

NESTANDARDNÍ TECHNOLOGIE HAŠENÍ POŽÁRŮ

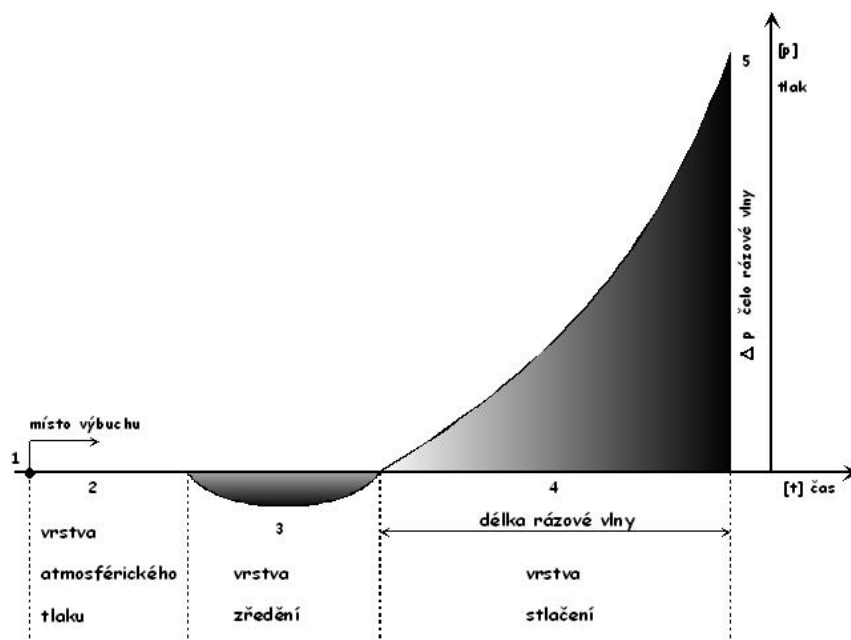
Miroslav Janíček, Jan Zelinka

Anotace: V článku je předložen a vysvětlen princip nestandardního provedení hašení požárů pomocí rázových vln vyvolaných výbuchem nálože trhaviny. Jsou zde uvedeny poznatky nejen ověřené v praxi ale i závěry výsledku modelování těchto postupů pomocí matematických modelů a výpočetní techniky. Modelování a ověření provedli pracovníci Výzkumného ústavu matematiky a fyziky Vysokého učení technického v Brně pod vedením jeho ředitele doc. Ing. Pavla Fialy, Ph.D. V závěru jsou uvedeny nejen možnosti využití tohoto fenoménu při hašení požárů ale i návrh jak vycvičit potřebné odborníky pro aplikaci uvedených nestandardních postupů v praxi.

Klíčová slova: Trhavina, bleskovice, rozbuška, roznět, nálož, detonace, rázová vlna, interference, požár.

1. Úvod

Pro hašení vybraných požárů byl originálně využit všeobecně známý efekt, že při výbuchu nálože se ve vzduchu šíří od místa výbuchu **rázová vlna**, která postupně ztrácí energii až přejde ve vlnu akustickou, jejíž rychlost je shodná s rychlostí šíření zvuku. **Rázová vlna** má tvar vlny (obr.1). Narazí-li rázová vlna na pevnou překážku, odrazí se od této překážky a působí **reflexním tlakem** (jehož hodnota je až třináctinásobek tlaku na čele rázové vlny) na tuto překážku. Tím je dán všeobecně známý ničivý účinek rázové vlny. Rychlost výbušné přeměny při detonaci dosahuje hodnot řádově tisíců metrů za sekundu. Příkladem takové detonace je výbušná přeměna trhavin, bleskovic a rozbušek, doprovázená silným zvukovým efektem a projevuující se detonačním účinkem na okolí. Soudobá hydrodynamická teorie detonace vychází z předpokladu, že při detonaci vzniká ve výbušnině tzv. detonační vlna, která je zvláštním případem rázové vlny.



1 - místo výbuchu, 2 - vrstva atmosférického tlaku, 3 - vrstva zředění,

4 - vrstva stlačení, Δp - přetlak v čele rázové vlny, 5 - čelo rázové vlny

Obr. 1 - Zjednodušené schéma šíření rázové vlny v plynném prostředí

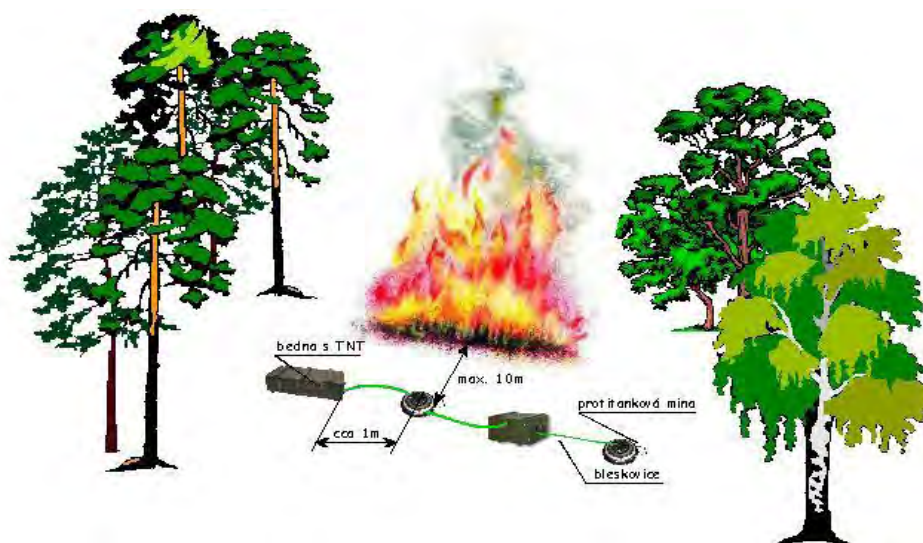
Charakteristickou zvláštností rázové vlny je to, že prostředí za vlnou se šíří ve směru pohybu vlny. Přesunem částic plynu z vrstev ležících bezprostředně za vrstvou stlačení ve směru šíření rázové vlny, nastává při pohybu rázové vlny zhuštěné prostředí. Ve vzdálenějších vrstvách následkem toho vzniká vrstva zředění, ve které je tlak menší než tlak atmosférický (obr. 1). Vzdálenost od čela vlny do začátku vrstvy zředění se nazývá délka rázové vlny.

2. Význam rázové vlny

Narazí-li rázová vlna na dokonale tuhou překážku (ocel, beton apod.), musí se pohyb hmotného prostředí okamžitě zastavit. Náhlým zabrzděním tohoto pohybu vzniká značný tlak na překážku, který je možno přirovnat tlaku větru na plachtu, ovšem s nesrovnatelně větší silou. Rázová vlna působí tedy na překážku na jedné straně zvýšeným tlakem, na straně druhé dynamickými silami, vyvolanými nárazem prostředí. U silných rázových vln dynamické síly několikrát převyšují působení tlaku.

3. Praktické využití působení rázové vlny

Energie rázové vlny se dá využít pro zastavení šíření přízemního požáru. Při použití soustředěných náloží se v praxi tyto nálože o hmotnosti cca 6 - 12 kg rozmístí, je také možno použít protitankové miny (hmotnost trhaviny cca 10 - 12 kg) v řadě ve vzdálenosti 1 m od sebe, propojí se bleskovicí a odpálí se současně těsně před příchodem čela požáru cca max. do 10 m (obr. č. 2).

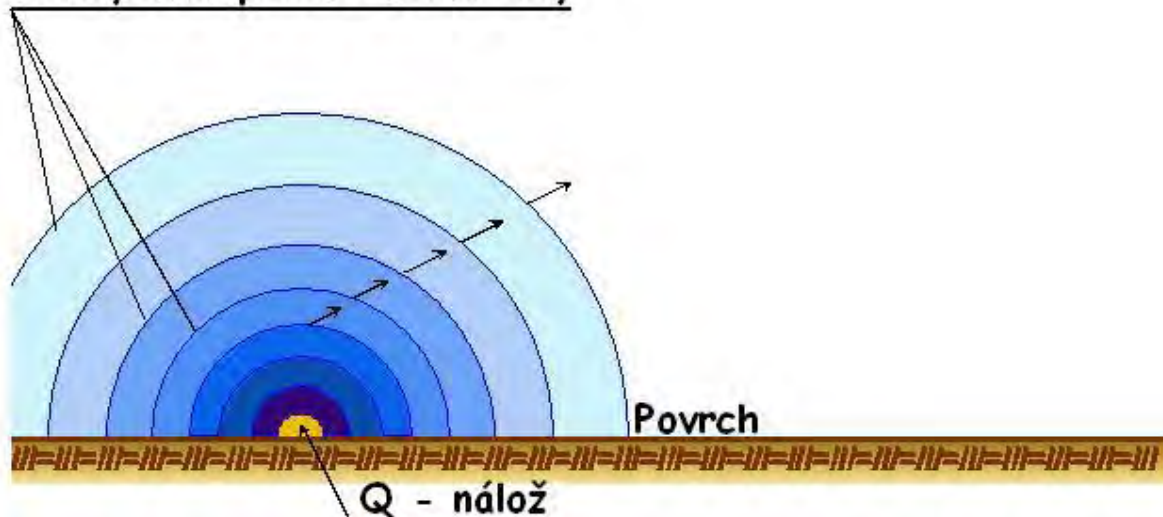


Obr. 2 - Využití působení rázové vlny pomocí soustředěných náloží uložených v řadě k zastavení šíření přízemního požáru

4. Parametry rázové vlny ve vzduchu při kontaktním výbuchu

Jedná se o případ, kdy je nálož umístěna na zemském povrchu – pozemní výbuch (sekundární trhací práce, ničení trhavin na povrchu, výbuch povrchového skladu výbušnin apod.). Při pozemním výbuchu se vytvoří rázová vlna s polokulatým čelem (obr. 3).

Polohy čela přímé rázové vlny



Obr. 3 - Průběh rázové vlny ve vzduchu

Maximální přetlak v čele vzdušné rázové vlny je možné podle Sadovského [8] zapsat ve tvaru

$$\Delta p = 10^6 \left(\frac{0,76}{R_r} + \frac{2,25}{R_r^2} + \frac{6,5}{R_r^3} \right) \quad (\text{Pa}), \quad 1 < R \leq 15 \quad (1)$$

$$R_r = \frac{R}{\sqrt[3]{2Q}} \quad (2)$$

$$\Delta p_v = p_v - p_0 \quad (3)$$

kde R_r je redukovaná vzdálenost ($\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$),

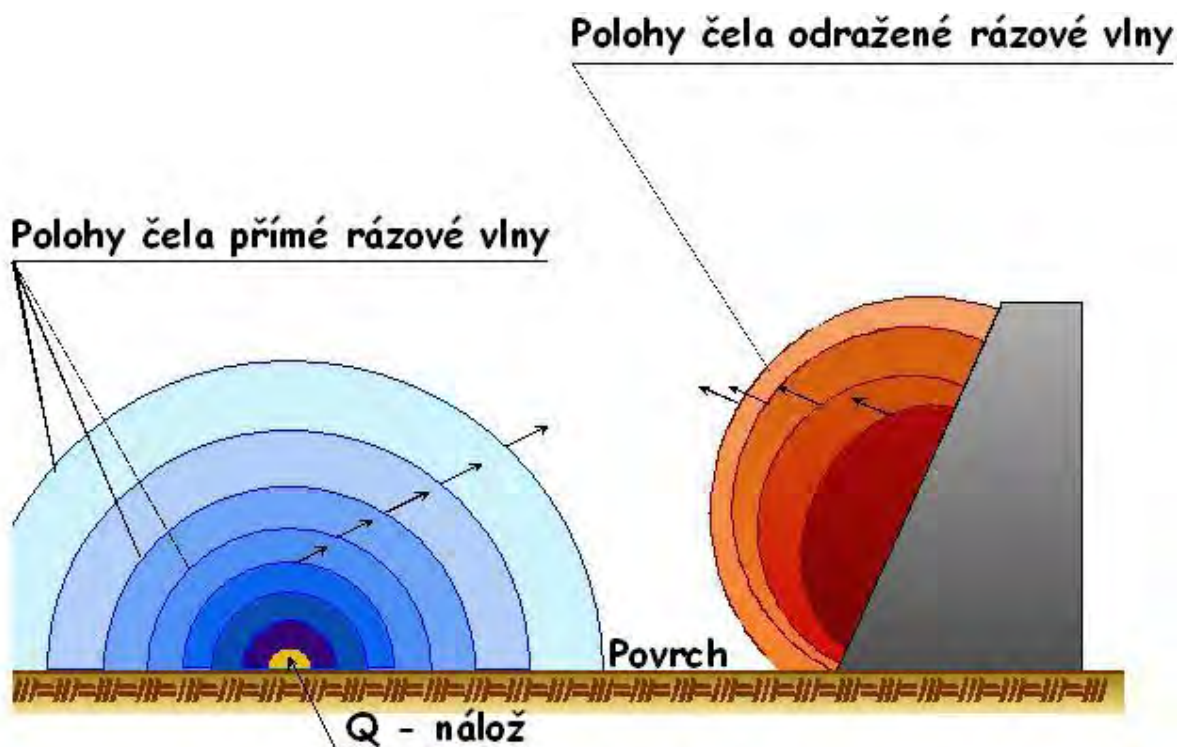
R – vzdálenost uvažovaného místa od středu nálože (m),

Q – nálož (kg),

p_v – tlak v čele rázové vlny (Pa),

p_0 – atmosférický tlak (Pa).

Ze vztahu (1) je zřejmé, že největší destrukční účinek rázové vlny se projeví na okolních objektech ve vzdálenosti od 1 do 15 metrů. Dopad těchto negativních účinků se v běžné praxi snažíme eliminovat na únosnou míru (obr. 4). Je možno ale energii rázové vlny a její dopad na okolní prostředí využívat k hašení přízemních požárů.



Obr. 4 - Průběh odražené rázové vlny ve vzduchu

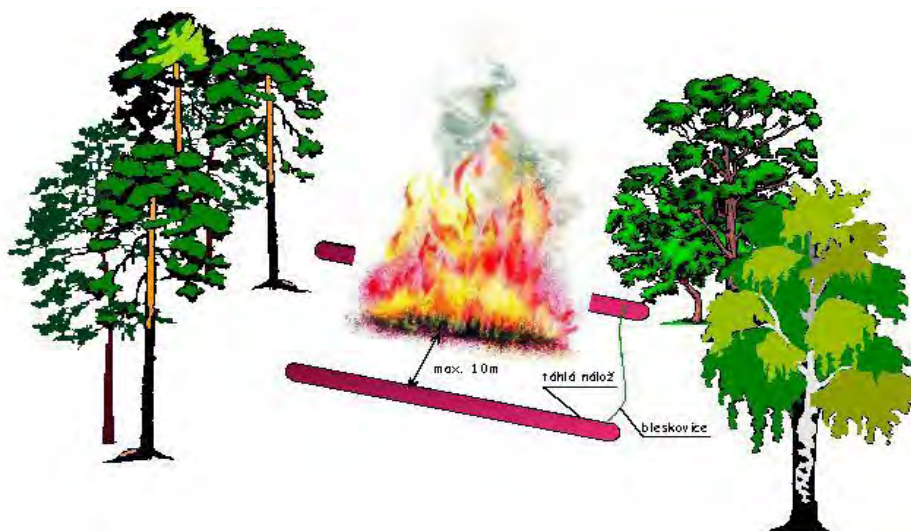
5. Využití energie interference rázových vln k hašení požárů

Jak bylo již řečeno v předešlé podkapitole, při výbuchu nálože ve vzduchu (stlačitelné kapalině) se šíří od místa výbuchu rázová vlna, která postupně ztrácí energii až přejde ve vlnu akustickou, jejíž rychlost je shodná s rychlostí šíření zvuku. Narazí-li rázové vlny na pevnou překážku, odrazí se od této překážky a působí **reflexním tlakem** (jehož hodnota je až třináctinásobek tlaku na čele rázové vlny) na tuto překážku. Tím je dán ničivý účinek rázové vlny. Hodnota reflexního tlaku v případě akustických vln je již pouhým dvojnásobkem tlaku na čele akustické vlny.

Výbuchem dvou řad náloží (nebo náloží umístěných v kruhu) je možno zastavit šíření přízemního požáru. V tomto případě se dá využít energie **interference** (srazu a odrazu) dvou (resp. několika) rázových vln.

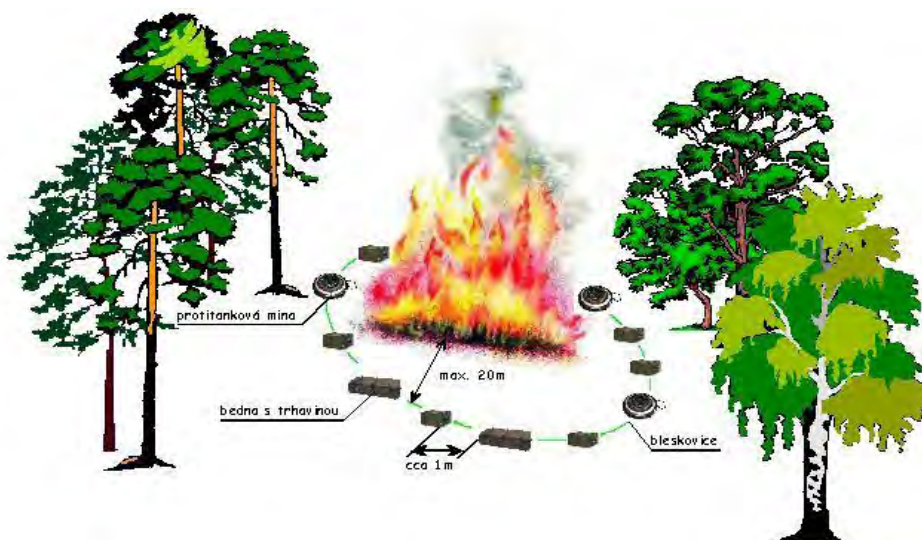
Interference dvou kruhových (resp. kulových) vln vzniká například při výbuchu dvou náloží, které jsou umístěny v dostatečné vzdálenosti od sebe. Vzniká tak vlnění, které se šíří z obou dvou zdrojů současně proti sobě. Pokud jsou nálože ze stejné trhavinu o stejné hmotnosti odpáleny ve stejný okamžik, kmitají se stejnou fází. Výsledné vlnění je pak dáno součtem (superpozicí) těchto dvou vlnění. Zjednodušeně pokud jsou obě nálože odpáleny ve stejný okamžik, postupují proti sobě a po střetu (nárazu) se od sebe odrazí a postupují v opačném směru avšak až s šestadvacetinásobnou rychlostí, to znamená dvojnásobek (součet obou) reflexních tlaků.

Tím, že necháme ve stejný okamžik vybuchnout dvě táhlé nálože, které uložíme rovnoběžně k sobě a oheň se nachází mezi nimi (obrázek 5) dosáhneme toho, že někde uprostřed ohně se obě tlakové vlny srazí a odrazí (několikanásobnou rychlostí). Účinek je mnohem větší a výhodou je, že se táhlé nálože mohou umístit ve větší vzdálenosti od požáru.



Obr. 5 – Využití působení interference rázových vln pomocí dvou táhlých náloží uložených rovnoběžně k zastavení šíření přízemního požáru

Principu interference několika rázových vln je možno využít i v případě, pokud máme možnost okolo požáru rozmístit soustředěné nálože (protitankové miny nebo bedny s trhavinami) v kruhu. Tyto nálože je nutné propojit bleskovicí, která nám zabezpečí odpálení náloží ve stejný okamžik (obrázek 6). U této metody dochází k interferenci několika vln podle počtu použitých náloží. Výhodou této metody jsou silné detonační vlny i velká energie při odrazu, což nám zaručí dobré výsledky při hašení i při větších vzdálenostech náloží od požáru.



Obr. 6 – Využití interference rázových vln pomocí soustředěných náloží uložených v kruhu kolem ohně k zastavení šíření přízemního požáru

Hašení pomocí uvedené metody je výhodné použít v nepřístupném terénu k hašení lokálních požárů na terénu, přízemních lesních požárů a k hašení hořících výronů plynů.

Při prvních praktických zkouškách byl proveden odstřel pomocí elektrického roznětu. Byly použity elektrické rozbušky mžikové (nultého stupně), stejné výrobní série. V tomto případě však interference rázových vln nefungovala, neboť nepřesnost časového zážehu rozbušek (byť

se jedná o zlomky sekundy) byla tak velká, že čela detonačních vln se střetávala mimo ohniště. Dalšími zkouškami bylo potvrzeno, že interferenci rázové vlny pro likvidaci (uhašení) požáru je možné zajistit jedině použitím **bleskovicového roznětu**.

Autorem tohoto nestandardního postupu je Ing. Miroslav Janíček. Uvedené postupy byly patentovány s mezinárodní platností. Oprávněnost a platnost navrhovaného způsobu i když byl ve zmenšeném měřítku potvrzen v praxi ověřili a potvrdili pomocí matematického modelování odborníci z Výzkumného matematického a fyzikálního ústavu VUT v Brně, kteří mají z této oblasti velké zkušenosti.

Uvedené metody Vám nepředkládáme jen pro informaci a pro větší přehled ale přicházíme s nabídkou na praktické využití. Jsme schopni připravit a vyškolit potřebné odborníky HZS ČR či ostatních složek IZS ve způsobu používání těchto nestandardních postupů. Máme na to připraveny vhodné metodiky. Jsme si vědomi toho, že tyto postupy budou využívány zpravidla jenom pokud to bude nezbytně nutné, tedy při řešení nestandardních mimořádných událostí s požáry či přímo při krizových situacích. Příprava by byla prováděna kromě nás a zařízení naší fakulty s využitím možností Společnosti pro trhací techniku a pyrotechniku a odborníků z Ústavu teoretické a experimentální elektrotechniky Vysokého učení technického, Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií v Brně, pod vedením doc. Ing. Pavla Fialy, Ph.D, kteří mají kromě velkých zkušeností z matematického modelování různých druhů výbuchů i jejich rozsáhlou databázi z celého světa. Dovedou nejen určit jak ovlivní mraky a počasí odraz tlakové vlny a tím podmínky pro trhání ale i určit vhodné množství potřebné trhaviny. Dovedeme si také představit, že takto vyškolení specialisté by byli použitelní pouze při mimořádných událostech a jedině na základě nařízení vybraných (určených) odpovědných pracovníků GR HZS ČR, nebo po nařízení příslušného krajské hejtmana a ředitele příslušného krajského ředitelství HZS ČR, což by bylo určitě možné vhodně legislativně ošetřit. Aby se tito vysocí funkcionáři mohli odpovědně rozhodovat, jsme schopni pro tyto vybrané osoby připravit a provést speciální kurz. Umíme připravit i kurz „Využití nestandardních metod při hašení požárů“ pro vedoucí pracovníky IZS a krizového řízení ve veřejné správě tak, aby byli „tzv. v obraze“ a mohli v případě potřeby navrhnou příslušným odpovědným pracovníkům využití těchto nestandardních metod. Je také možné pro rozšíření odborných znalostí příslušníků IZS a krizového řízení připravit v rámci jejich odborné přípravy krátký kurz o těchto metodách a o jejich možnostech. Teprve až budou připraveni naši odborníci v České republice budeme tyto možnosti nabízet v rámci Evropské Unie. Všechny metody jsou mezinárodně patentově chráněny.

Kontaktní adresa:

Ing. Miroslav Janíček
odborný asistent, Univerzita Tomáše Bati Zlín
Fakulta logistiky a krizového řízení, Ústav krizového řízení
Studentské nám. 1532, 686 01 Uherské Hradiště
tel.: 576 038 072, e-mal: janicek@flkr.utb.cz
člen Společnosti pro trhací techniku a pyrotechniku

PaedDr. Ing. Jan Zelinka, odborný asistent, Univerzita Tomáše Bati Zlín
Fakulta logistiky a krizového řízení, Ústav krizového řízení
Studentské nám. 1532, 686 01 Uherské Hradiště
tel.: 576 038 068, e-mal: jzelinka@flkr.utb.cz
člen Společnosti pro trhací techniku a pyrotechniku