Roznět náloží, roznětové sítě

Úkoly a použití jednotek ženijního vojska

T1/15

Ing. Lubomír KROUPA, CSc.

Roznět náloží, roznětové sítě

<u>Cíl:</u>

- Seznámit s rozněcovadly a způsoby roznětu používanými v rámci vojenských trhacích prací

Osnova:

Úvod

1. Rozněcovadla
2. Druhy roznětu

Literatura:

- Trhaviny a ničení (Žen-2-6), **<u>hl. 4</u>**. MNO, Praha 1982
- Kyjovský, J., Kroupa, L. *Bojová ženijní podpora. Jednoduché trhací práce* (S-9003). UO Brno, 2017
- Kyjovský, J., Kroupa, L. Bojová ženijní podpora - Trhací práce II (S-9003/2). UO Brno, 2019

Úvod

Výbuch

- Podmínka výbuchu – dodání energie (aktivační energie):
  - Různé formy energie;
  - Vlastnosti výbušniny;
  - Deflagrace x detonace.

ROZNĚT = počáteční podnět, který vyvolává chemický výbuch

1. Rozněcovadla

Rozněcovadlo - prostředek pro vyvolání výbušné přeměny ve výbušnině → **iniciátor**;

Rozdělení:

- **Podle pracovní charakteristiky:**
  - **Základní** - počáteční podnět odlišný od pracovní charakteristiky – slouží k zesílení;
  - **Pomocná** - počáteční podnět shodný s pracovní charakteristikou – slouží k přenosu výbuchu;
- **Podle počátečního podnětu:**
  - Mechanická;
  - Zážehová;
  - Elektrická.

1. Rozněcovadla

Základní rozněcovadla

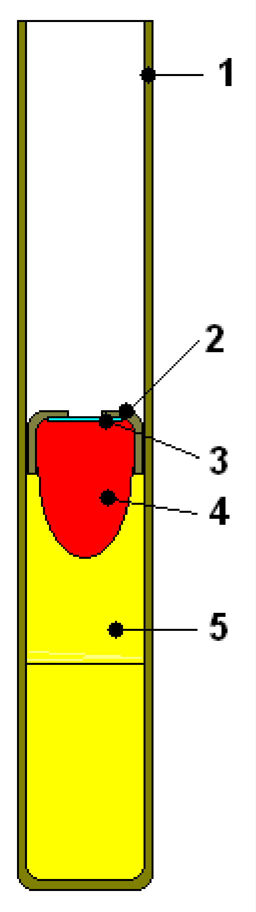
- ***Mechanická mžiková*** *– zápalky;*
- **Zážehová mžiková** – zážehové rozbušky;
- **Elektrická mžiková** – pilule, palníky, elektrické rozbušky;
- **Elektrická časovaná** – elektrické rozbušky.

1. Rozněcovadla

Základní rozněcovadla zážehová mžiková

Rozbuška ženijní (Ž)

- Počáteční podnět: plamen
- Pracovní charakteristika: detonace
- Riziko:
  - Citlivost k dalším podnětům;
  - Osový účinek;
  - Zvlhnutí.



1. Rozněcovadla

Základní rozněcovadla elektrická mžiková, časovaná

Ženijní elektrická bezpečnostní rozbuška Že-B

Ženijní elektrická bezpečnostní rozbuška časovaná ŽeČ-B (M)

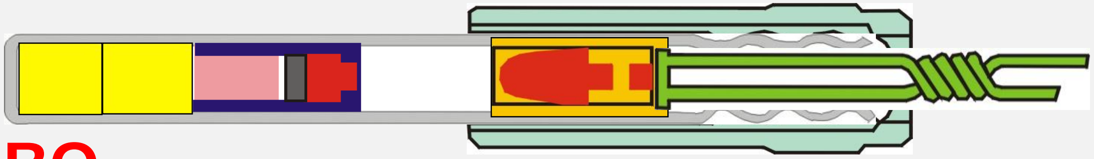
- Počáteční podnět: elektrický proud
- Pracovní charakteristika: detonace
- Riziko:
  - Dostatečný zdroj elektrické energie;
  - Střední odolnost k nežádoucím zdrojům elektrické energie;
  - Rozbuškový šroub x kalibrace.

1. Rozněcovadla

Základní rozněcovadla elektrická mžiková, časovaná

Znalost základních parametrů:

- Odpor rozněcovadla R /Ω/
- Zážehový impuls E /mJ.Ω^{-1}/
- Bezpečný proud I_B/A/
- Délka přívodních vodičů /m/



Znalost manipulace a BO

1. Rozněcovadla

Základní rozněcovadla elektrická mžiková, časovaná

Terminologie:

- **Bezpečný impuls** /mJ.Ω^{-1}/

➢ Nejvyšší přípustná hodnota elektrického impulsu vztažená na jednotku odporu rozněcovadla, při které nesmí dojít k aktivaci jednotlivých nebo v sérii zapojených rozněcovadel.

- **Zážehový impuls** /mJ.Ω^{-1}/

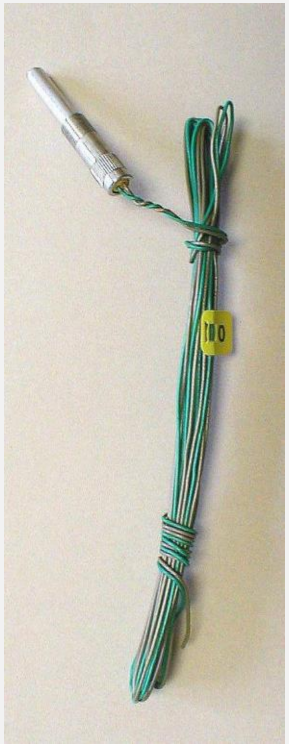
➢ Minimální hodnota elektrického impulsu vztažená na jednotku odporu rozněcovadla, při které musí dojít k aktivaci jednotlivých nebo v sérii zapojených rozněcovadel (10 ks) během daného časového intervalu (4 ms).

1. Rozněcovadla

Základní rozněcovadla elektrická mžiková, časovaná

Technické údaje rozbušek Že-B a ŽeČ-B (M):

- ohmický odpor (včetně vodičů): **1,0 až 1,3 Ω** (v jednom balení tolerance maximálně 0,1 Ω);
- zážehový impulz: **18 mJ.Ω^{-1} (16 mJ.Ω^{-1})**;
- zaručená funkčnost v rozsahu –50 až + 60°C
- doby zpoždění:
  - stupeň 0 - **0 s** (0,003 až 0,006 s)
  - stupeň 1 - **0,5 s** (0,22 až 0,58 s)
  - stupeň 2 - **1s** (0,65 až 1,05 s)
  - stupeň 3 - **1,5 s** (1,12 až 1,57 s)
  - stupeň 4 - **2 s** (1,62 až 2,07 s)
  - stupeň 5 - **2,5 s** (2,12 až 2,60 s)

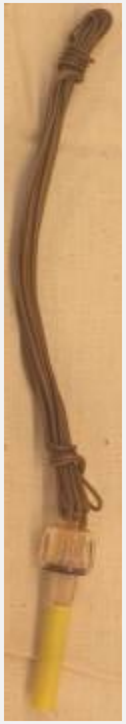


1. Rozněcovadla

Základní rozněcovadla elektrická mžiková

Elektrický palník P-1, P-2

- Počáteční podnět: elektrický proud
- Pracovní charakteristika: plamen
- Riziko:
  - Nízká odolnost k nežádoucím zdrojům elektrické energie;
  - Omezené použití.



1. Rozněcovadla

Pomocná rozněcovadla časovaná

Zápalnice UNIKORD:

- Počáteční podnět: plamen
- Pracovní charakteristika: plamen
- Riziko:
  - Zvlhnutí;
  - **Zkouška hoření - 120 ± 12 s/1m**;
  - Nejmenší délka – 120 cm.

1. Rozněcovadla

Pomocná rozněcovadla mžiková

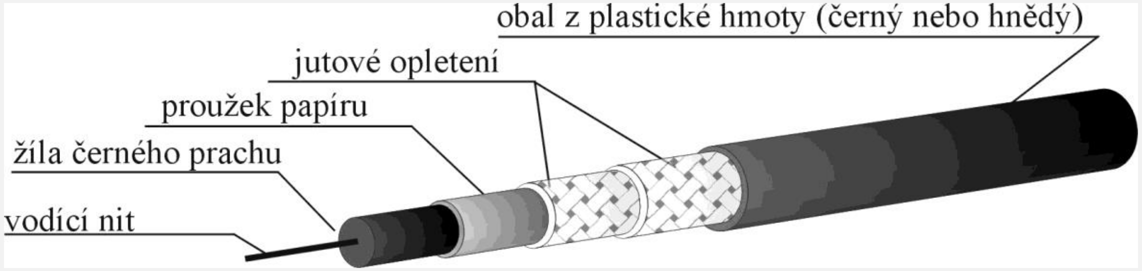
Bleskovice Np V

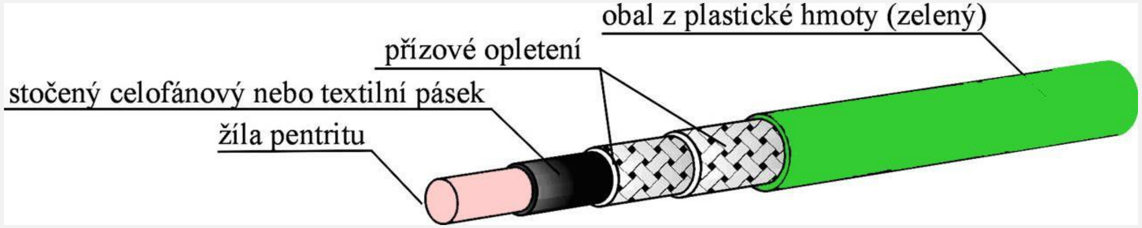
- Počáteční podnět: detonace
- Pracovní charakteristika: detonace
- Riziko:
  - Nebezpečí výbuchu;
  - **Manipulace**;
  - Přerušení detonace.

1. Rozněcovadla

Pomocná rozněcovadla mžiková

Zápalnice UNIKORD x Bleskovice Np V



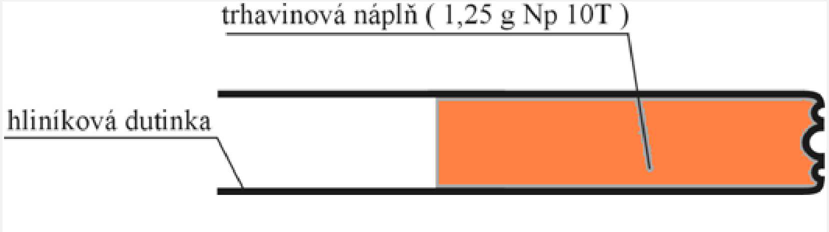


1. Rozněcovadla

Pomocná rozněcovadla mžiková

Bleskovicová počinová náložka (počinka) BP-1

- Počáteční podnět: detonace
- Pracovní charakteristika: detonace
- Riziko:
  - Záměna s rozbuškou Ž;
  - Jen ve spojení s bleskovicí.

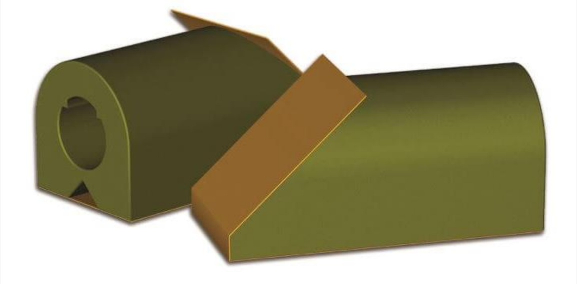


1. Rozněcovadla

Pomocná rozněcovadla mžiková

Počinová náložka Semtex RAZOR Booster

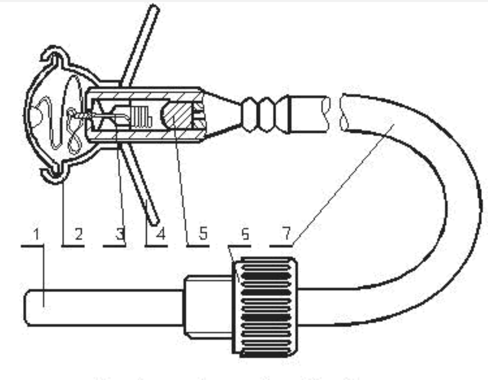
- Počáteční podnět: detonace
- Pracovní charakteristika: detonace
- Riziko:
  - Špatné připevnění k nálože.



1. Rozněcovadla

Časovaný rozněcovač Ča Ro Z-60

- zápalnice opatřená třecím zapalovačem a rozbuškovým šroubem s rozbuškou;
  - Doba časování je 60 až 90 sekund.



2. Druhy roznětu

Druhy roznětu (podle pracovní charakteristiky):

1. **Zápalnicový**
   - Nejjednodušší;
   - K odpálení jednotlivých náloží nebo bleskovice;
2. **Bleskovicový**
   - K současnému odpálení zpravidla většího počtu náloží;
3. **Elektrický**
   - Řízený okamžik odpálení náloží nebo bleskovice, případně odstupňované odpalování v definovaných intervalech;
4. **Neelektrický**
   - Pro roznět jednotlivých náloží i pro vytváření roznětových sítí k současnému řízenému odpálení náloží;
5. **Sdružený (kombinovaný)**
   - Kombinace elektrického a bleskovicového roznětu;
   - Pro ničení důležitých objektů a u nepřístupných náloží;
6. ***Jiné** druhy roznětu (např. **přenosem detonace**, magnetickou indukcí, elektrický bezprimárový, …).*

2. Druhy roznětu

Zápalnicový roznět

- K roznětu je potřeba:
  - **Rozbuška Ž;**
  - **Zápalnice;**
  - Pomůcky:
    - Kleště na rozbušky;
    - Prostředky pro zapálení zápalnice (zápalky);
    - Prostředky pro měření a řezání zápalnice (metr, ostrý nůž, dřevěná podložka).

→ časovaný rozněcovač

2. Druhy roznětu

Bleskovicový roznět

➢K současnému odpálení náloží

- **Bleskovicové roznětové sítě – zapojení:**
  - **Sériová:**
    - Přístupné nálože;
    - Nepřístupné nálože.
  - **Paralelní** - napojení odnoží bleskovice na roznět je vedle sebe (souběžně);
  - **Smíšená** - napojení na roznět je v několika sériových větvích vedle sebe.

2. Druhy roznětu

Bleskovicový roznět

Bleskovicové roznětové sítě

- Bleskovice - na koncích rozbuška Ž nebo počinka BP-1.
- Jednotlivé části sítě:
    - **Průběžná bleskovice** (od místa roznětu až k poslední náloži);
    - **Odnož bleskovice** (od místa napojení k jedné náloži);
    - **Převodná bleskovice** (vzájemně spojující nálože, rozněcovadla na obou koncích);
    - **Uzavírací větev** (vzájemně spojující první a poslední nálož (větev), rozněcovadla na obou koncích) → zvýšení spolehlivosti roznětu všech náloží.

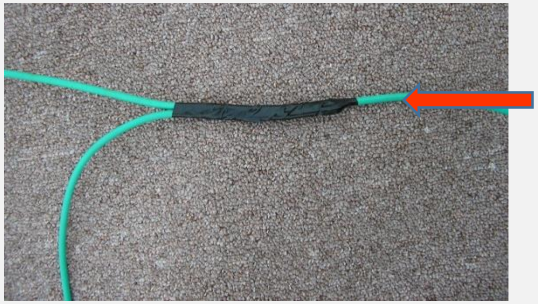
2. Druhy roznětu

Bleskovicový roznět

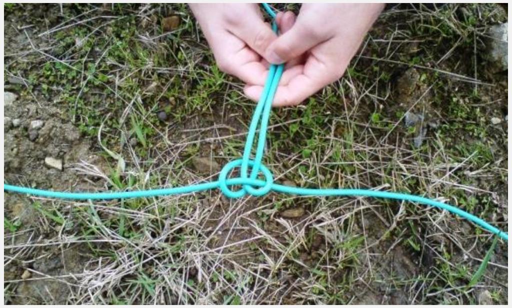
Spojování bleskovice

Uzlem na osmu

Přiložením



Dvojsmyčkou



Přiložením odnože s propojem

2. Druhy roznětu

Elektrický roznět

- odpálení náloží nebo bleskovicových roznětových sítí v přesně stanovený okamžik, nebo
- odstupňované odpalování s definovaným zpožděním.

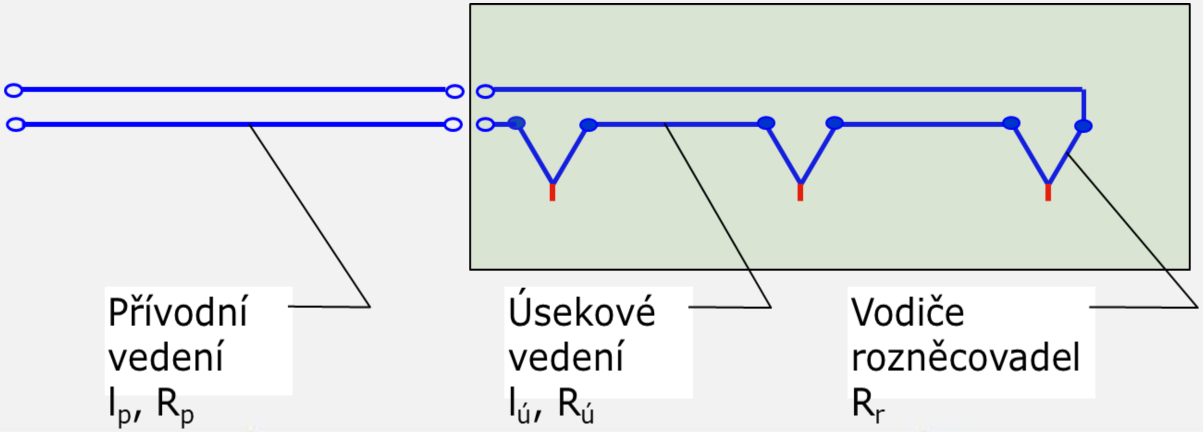
- **Zapojení elektrických roznětových sítí:**
  - Sériové;
  - Paralelní;
  - Smíšené.

2. *Druhy roznětu*

Elektrický roznět

➢ **Jednotlivé části sítě:**

- **přívodní vedení** - část od stanoviště roznětu k trhanému objektu;
- **úsekové vedení** - část spojující jednotlivé vodiče rozněcovadel;
- **vodiče rozněcovadel** - část rozněcovadla.



2. Druhy roznětu

Elektrický roznět

Výpočet elektrických sítí – sériové zapojení

1. Výpočet celkového odporu sítě:

$$R_c = R_p + R_ú + m.R_r$$

kde:

R_p - odpor přívodního vedení v Ω,
$R_ú$ - odpor úsekových vedení v Ω,
m - množství rozněcovadel v síti,
R_r - odpor jednoho rozněcovadla v Ω.

$$R_c \leq R_{mez}$$

R_{mez} - mezní odpor roznětnice.

2. Druhy roznětu

Elektrický roznět

Výpočet elektrických sítí – sériové zapojení

2. Výpočet dodaného zážehového impulsu:

$$E_R \geq E_{Akt}$$

$$E_R = \frac{N}{R_C}$$

kde:

E_R	- impuls, který dodá roznětnice do okruhu [J.Ω^{-1}]
E_{Akt}	- aktivační impuls rozbušky [J.Ω^{-1}]
N	- energie roznětnice [J]
R_C	- celkový odpor sítě [Ω]

2. Druhy roznětu

Elektrický roznět

Výpočet elektrických sítí – smíšené (paralelní) zapojení

- Výpočet dodaného zážehového impulsu:

$$E_R = \frac{U^2.C.10^3}{2.(n^2.R_p + R_ú + m.R_r)}.\left(1 - e^{\frac{-2.t}{\tau}}\right)$$

E_R - energie, kterou je navržená roznětnice schopna dodat do zvolené sítě na každou jednotku odporu /J.Ω^{-1}/
U - napětí roznětnice /V/,
C - kapacita roznětnice /F/,
n - počet paralelních větví,
R_p - odpor přívodního vedení /Ω/,
$R_ú$ - odpor úsekového vedení /Ω,
m - počet rozněcovadel zapojených v síti,
R_r - odpor rozněcovadel /Ω/,
t - reakční doba rozbušek /s/,
e - základ přirozeného logaritmu (2,7),
N - výkon roznětnice /J/,
T - konstanta vybíjení kondenzátoru do dané sítě /s/ - stanoví se výpočtem

2. Druhy roznětu

Elektrický roznět

Výpočet elektrických sítí – smíšené (paralelní) zapojení

- Výpočet dodaného zážehového impulsu

➢ zjednodušení

$$E_R = \frac{U^2.C.10^3}{2.(n^2.R_p + R_ú + m.R_r)}.\left(1 - e^{\frac{-2.t}{\tau}}\right)$$

$$N = \frac{U^2.C}{2}$$

t = 0,004 s

Převod na mJ.Ω^{-1}

$$E_R = \frac{N.10^3}{n^2.R_p + R_ú + m.R_r}.\left(1 - e^{\frac{-0,008}{\tau}}\right)$$

2. Druhy roznětu

Elektrický roznět

Výpočet elektrických sítí – smíšené (paralelní) zapojení

- Výpočet dodaného zážehového impulsu

➢ konstanta vybíjení kondenzátoru τ

$$\tau = C.\left(R_p + \frac{R_ú + m.R_r}{n^2} \right)$$

2. Druhy roznětu

Elektrický roznět

Výpočet elektrických sítí – smíšené (paralelní) zapojení

- Výpočet dodaného zážehového impulsu

Zjednodušení, pokud:

$$\tau \leq 0{,}002s \;\Rightarrow\; \left(1 - e^{\frac{-0{,}008}{\tau}}\right) \approx 1$$

$$E_R = \frac{N.10^3}{n^2.R_p + R_ú + m.R_r}$$

$$E_R \geq 18\ (16)\ mJ.\Omega^{-1}$$

2. Druhy roznětu

Elektrický roznět

Ochrana proti účinkům nežádoucích zdrojů elektrické energie:

- bludné proudy;
- elektrostatická energie;
- atmosférická energie;
- rozvody VN a VVN (nad 1 000 V);
- vysokofrekvenční zdroje.

Specifická opatření – viz předpis

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

- standartní způsob roznětu;
- různé názvy - STARLINE, STARTUBE, SHOCK TUBE, NONEL, NORABEL, SHOCKSTAR, ….;
- hlavní součásti:
  - detonační trubička (shock tube);
  - neelektrická rozbuška.

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

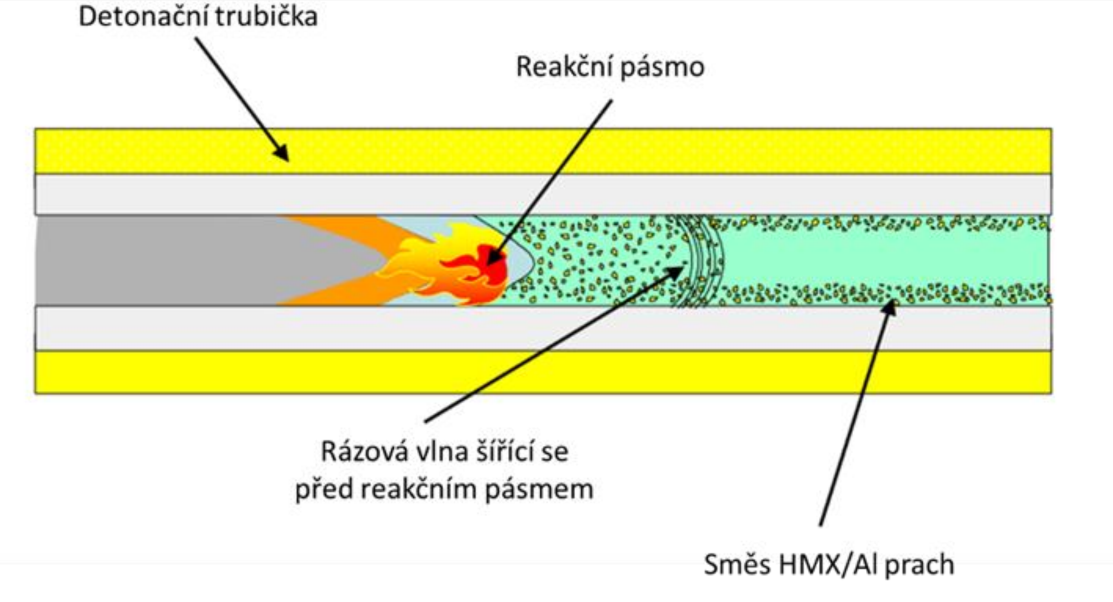
Detonační trubička

- z plastické hmoty;
- vnější průměr 3 mm;
- vnitřní povrch výbušná slož (většinou směs HMX/Al prach) v gramáži cca 15 mg výbušniny/m;
- rychlost šíření detonace - cca 2000 m.s^{-1};
- iniciace úderníkovým rozněcovačem, jiskrovou roznětnicí, rozbuškou, bleskovicí;

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Detonační trubička



2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

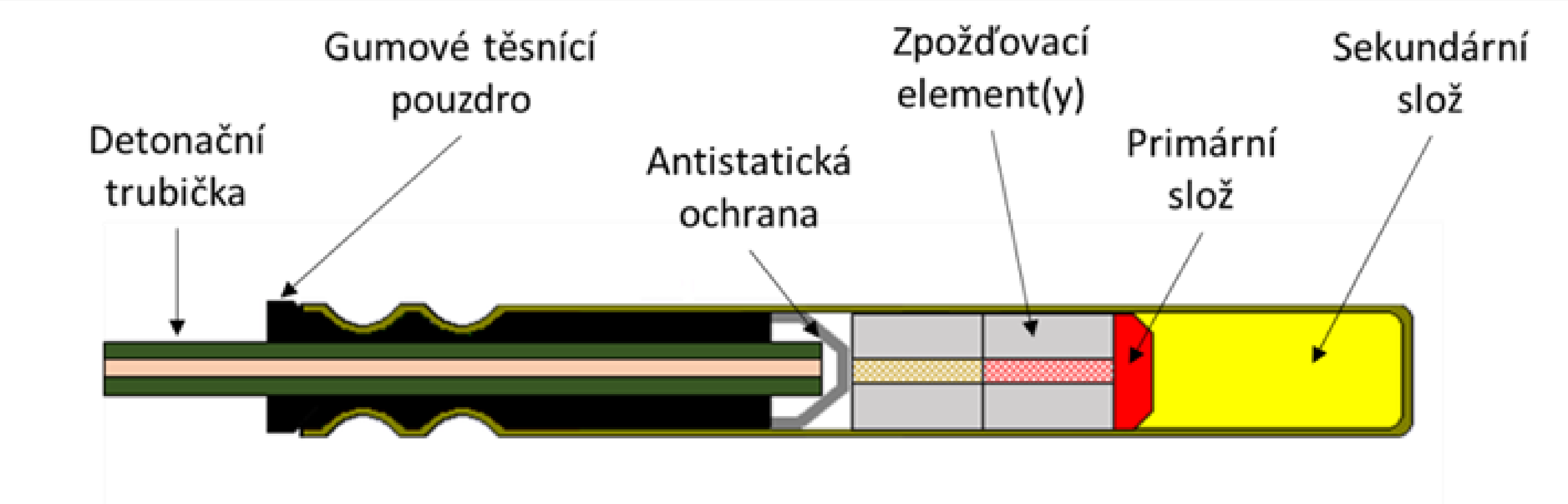
Neelektrická rozbuška

- konstrukčně podobná rozbušce elektrické;
- přívodní detonační trubička;
- primární náplň = trhavina (PETN);
- mžikové nebo jako časované;
- necitlivost vůči cizím zdrojům elektrické energie.

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Neelektrická rozbuška



2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Výhody neelektrického roznětu:

- možnost výroby na míru;
- možnost přípravy předem;
- vysoká manipulační bezpečnost a odolnost proti mechanickému namáhání;
- snadná a rychlá manipulace a variabilnost;
- vynikající odolnost proti vlhku a vodě;
- necitlivost vůči cizím zdrojům elektrické energie.

Nevýhoda - odpad v podobě vystřelené detonační trubičky.

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Ve výzbroji AČR roznětný systém Norabel:

- Spouštěč ST 7,8 m;
- Spouštěč ST 30 m;
- Spouštěč ST 65 m;
- Spouštěč ST 100 m;
- Spouštěč ST 320 m;
- Rozněcovač RFS 10 M.

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Detonační trubička

- HMX/Al prach - 90/10, 14 mg/m;
- ø 3 mm;
- D ≈ 1900 m.s^{-1}.

Rozbuška

- Al dutinka;
- náplň 1 g (0,2 g PETN + 0,8 g RDX);
- zpoždění 40 ms.

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Spouštěč ST 7,8 m

- trubička + rozbuška;
- roznět náloží nebo vytváření sítí;
- nutnost iniciace;
- svinutá smyčka v bariérové fólii.

Délka vodiče	7,8 m
Teplotní rozsah pro použitelnost	-30 °C až +50 °C
Funkčnost pod vodou	0,3 MPa po dobu 7 dní

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Spouštěč ST 7,8 m

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Spouštěč ST 30 M, ST 65 M, ST 100 M

- trubička + zápalka;
- rozbuška;
- mechanický iniciátor – úchopový spínač;
- konektor;
- cívka.

➢ V bariérové fólii;

➢ roznět náloží nebo vytváření sítí.

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Spouštěč ST 30 M, ST 65 M, ST 100 M

2. Druhy roznětu

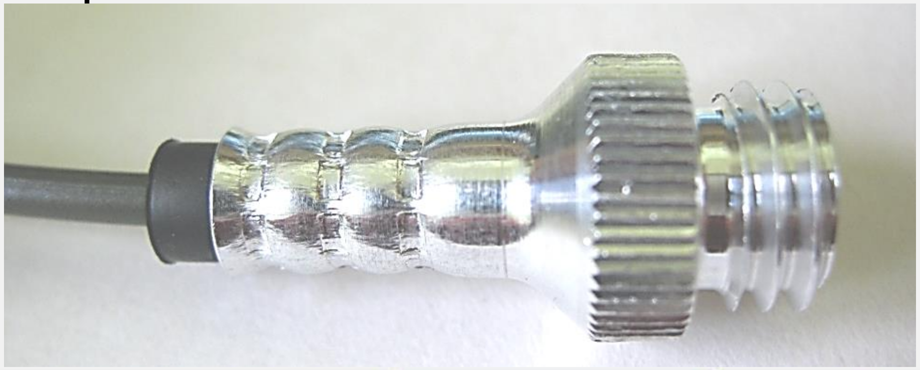
Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Zápalka (Zápalková sestava)

- generuje prvotní impulz;
- spojovací část mezi úchopovým spouštěčem a trubičkou.

- **Hlavní části**:
- lůžko;
- zápalka.



2. Druhy roznětu

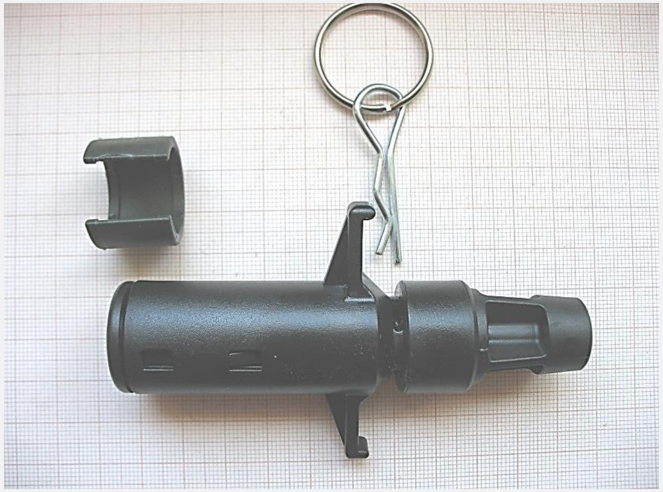
Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Úchopový spínač

- jednorázový mechanický spouštěcí mechanismus;
- obsluha jednou rukou.

- **Hlavní části:**
  - bezpečnostní kroužek;
  - pojistný kolík;
  - plastová rukojeť;
  - spoušť;
  - pohyblivé dno spouště.



2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Konektor

- plast, bez výbušných částí;
- k propojení až osmi navzájem propojených trubiček (v sérii nebo paralelně);
- funkční část – vložená rozbuška.

Hlavní části:

- zamykací kroužek;
- sedlo rozbušky.

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Cívka

- zásobník pro detonační trubičku.
- úložný prostor pro:
    - úchopový spínač;
    - Konektor;
    - 2 rukověti.

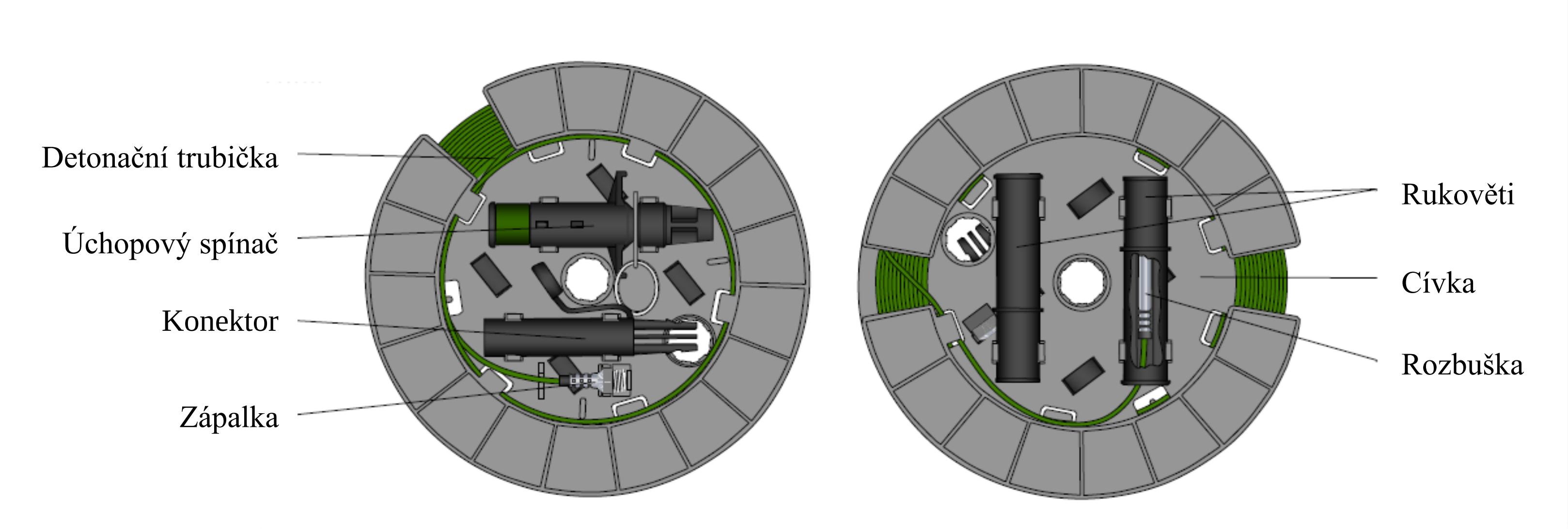
Rukověti jsou po vložení do těla cívky uzamčené a zajištěné (nelze je odpojit bez příslušných nástrojů).

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Cívka



2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Rozněcovač RFS 10 M (Systém rychlé iniciace 10 m)

- Možnost vzájemného propojení

Zpoždění	40 ms
Délka vodiče	10 m
Teplotní rozsah pro použitelnost	-30 °C až +50 °C
Funkčnost pod vodou	0,3 Mpa po dobu 7 dní

2. Druhy roznětu

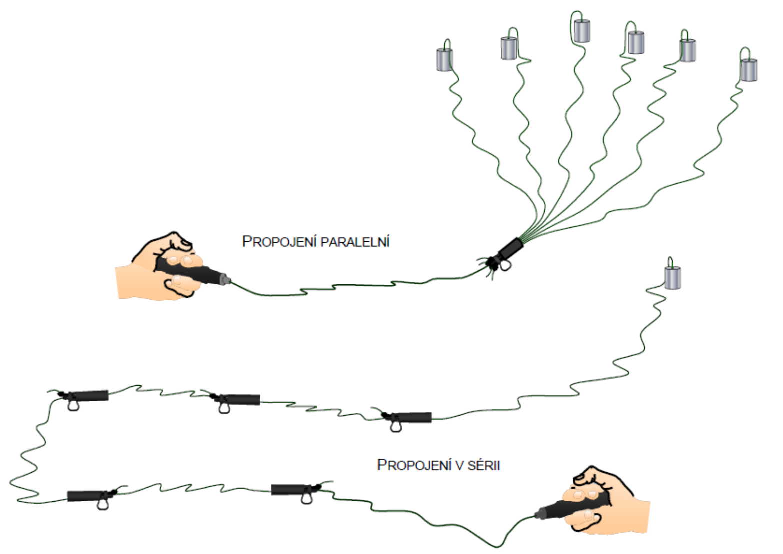
Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Rozněcovač RFS 10 M (Systém rychlé iniciace 10 m)

Možnosti zapojení

- Pomocí konektoru



2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Bezpečnostní opatření

- až do použití uložení v originálních hermetických obalech;
- nesmí být vystaveny hrubému zacházení, které vede k viditelnému poškození;
- nesmí být vystaveny nepříznivým okolním podmínkám a vlivům;
- před použitím spouštěče vzhledově zkontrolovat neporušenost obalu i samotného spouštěče. Pokud je detonační trubice nebo samotný spouštěč viditelně poškozen, nesmí být použit;
- v průběhu přepravy musí být spouštěč uložen v přepravním obalu;
- je nezbytné chránit spouštěče před pádem, znečištěním a stykem s vodou a PHM.

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Bezpečnostní opatření

- k iniciaci dochází ihned po zmáčknutí spouště;
- doporučená minimální bezpečná vzdálenost při výbuchu konektoru obsahujícího rozbušku je 20 metrů;
- délka detonační trubice mezi propojenými jednotkami musí být nejméně 0,6 m.

2. Druhy roznětu

Neelektrický roznět (systém detonační trubičky)

Roznětný systém Norabel

Bezpečnostní opatření

Je zakázáno:

- používat spouštěče k jiným účelům než pro které jsou určené;
- vystavovat spouštěče působení extrémních teplot nad rámec povolených hodnot;
- upravovat nebo opravovat spouštěče.

Selhávka

- **čekací doba = 30 minut**

2. Druhy roznětu

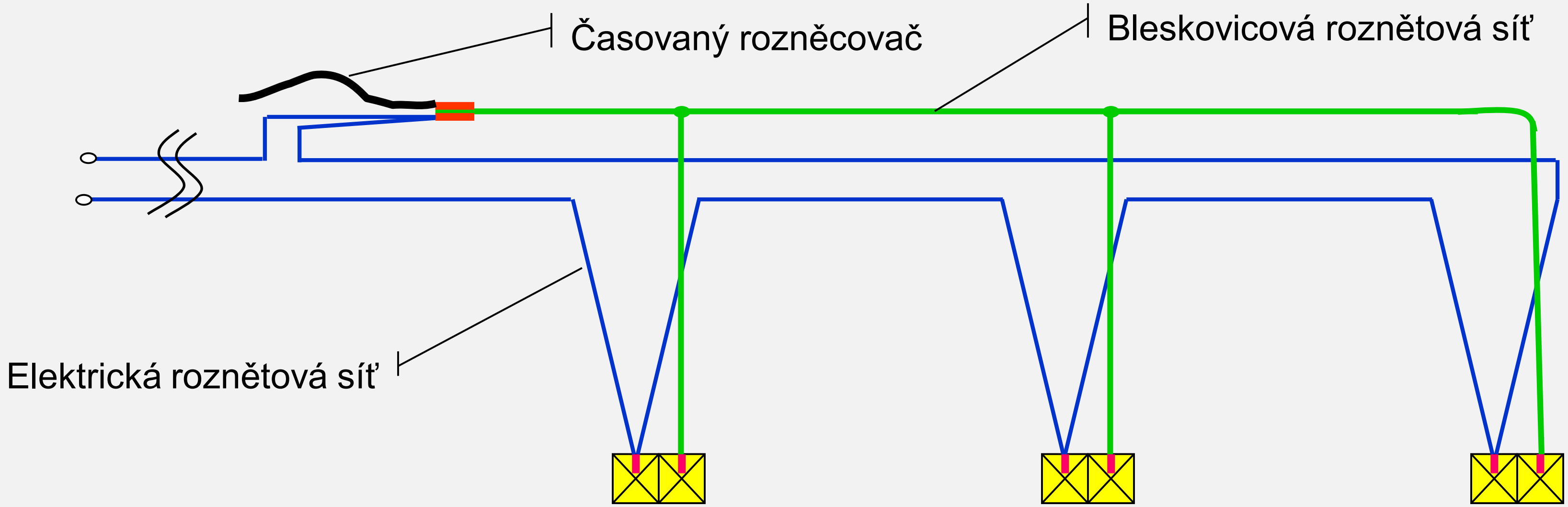
Sdružený (kombinovaný) roznět

- **Zajištění spolehlivého roznětu:**
  - při ničení důležitých objektů;
  - u nepřístupných náloží.

= Spojení elektrické (zpravidla sériové) a bleskovicové roznětové sítě.

2. Druhy roznětu

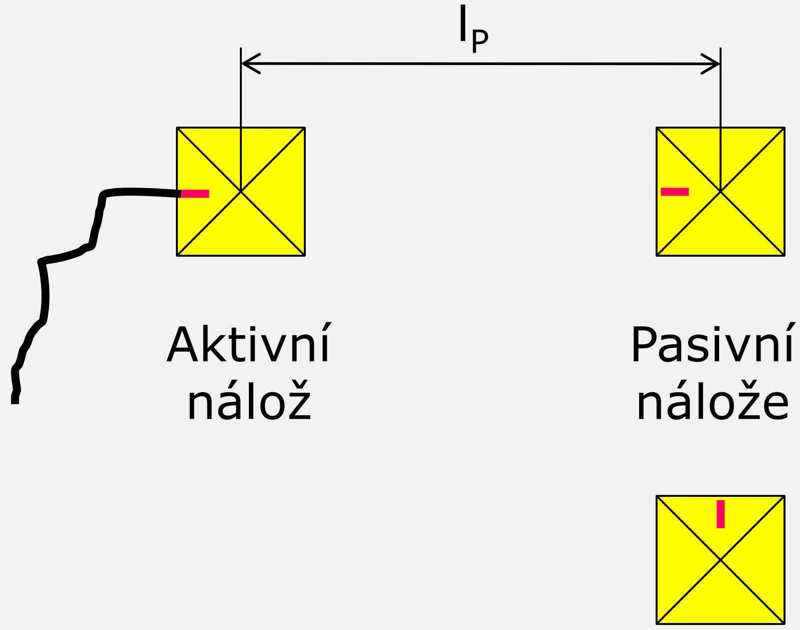
Sdružený (kombinovaný) roznět



Ing. Lubomír Kroupa, CSc.

2. Druhy roznětu

Roznět přenosem detonace



N_A /kg/	l_P /m/
0,4	0,5
0,8 – 1,0	1
2,0 – 2,5	1,5
3,0	2
5,0	2,5

2. Druhy roznětu

Bezpečnostní opatření:

- Základní TTD rozněcovadel;
- Manipulace s rozněcovadly;
- Sestavování roznětu;
- Kontrola rozněcovadel a el. roznětových sítí;
- Ochrana roznětových sítí (elektrických);
- Vyčkávací doby po odstřelu.

Závěr

Bezpečnostní opatření:

- Znalost TTD rozněcovadel;
- Dodržování zásad manipulace s rozněcovadly;
- Nákres a výpočet roznětových sítí;
- Používání jen zavedených a schválených pomůcek.

Roznět náloží, roznětové sítě

<u>Úkoly pro samostatnou práci:</u>

V rámci samostudia prostudovat problematiku:

1. Roznět náloží;
2. Ženijní náloživo;
3. Všeobecná bezpečnostní opatření při provádění trhacích prací (v rozsahu předpisu Žen-2-6, čl. 462 až 464)