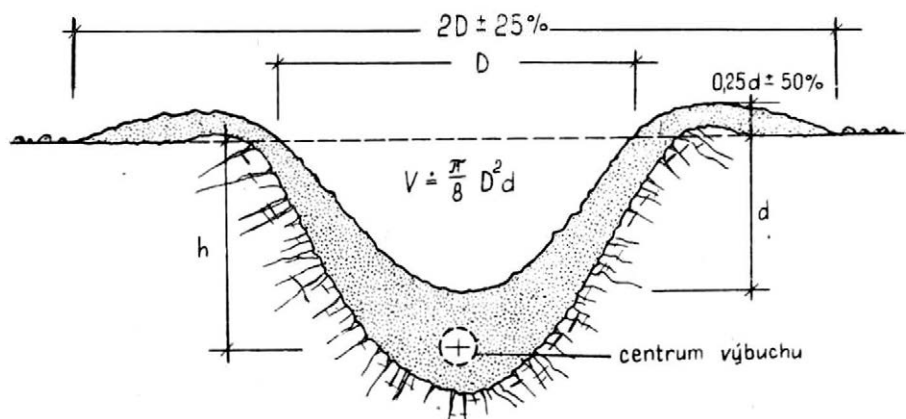
Pro $\bar{h} = 36,8 \text{ m}$ je $k_D = 3,3$ (viz obr. 4)

Průměr kráteru $D_h = 0,8 \cdot 3,3 \cdot 35 \cdot 30^{1/3.4} = 251 \text{ m}$

Rozměry kráterů jaderných výbuchů v optimálních hloubkách lze snadno určit z grafu na



Obr. 5 – Graf k určení optimální hloubky uložení atomové miny (h_{opt}), hloubky kráteru (d) a průměru (D) v závislosti na tritlovém ekvivalentu



Obr. 6 – Přibližné údaje o rozměrech viditelného kráteru, jeho obsahu a rozměrech násypu (valu) vytvořeného vyhozenou horninou při výbuchu atomové miny.

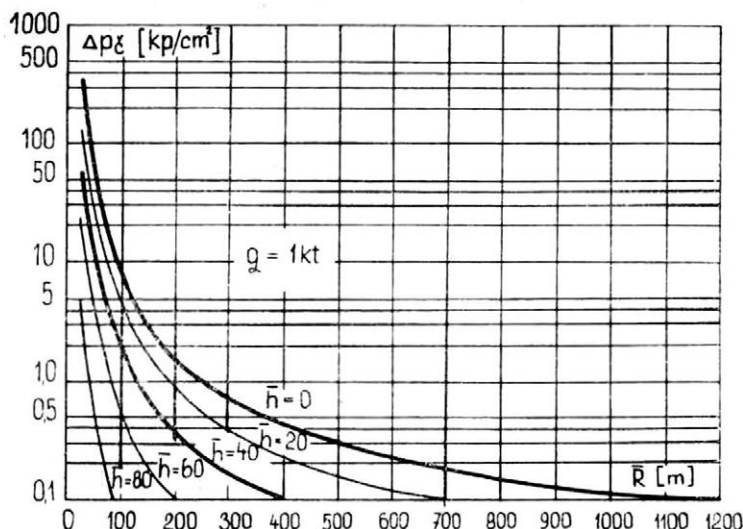
obr. 5. Rozhození horniny v okolí kráteru, výšku a poloměr násypu lze vyčíst z obr. 6.

Vzdušná tlaková vlna, světelné a radioaktivní účinky

Účinek **vzdušné tlakové vlny** se s rostoucí hloubkou výbuchu zmenšuje. Tlaková vlna se

šíří v polokulovitých vlnoplochách jako při pozemním výbuchu a rovněž charakter jejího působení je obdobný. Přetlak v čele tlakové vlny u povrchu terénu lze v závislosti na redukované hloubce výbuchu určit ze vzorce

$$\Delta p_z = \Delta p_{z0} (100 - \bar{h})^3 \cdot 10^{-6}$$



Obr. 7 – Graf k přibližnému určení přetlaku v čele vzdušné tlakové vlny v závislosti na hloubce uložení atomové miny.

kde Δp_{to} je přetlak v kp/cm^2 v čele tlakové vlny pozemního výbuchu

$$\Delta p_{\text{to}} = 0,84 B + 2,7 B^2 + 7,0 B^3$$

$$\text{kde } B = 0,1 \frac{\sqrt{q}}{R}$$

R je vzdálenost od epicentra výbuchu v km.

Přetlak lze určit také z grafu na **obr. 7**.

Příklad: Máme stanovit přetlak v čele tlakové vlny ve vzdálenosti 1 km od epicentra podzemního výbuchu atomové miny 30 kt v hloubce 100 m.

Z grafu na **obr. 7** zjistíme, že přetlak v čele vlny v redukované vzdálenosti

$$\bar{R} = \frac{R}{\sqrt[3]{q}} = 322 \text{ m}$$

a pro redukovanou hloubku

$$\bar{h} = \frac{h}{q^{3,4}} = 36,8 \text{ m}$$

je $\Delta p_{\text{e}} = 0,14 \text{ kp/cm}^2$, což je hledaný výsledek.

Rovněž účinky světelného záření, pronikavé radiace a radioaktivního zamoření terénu se budou s rostoucí hloubkou výbuchu v podstatě zmenšovat. Světelné záření a proni-

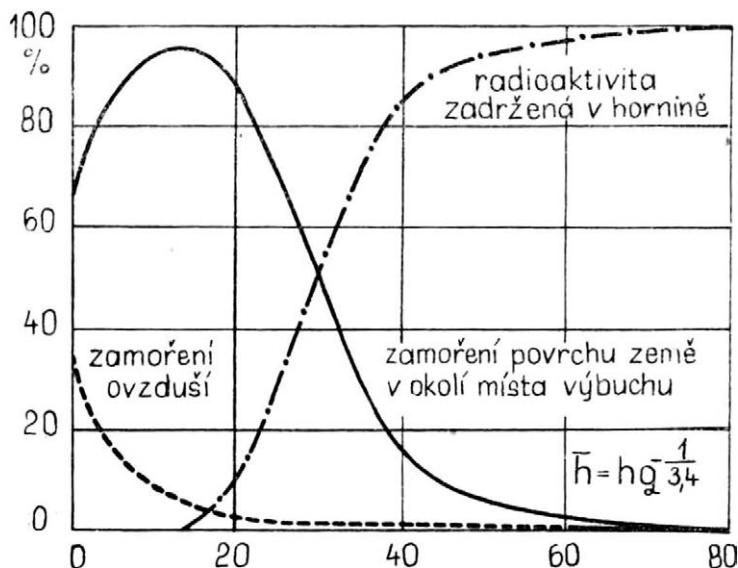
kavá radiace budou působit na povrchové objekty jako při pozemním výbuchu, pokud bude výbuch uskutečněn v malé hloubce, tj. řádově několik metrů. Se vzrůstající hloubkou se budou účinky rychle zmenšovat. Protože výbuchy atomových min budou uskutečňovány většinou ve značných hloubkách, aby bylo dosaženo maximálních rozměrů kráterů, není třeba o účincích těchto faktorů vůbec uvažovat.

V grafu na **obr. 8** je uvedeno procentuální rozdělení energie jaderného výbuchu, spotřebované na radioaktivní zamoření, mezi radioaktivitu zadržanou v hornině, zamoření místa výbuchu a radioaktivitu přenášenou oblakem. Je zřejmé, že radioaktivní zamoření se rovněž podstatně snižuje s rostoucí hloubkou a při optimální hloubce dosahuje již poměrně nízké úrovně.

Radioaktivní zamoření při podzemních výbuchu tvoří samostatný okruh problémů a měla by mu být věnována zvláštní pozornost.

Seizmické účinky

Při každém jaderném výbuchu v hornině vzniká v epicentru výbuchu silná tlaková vlna, která se šíří na všechny strany, postupně slábne a mění svůj charakter v pružné **seizmické vlny**. Při podzemním výbuchu je tento seizmický efekt přirozeně daleko větší než při pozemním nebo vzdušném výbuchu a jeví se jako samostat-



Obr. 8 – Percentuální rozdělení energie a radioaktivního zamoření.

ný ničivý efekt. Analýzy výsledků dosavadních podzemních výbuchů ukazují, že jejich seismické účinky jsou v bližším okolí velmi podobné silnému zemětřesení a mohou způsobit destrukce nebo značné poškození budov ve větší vzdálenosti od epicentra než vzdušná tlaková vlna.

Přibližnou představu o intenzitě otřesů při podzemním jaderném výbuchu lze si vytvořit na základě ztv. magnituda.²⁾ Pro magnitudo podzemního jaderného výbuchu platí přibližně vztah $M = 4,6 + 0,5 \log q$. Zemětřesení, které v roce 1959 zničilo marocké město Agadir mělo $M = 5,8$, zemětřesení ve Skopji v červenci 1963 $M = 6,0$. Odpovídajícím zdrojem seismické energie by byl jaderný výbuch o tritolovém ekvivalentu asi 350 kt.

Amplitudu ve vzdálenosti do 3 km od epicentra je možné vypočítat ze vztahu (amplituda v cm)

$$A = 0,605 q^{0,75} R^{-2}$$

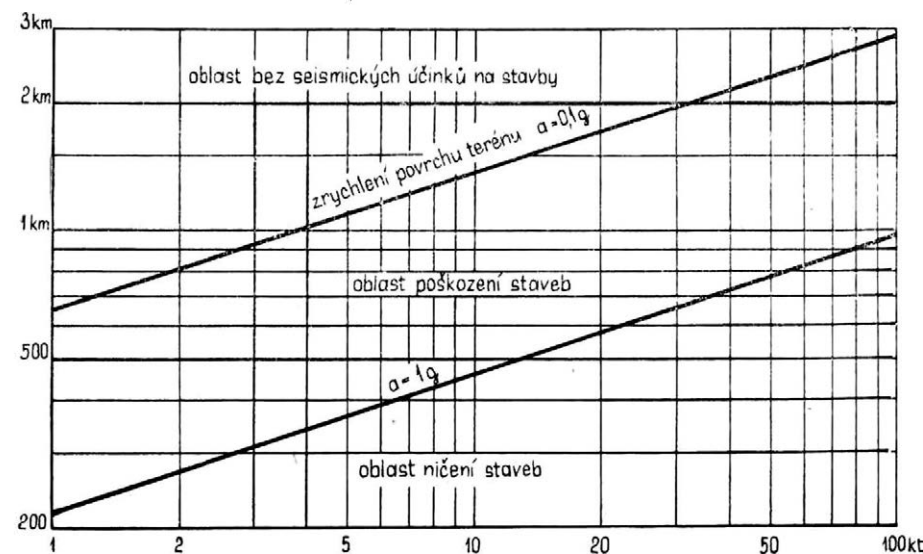
a zrychlení způsobované těmito otřesy (v jednotkách zrychlení zemské tíže g)

$$a = 0,17 q^{0,69} R^{-2,11}$$

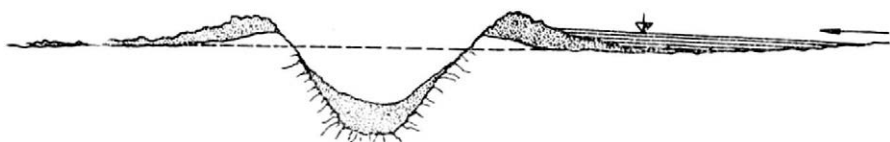
Posouzení účinků seismických vln na stavební objekty je velmi složitá záležitost, při níž nezáleží jen na intenzitě otřesů, ale i na seismické

odolnosti stavby, počtu podlaží, druhu hornin v podloží stavby, převládajícím směru kmitů atd. Seismické vlny jedné a téže intenzity mohou některým budovám způsobit zcela nepatrné škody, zatím co jiné úplně zničí. Pro cihlové budovy obvyklé konstrukce platí velmi přibližně, že prvá poškození začínají při zrychlení $a = 0,1$ g, kdežto silné poškození a zřícení nastává při zrychlení $a = 1$ g. Tyto hodnoty jsou vyznačeny v grafu na obr. 9, a to tak, že vzdálenosti odpovídající určitým hodnotám zrychlení jsou udávány poloviční hodnotou ve srovnání s výsledky uvedeného vzorce. Je to ze dvou důvodů. Předně vzorce byly sestaveny na základě pokusů s podzemními výbuchy ve velkých hloubkách, kde nedochází k výbohu zeminy a vytvoření kráteru a tudíž větší část energie se šíří ve formě seismických vln (intenzita otřesu je větší). Dále zde hraje roli okolnost, že téměř ke všem těmto výbuchům došlo v geologických podmínkách nevadské pouště, tj. ve vrstevnatých tufech malé pevnosti a v aluviálních písčích. V takovém prostředí mají seismické vlny větší účinnost než v geologických podmínkách západního válečnictví. Zmíněná úprava grafu vyjadřuje reálné vliv obou těchto faktorů.

Ze srovnání poloměru kráteru, rozletu vyhozené zeminy, působení vzdušné tlakové vlny a seismických účinků vyplývá, že poslední jmenované se projevují ještě ve vzdálenostech,



Obr. 9 – Graf k přibližnému určení seismických účinků výbuchu atomové míny.



Obr. 10 – Zátopení oblastí nad kráterem po výbuchu na dně údolí.

kde ostatní účinky nepůsobí již ničivě. Tento závěr usvědčuje z nepravdy tvrzení kpt. L. Circea, který v článku o použití atomových min v časopise „Army“ v lednu 1965 argumentoval tím, že použití podzemních výbuchů umožní vyhnout se zničení těch objektů, které jsou mimo rájón kráteru, takže např. (citováno doslova) „je možné zničit nádraží v centru města a nezpůsobit vážnější poškození jiným objektům“.

Při posuzování zatarasovacích schopností atomových min je nutné tedy vzít v úvahu i destrukce způsobené seizmickými vlnami. Ty způsobí částečné nebo úplné zboření domů v osadách (zvláště starších budov, několika-patrových cihlových domů apod.) a tím závaly v ulicích, zřícení mostů (zvláště kamenných a obloukových), porušení hydrotechnických staveb (jezů, přehrad apod.) a tím zátopení určitých částí území, sesuvy méně stabilních svahů, zářezů apod. Společným znakem všech těchto sekundárních účinků je ztišení komunikačních možností a tím zvýšení zatarasovacích schopností jaderného podzemního výbuchu. Na osoby ve volném terénu a ve vozidlech nemají tyto účinky příliš velký vliv.

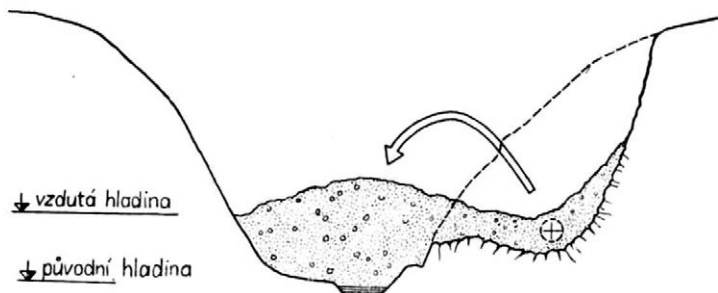
Způsoby použití atomových min k vytváření zátarasů

Jestliže známe hlavní cíle použití atomových min, tj. vytvoření účinných zátarasů na důležitých směrech k usměrnění útočících vojsk do

jiných směrů, můžeme na základě toho předvídat situace a místa, kde budou tyto prostředky pravděpodobně použity.

Výhodné je použít tyto zátarasové v horských údolích, soutěských a průsmýcích, kde jimi lze doplnit přírodní překážky a vytvořit tak velmi účinný ucelený systém. Na západním válečnickém je takových příhodných míst poměrně hodně. V užších údolích bude stačit jedna mina, v širších dvě nebo několik min vedle sebe k přehrazení celé šířky.

Prakticky každé údolí protéká nějaký vodní tok, jehož vliv na zatarasovací schopnost kráteru může být různý. V případě, že údolí je široké, má malý podélný sklon a přítok vody je malý, může hornina vyvržená z kráteru (při příznivém složení horniny) vytvořit hráz, která buď úplně nebo z větší části zadrží vodu a zatopí prostor nad kráterem do výše několika metrů (viz obr. 10). Tímto by se zvětšila hodnota zátarasu zejména ve směru postupu proti proudění. V případě, že přítok vody bude velký nebo vyvržená hornina bude značně propustná (to bude u výbuchů ve skalních horninách pravidlem) dojde k zátopení kráteru, což jeho zatarasovací schopnost po úplném vyplnění sníží. U vodních toků s malým množstvím vody dojde k úplnému zátopení až za velmi dlouhou dobu a v případě potřeby by bylo možné se mu vyhnout, např. současným zřízením druhého kráteru (protiproudě), který by vlastně plnil funkci vodní nádrže. Přehrazení toků v údolích může být



Obr. 11 – Přehrazení údolí výbuchem atomové miny, uložené v jednom svahu údolí.

Z kapitalistických armád

Ing. Lubomír Přileský, CSc.,
Ing. Milan Linhart, CSc.

naopak využito tím způsobem, že mina nebude umístěna pod dnem údolí, nýbrž v jednom nebo obou svazích a vyhozená hornina, případně následující sesuv půdy vlivem seizmických účinků vytvoří mohutnou hráz napříč údolím (obr. 11). Tento způsob bude výhodný v úzkých údolích s malým podélným sklonem a větší řekou, kde může v krátké době vytvořit vzdutí vodní hladiny a zatopení údolí na délku několika kilometrů.

Je zřejmé, že výběr místa a způsobu vytvoření zátarasů není možné vybírat šablonovitě nebo nahodile, nýbrž velmi uvážlivě, s přihlédnutím ke konkrétně sledovanému cíli, konfiguraci terénu a geologickým poměrům. Tak např. způsobu podle obr. 10 bude pravděpodobně použito při spádu údolí směrem k nepříteli, způsobu podle obr. 11 při opačném spádu.

V rovinatém a mírně zvlněném terénu by byla zatarasovací schopnost jednotlivých atomových min v důsledku snadného obejití poměrně malá, proto je třeba počítat se souvislými řadami takových min. Při vzájemné vzdálenosti 1,5 násobku poloměru a současném odpálení min vznikne tak souvislý příkop, jehož hloubka a šířka odpovídá přibližně údajům grafu na obr. 5, výška valu kolem kráteru bude zhruba dvojnásobná proti osamoceným kráterům. O zaplnění vytvořeného příkopu vodou platí totéž, co bylo řečeno o zatarasování údolí.

V americkém tisku se vyskytují úvahy o možnosti vytvořit souvislou řadu kráterů podél celé hranice určitého státu. Na souvislé zatarasování hranic v délce 200 km bylo by potřeba asi 1300 náloží po 10 kt nebo asi 650 náloží po 100 kt. Je třeba upozornit na to, že po technické stránce by byl takový úkol velmi náročný, avšak nikoli neřešitelný.

Další oblast použití atomových min je v zatarasování komunikačních uzlů, ničení letišť, přístavů, nádraží a jiných důležitých komunikačních a jiných objektů. Vzhledem k popsaným vlastnostem podzemních jaderných výbuchů je jejich použití k těmto účelům efektivnější než např. pozemní výbuch.

Otázka na jak dlouho dokáží tyto zátarasy zdržet postup útočících vojsk závisí v podstatě jen na možnostech jejich překonání, protože kráter sám je velmi stabilní – stěny pokusných kráterů v USA odolávaly po několik let všem erosi vlivům (tyto vlivy v aridním pouštním klimatu jsou ovšem malé). Překonání zátarasů může být ztíženo palbou bránících se vojsk, protože poměrně nízká úroveň radiace při podzemním výbuchu jim umožní za určitých okolností zaujmout postavení brzy po výbuchu několik set metrů od kráterů. V rovinatém terénu by bylo znemožněno vedení přímých palb poměrně vysokým valem kolem kráteru.

Překonání kráterů atomových min odpálených v optimální hloubce je daleko větší problém, než překonání poměrně mělkých kráterů po pozemních výbuchích. Značný sklon stěn (asi 45°) a charakter jejich povrchu (balvanitá suť) znemožní jejich překonání pásovými vozidly, nehledě na pravděpodobné další komplikace (např. částečné zaplnění kráteru vodou do výše několika desítek metrů). Zvlášť velkým problémem bude překonání kráteru podzemního jaderného výbuchu střední ráže. Překonání způsobem obvyklým u PT příkopů (stržením stěn a upravením do sjezdného sklonu) je u nich téměř vyloučeno v době kratší než několik týdnů, neboť

- a) by to předpokládalo přesun několika desítek až set tisíc m³ materiálu,
- b) nasazení většiny typů ženijních strojů by vzhledem k charakteru vyvržené horniny bylo buď zcela znemožněno nebo velmi neefektivní,
- c) ukládání větších soustředěných náloží klasických trhavin by bylo velmi obtížné a zdoluhavé,
- d) úprava odvráceného svahu kráteru by z jeho dna nebyla možná a vyžadovala by nejprve dopravit na protilehlou stranu kráteru těžké mechanismy.

Úplné zaplavení kráteru umožní jeho překonání normálními přepravními prostředky (např. mosty na plovoucích podporách). Doba, potřebná k zaplnění kráteru je však u běžných toků dosti velká. Tak např. dva krátery po atomových minách 50 kt by byly zaplaveny vodním tokem s průtokovým množstvím 5 m³/s asi za 15 dnů.

Způsoby překonání těchto zátarasů představují obsáhlý komplex problémů, který nelze podrobněji rozebírat.

Některé zvláštnosti použití atomových min

Použití atomových min je spojeno s některými zvláštnostmi. Především je to nutnost vrtů k uložení náloží, protože je málo pravděpodobné, že bude možno využít podzemních prostorů (jeskyní, dolů apod.), hlubokých studní, naftových vrtů apod. Zejména vrt pro velké nálože, které mají velký průměr i hloubku, musí být připraveny s dostatečným předstihem, protože trvají několik týdnů. Poměrně nízká cena vrtů ve srovnání s cenou jaderné nálože umožňuje připravit větší množství vrtů pro několik variant zatarasování a využívat jich podle situace. Spuštění miny do vrtu a její adjustace trvá jen několik hodin. Utěsnění vrtů by bylo sice časově náročné, ale u hloubek přes 30 m není nutné. Atomové miny nebudou pravděpodobně vůbec utěšňovány pískem nebo zeminou,

protože bude sice nařizeno miny uložit, avšak při změně situace bude nařizeno miny neodpalovat a vyjmout.

Vrt opatřený ocelovou výpažnicí může být připraven mnoho let a při bezpečném uzavření otvoru nevyžaduje žádnou péči. Spodní voda sice postupem doby vyplní vrt, ale neztíží podstatně uložení a odpálení miny, naopak do jisté míry nálož utěsni.

Další zvláštností tohoto zátarasu je skutečnost, že po vytvoření kráteru je jeho překonání prakticky stejnou překážkou pro obě strany. To má velký význam zejména při zatarasení delších souvislých úseků.

Vzhledem k důležitosti těchto prostředků je nutné počítat s tím, že způsob roznětu bude pravděpodobně zdvojen (např. dálkový roznět kombinovaný s časovým roznětem) a kromě toho může být mina zajištěna proti vyjmutí. Z toho plyne, že zjištění atomové miny průzkumem, obsazení místa vrtu vlastními vojsky ani likvidace roznětové hlídky nedá asi možnost zabránit odpálení miny. Naopak protivník může nechat adjustované miny i úmyslně překročit útočícími vojsky bez rizika, že budou zneškodněny. S těmito eventualitami je nutné počítat, věnovat průzkumu atomových min velkou pozornost a při jejich zjištění je buď obejít nebo přivést k výbuchu ve vhodném okamžiku.

Závěr

Hlavní význam popsaných způsobů použití atomových min spočívá v tom, že je jimi možné na určitých směrech vytvořit zátaras neobyčejné účinnosti a dosáhnout tak na určitou dobu úplného zastavení postupu útočících vojsk. Použití těchto prostředků ve větším měřítku by mohlo mít zásadní vliv na tempo útočné operace. Zřizování a překonávání, případně obejití těchto zátarasů bude nutné věnovat nadále velkou pozornost z taktických i technických hledisek.

V obou těchto případech musí být vojska v bezpečné vzdálenosti, kterou je možné přibližně stanovit z podkladů obsažených v tomto článku.

Při průzkumu je tedy nutné věnovat velkou pozornost zjištění nebo alespoň odhadu velikosti nálože. Z podkladů také vyplývají i možnosti přibližného odhadu této velikosti:

1. **Podle hloubky vrtu:** za předpokladu, že nálože budou ukládány pravděpodobně do optimální hloubky, je možné z grafu č. 5 stanovit odpovídající velikost nálože. Hloubku vrtu je možné zjistit např. podle délky a počtu ocelových výpažnic použitých při vrtání.
2. **Podle průměru vrtu:** jaderná nálož 100 kt zkoušená v USA byla spuštěna do vrtu o průměru 914 mm, menší nálože budou vyžadovat menší průměr vrtu, u náloží pod 1 kt postačí pravděpodobně 200 mm. Naopak u větších náloží se uvažuje s průměry vrtu daleko přes metr.
3. **Podle vzdálenosti vrtů v řadě:** k vytvoření souvislého příkopu se nálože umísťují do vzdálenosti 1,5 poloměru kráteru, z čehož je možné zpětně vypočítat velikost nálože.