

# Vývoj a výroba raket v Československu

## Hnací náplně

---

Doc.ing.Ladislav Lehký,CSc.

Listopad 2017

# Rakety

---

1. Princip raketového (reaktivního) pohonu
2. Historie a osobnosti - krátký přehled
3. Hnací hmoty - TPH
4. Vývoj HN na území ČR - Explosia
5. Vývoj raket na území ČR (období II. svět. války)
6. Vývoj raket v Explosii
  - Rakety vojenské a pro civilní použití - příklady

# Reaktivní motory

---

## ■ Proudové

- Turboreaktivní.
- Náporové;
- Pulsační;

## ■ Raketové

- Na tuhou PH;
- Na kapalnou PH;
- Na hybridní PH.

- Kombinované raketo náporové

# Hnací hmoty - přehled

---

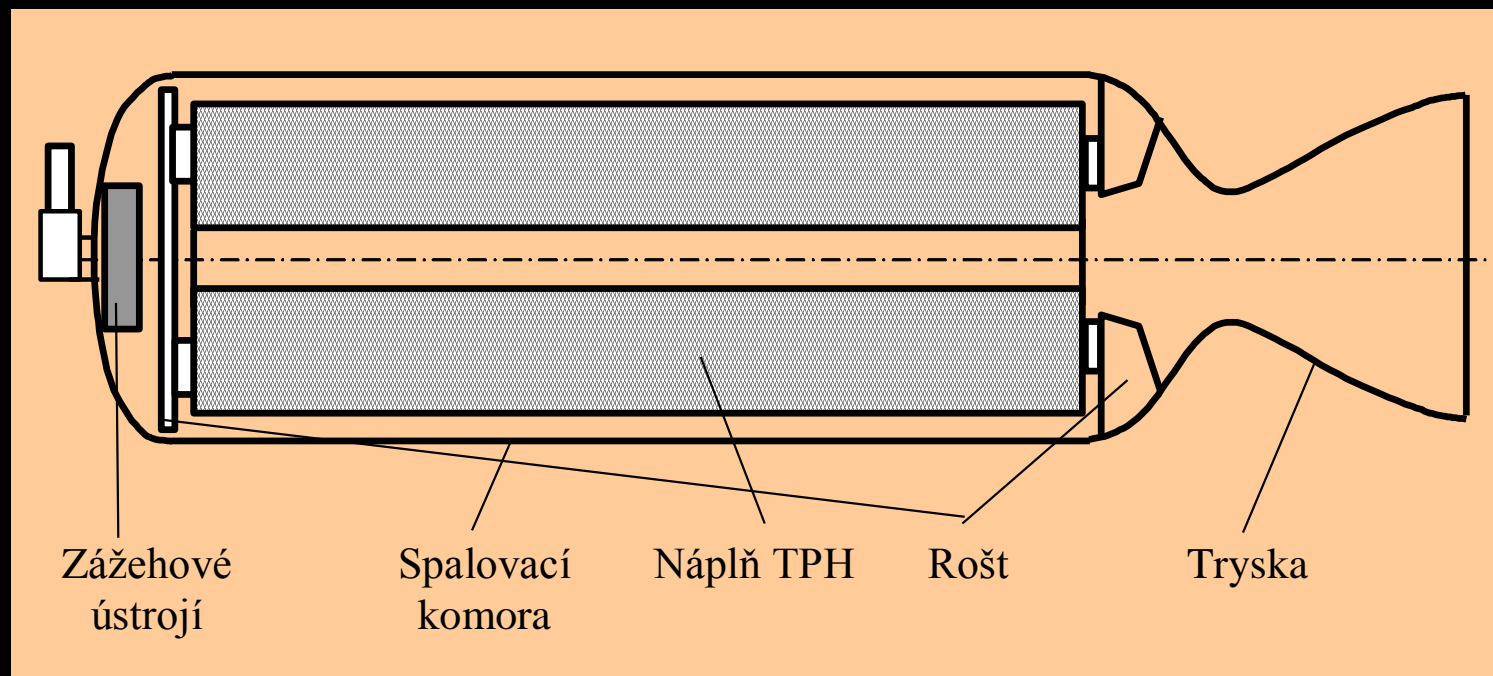
## Rozdělení hnacích hmot

- Tuhé (TPH) - nejstarší černý prach  
homogenní a heterogenní
- Kapalné (KPH) - dvě složky kapalné (např.  $H_2 + O_2$ )
- Hybridní - dvě složky - palivo pevné + oxidovadlo kapalné  
(např. vosk +  $N_2O$ )

*Pozn. Náporové RM - pevné nebo kapalné palivo  
+ vzduch jako oxidující složka*

# Princip raketového pohonu

## Raketový motor na TPH –konstrukční schéma



# Raketové motory na TPH

---

## **Výhody:**

Velmi jednoduchá konstrukce, vyšší spolehlivost;

Nižší konstrukční hmotnost;

Snadná údržba, skladování, jednodušší provoz;

Pohotovost k použití – rychlá příprava ke startu;

## **Nevýhody:**

Nižší měrná energie TPH;

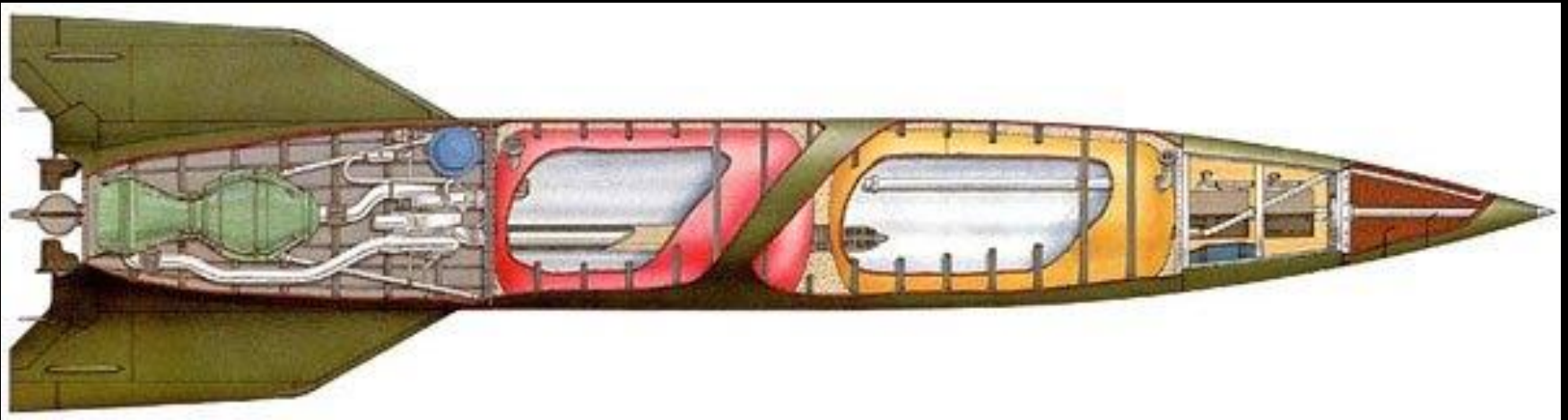
Citlivost TPH na počáteční teplotu (změna rychlosti hoření);

Nesnadná regulace funkce, přerušení funkce, nelze opětovně spustit;

Rozměrná spalovací komora - závisí na rozměrech TPH.

# Princip raketového pohonu

## Raketový motor na KPH – konstrukční schéma



**Složitější konstrukce** - řada agregátů: pro dopravu paliva + oxidovadla, při použití kryogenních látek (obvykle kapalný kyslík + palivo) problémy skladování apod., dlouhá příprava ke startu.

# Princip raketového pohonu

## Raketový motor na hybridní PH - konstrukční schéma



Jednodušší konstrukce, možnost regulace funkce. Považovány za perspektivní v kosmické oblasti.



# Hnací hmoty - přehled

---

## Tuhé pohonné hmoty

**Černý prach** - lisovaný (hutnota min.  $1,7 \text{ g/cm}^3$ )

objeven cca 900 n.l., Čína

dnes pouze v RM pro zábavnou pyrotechniku

**Homogenní TPH** - na bázi nitrocelulózy + kapalné nitroestery (NG, DEGDN), katalyzátory hoření a další přísady

**Heterogenní TPH** - kaučuk + oxidovadlo (chloristan amonný)  
+ palivo (práškový kov)

**Hybridní** - kaučukové palivo + kapalné oxidovadlo,  
vosk +  $\text{N}_2\text{O}$ , kaučuk + LOX

# Hnací hmoty - přehled

---

V ČR - výroba pouze **homogenní TPH** v Explosii (od poloviny 40tých let)  
**Heterogenní** - výzkum v 60tých letech (VÚPCH).

Polyuretanový kaučuk +  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ . Výroba nezavedena.

**Výroba TPH A 85/16** – náhrada heterogenní TPH v 60tých letech.

Butadienový kaučuk + dusičnan amonný, stejná technologie jako v případě homogenních TPH (na stejných zařízeních).

**Kapalné PH**, resp. rakety s kapalinovým RM - pouze záměry, zahájení výzkumu ve VAAZ Brno (projekt KAPR), nedošlo však ani k testům.

**Hybridní RM** – výzkum a zkoušky ve VÚPCH v 70tých letech

(řešitel ing. Svatoš). V 90tých letech 2 disertační práce studentů UO Brno\*) řešené z části v Explosii, úspěšné.

\*) *Csaba Borosz, Hosam El-Sayed Mostafa*

# Historie a osobnosti

---

## Nejstarší použití raket

– souvisí s vynálezem černého prachu (Čína)

doložené zprávy kolem roku 900 n.l.

dále rozšíření Indie, Mongolsko a arabský svět

V Evropě - první doložené použití roku 1247 - bitva u Lehnice, nájezd Mongolů. Popsáno použití raket.

Ve středověku – od 15. stol použití ČP v hlavních zbraních

Rakety – v rakouské armádě\*) od 1805, použity v bitvě u HK 1866

\*) Ctirad Beneš, *Raketové zbraně rakouské armády, Muzeum východních Čech HK 1994*

# Historie

## Průkopníci



Mongolská puma s černým prachem použitá v bitvě proti japonským samurajům během invaze do Japonska, 1281 n.l.

# Historie

## Průkopníci

---

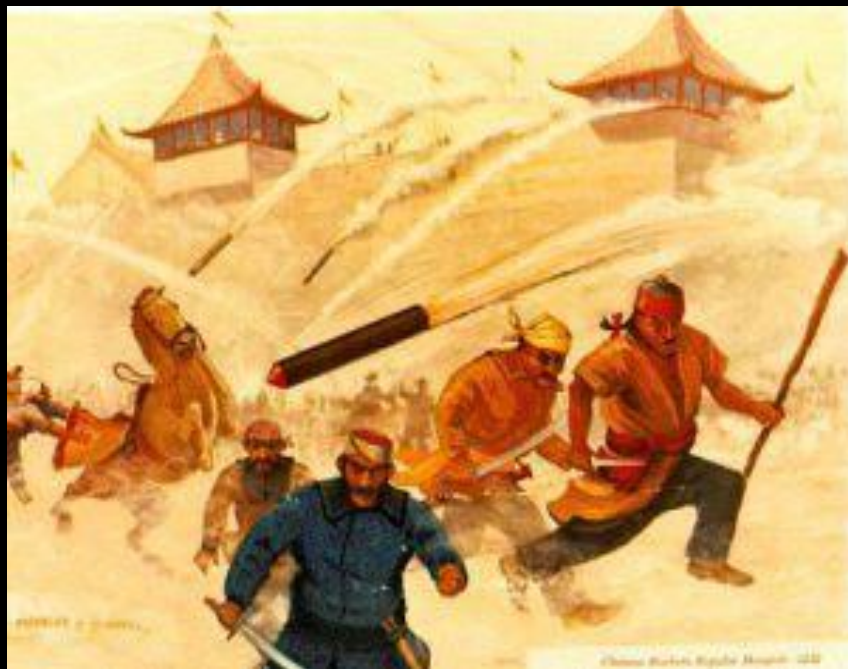


Burke-Fanning Torpedo

Válečné využití – šípy s RM,  
„torpéda“, rakety s hlavicí

# Historie

## Průkopníci



Boj u Pekingu v roce 1232 – rakety slouží k obraně města.



Střet britských a indických vojsk v roce 1780 v bitvě u Gunturu.

# Historie

## Průkopníci



Mírové využití raket – první kosmonaut

Čínský mandarín **Wan Chu**.  
Chtěl se vznést do vzduchu pomocí  
kluzáku poháněného sedmačtyřiceti  
raketami naplněnými černým prachem.  
Při startu však došlo k výbuchu a  
odvážný letec zahynul.

**Wan Chu**

# Historie

## Průkopníci



**Ciolkovského rovnice** - rovnice popisující rychlost rakety v beztížném prostoru. Později odvodil i rovnici pro pohyb v gravitačním poli.

$$\Delta v = v_e \ln \frac{m_0}{m_1}$$

**Konstantin Eduardovič Ciolkovskij**  
**1857 – 1935**

*Kniha „Výzkum světových prostorů reaktivními přístroji“*



# Historie

## Průkopníci



### **Hermann Julius Oberth**

(25. června 1894, Sibiu, Sedmihradsko,  
Rakousko-Uhersko – 28. prosince 1989,  
Norimberk, Západní Německo)

Německý fyzik a průkopník v oblasti raket.  
Spolu s Ciolkovským a Goddardem je považován  
za jednoho z nejvýznamnějších teoretiků  
kosmických letů.

Spolupráce na raketovém programu Německa ve  
30tých letech a během světové války. Přijal  
německé občanství.

# Historie

## Průkopníci

---



**Robert Hutchings Goddard**  
**1882 - 1945**

Americký vynálezce a teoretik raket. V roce 1925 zkonstruoval a úspěšně vypustil první kapalinovou raketu v USA.

# Historie

## Průkopníci

---



Werner von Braun

1912 -1977

Jako student se zajímal o raketovou techniku. Od 30tých let účast na raketovém programu Německa. Navrhl řadu kapalinových raket. Po roce 1945 se stal zakladatelem amerického raketového programu a výzkumu kosmu. Patrně nejznámější představitel kosmického programu a programu APOLO, včetně dosažení Měsíce.

# Historie

## Průkopníci

---



**Ludvík Otčenášek (1872 - 1949).**  
Český průkopník raketové techniky.

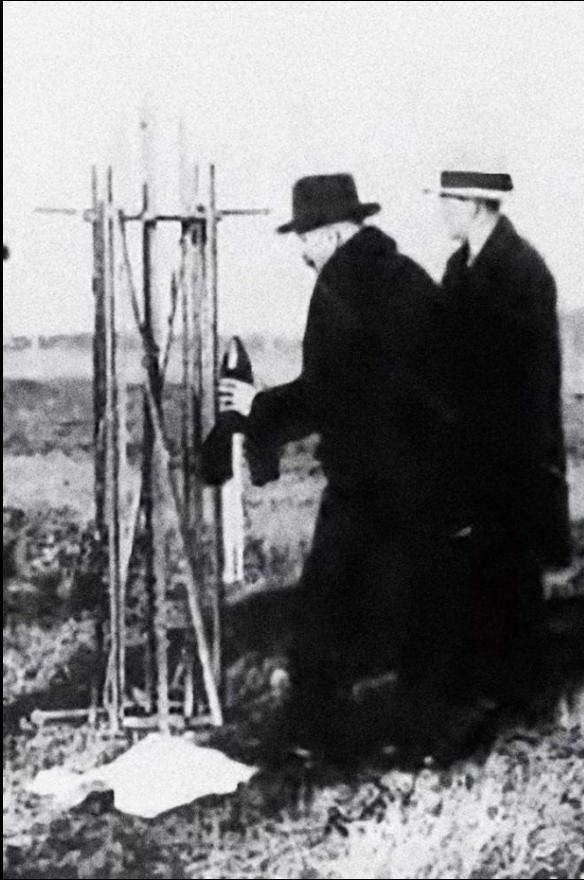
Konstrukce „vzdušného torpéda“, v roce 1915 předal výkresy předal Francouzům. Význam pro vítězství Dohody v I. svět. válce nepotvrzen. Rakety - pokusy v roce 1930 v Praze, dosažení výšky 1,5 km. Rakety s černým prachem. Údajná příprava cesty na Měsíc – na základě článků v novinách se hlásilo několik stovek zájemců (zpráva vyšla 31.12.) Autor řady konstrukčních návrhů strojů atd. (zaměstnán u firmy BAŤA)

Zapomenutý vynálezce.

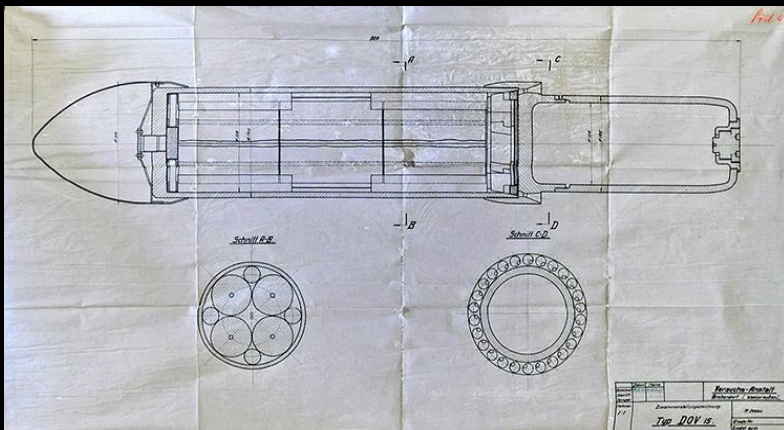
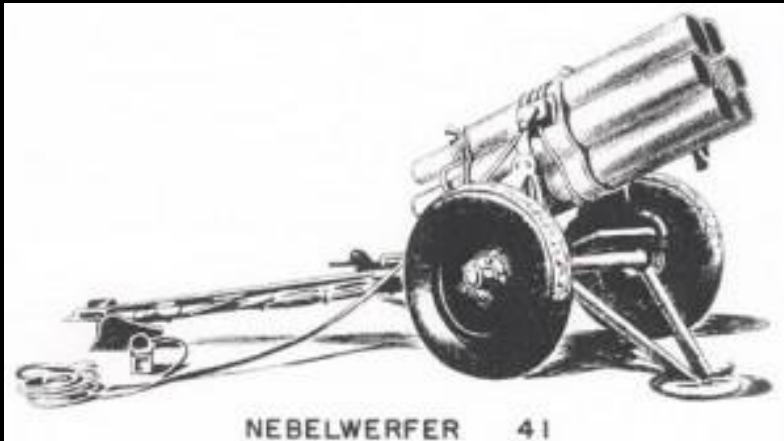
# Historie

## Průkopníci

Ludvík Otčenášek - rakety a raketový člun



# Vývoje raket na území ČR v době II. Světové války



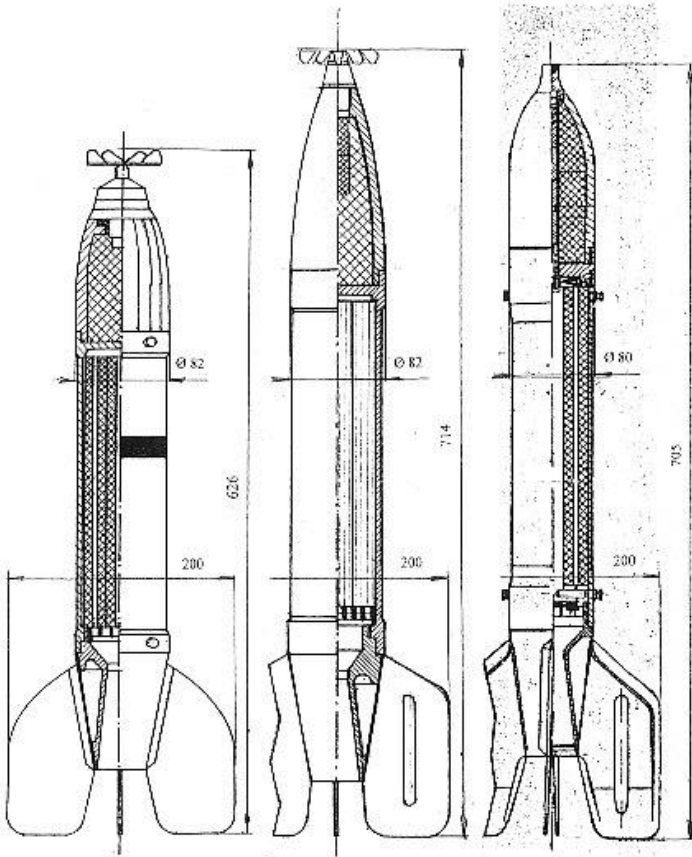
Celá řada projektů raket, které řešily **ŠKODA Plzeň a Zbrojovka Brno**.

Výroba zkoušení raket na území ČR  
Výzkumné středisko v Příbrami.

Vývoj byl roztržštěný, hodně projektů  
pouze zahájeno (rok 1944).

**V Explosii** - vývoj a výroba  
homogenních TPH, byla zde zavedena  
výroba diglykolových (DG) prachů.  
Raketová masa RO (dle německé  
Receptury), byla určena pro laboraci  
rakety ráže 80 mm.

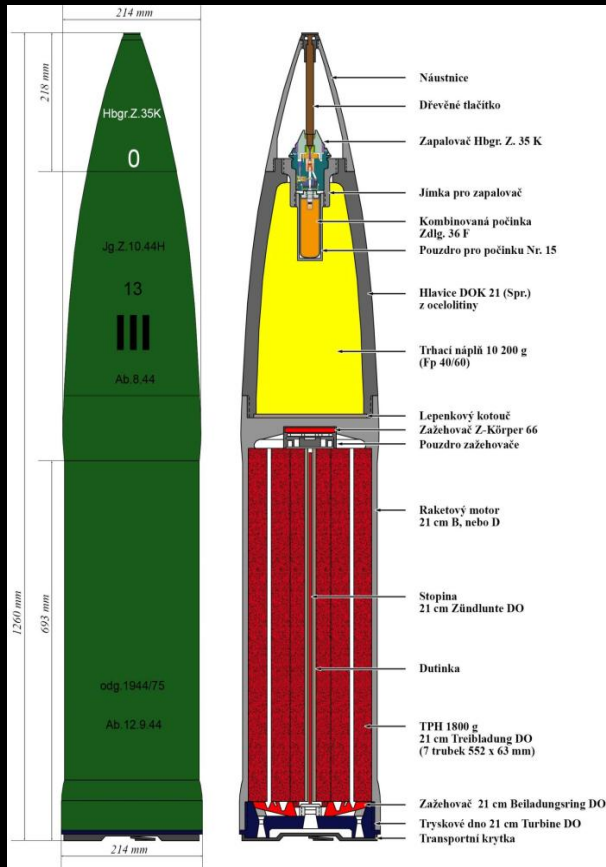
# Vývoje raket na území ČR v době II. Světové války



Němci na území ČR vyráběli kopie ruské rakety M-8 pro jednotky Waffen-SS. Výroba Zbrojovka Brno (údajně 20 000 ks) Laborace TPH - náplně byly tedy pravděpodobně vyráběny v Explosii (byla součástí koncernu Zbrojovky Brno). Kromě toho probíhal vývoj technologie a vývoj konkrétních náplní pro vyvíjené rakety střediskem v Příbrami.

*Pozn. Zmínka ing. Pantoflíček - zpráva pro MNO z 8/1945 o činnosti v Explosii během války.*

# Vývoje raket na území ČR v době II. Světové války



Jedna z německých dělostřeleckých raket,

Konstrukce má nejbližší k později vyvíjené raketě JRRO 130 mm pro raketomet vz. 51. (ŠKODA Plzeň).

Stabilizace rotací, skloněné trysky ( $14^\circ$ ), cca 18 000 otáček za min.



# Vývoje raket na území ČR v době II. Světové války

---

Po skončení války - VTÚ studoval dokumentace a zanechanou munici.

Ve ŠKODĚ Plzeň – po válce probíhal vývoj raket ráže 130 mm a 210 mm. Rakety stabilizované rotací a šípová stabilizace u leteckých raket (LR 55, LR 130 a LR 210 mm).

V roce byl 1950 ukončen vývoj a zkoušky, v roce 1951 byl zaveden do výzbroje ČSLA raketomet vz. 51/58 a munice - raketa JRRO 130 mm.

Řešena byla i varianta JRRO 210 mm, ta však nebyla zavedena do výzbroje armády (zbraň a munice nabízeny do zahraničí).

Prachové náplně vyráběla Explosia - pravděpodobně na základě německé receptury (prachová masa s označením DG RM CI).

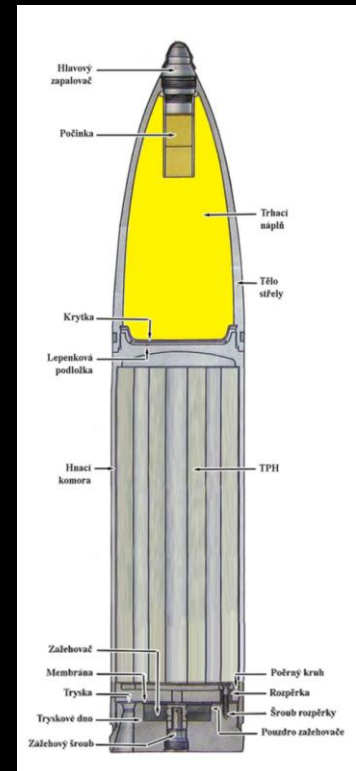
# Raketa JRRO 130 mm

## TPH – DG RM CI \*)

nc (12,06 % N)	cca 57%
dietylenglykol dinitrát	36,50 %
Centralit I	2,50 %
hydrocelulosa	1,60 %
dusičnan draselný	0,80 %
síran draselný	0,20 %
čínský vosk	0,20 %
kysličník hořečnatý	0,55 %
výbuchové teplo	880 kcal/kg

\*) Historicky první sériově zpracovávaná TPH v ČR.

Prakticky všechny objekty raketové techniky, jako JRRO 130 mm, JRRO 210 mm, LR 55, LR 130, LR 210 a další), řešené v 50tých letech byly s HN tohoto typu. Vyráběna do roku 1978.



# Letecké rakety LR 55 a LR 130 mm

---

Řada leteckých raket LR 55 mm, LR 130 mm a LR 210 mm.

Pro všechny byla používána TPH DG RM CI.

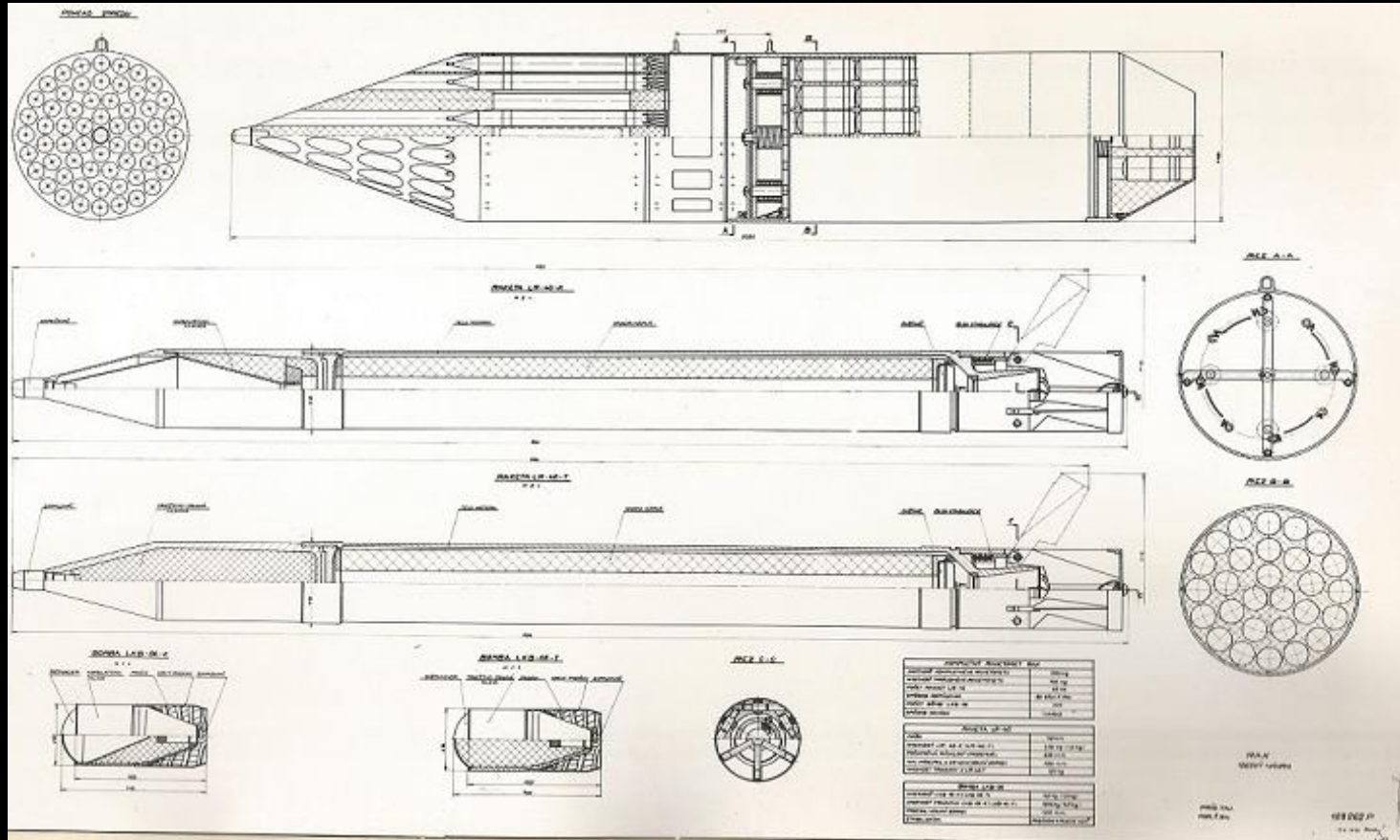
Vyvíjeny koncem 40tých a na začátku 50tých let.

	Rozměry vyráběné TPH	Hmotnost celé náplně RM
LR 55	D=44 mm d=14 mm l=440 mm	0,91 kg
LR 130	D=49 mm d=10 mm l=443 mm	9,9 kg

Rakety LR 210 mm ani JRRO 210 mm - nebyly však zavedeny do výzbroje.

# Letecké rakety LR 55 a LR 130 mm

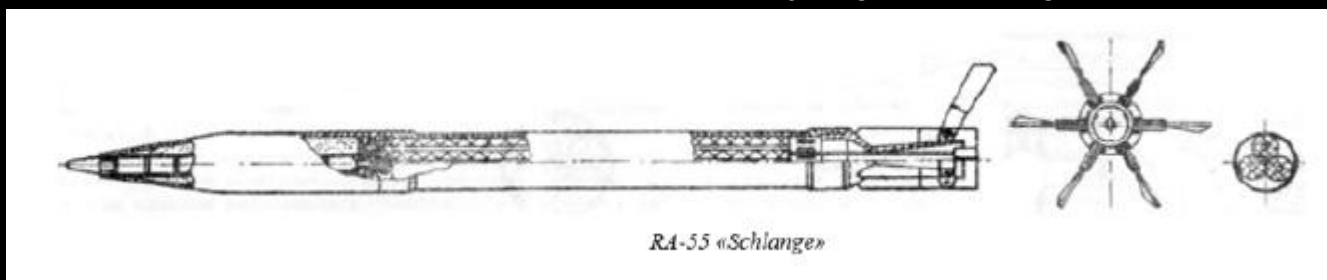
## LR 55 mm



# Letecké rakety LR 55 a LR 130 mm

LR 55 mm

Německá letecká raketa SCHLANGE ráže 55 mm (vývoj ve Zbrojovce Brno) a raketa LR 55.



# Letecké rakety LR 55 a LR 130 mm

---



LR 130 mm



# Rakety

## PTŘS VOLANT (1959 – 1962)

Protitanková řízená střela. Konstrukce a koncepce střely odpovídala sovětské PTŘS ŠMEL, které byla v AČR uvažována jako moderní protitankový prostředek. Ve VÚPCH byla řešena čelně hořící izolovaná TPH a prachový generátor plynů pro ovládání kormidel.

Prachová náplň z TPH o složení:

nitrocelulosa	61,0 %
DEGDN	33,6 %
Centralit I	2,2 %
Dibutylftalát	0,8 %
Uhlíčitan hořečnatý	2,5 %
Vláha	1,0 % max

Izolace povrchu náplně - různé typy celulosových materiálů, jako triacetát celulosy, etylcelulosa a další.

Vývoj zastaven v roce 1961.

Zavedena licenční výroba PTŘS MALJUTKA



Raketa VOLANT ve sbírkách VHD

# Rakety PTRS VOLANT



Řešitel hnacích náplní (HN) projektu VOLANT:  
Ing. Miloš Gregorek  
PTRS – VOLANT a MALJUTKA





# Raketa R-3 (K-13) (Projekt B-4130)

---

Projekt letecké rakety R-3 (K-13)

Vývoj v letech 1962 – 1968.

Velký význam z hlediska rozvoje oboru.

Licence SSSR.

TPH tvaru s kanálem tvaru hvězdy, izolovaná.

Řešena technologie výroby, izolace povrchu  
náplně (etylcelulóza, akrylové pryskyřice), vnitřní  
balistika, defektoskopie a zkoušení.

Typ TPH – označené TPH B1K.



Řešitel hnací náplně ing. Karel Holub

# Raketa R-3 (K-13) – Projekt B-4130

## Složení TPH B1K

nitrocelulosa	58,6 %
DEGDN	34,7 %
Centralit I	2,3 %
Hydrocelulóza	0,5 %
MgO	0,2 %
Čínský vosk	0,3 %
Síran draselný	0,3 %
Dusičnan draselný	0,6 %
Acetobutyrát celulosy	0,9 %
Vláhá	1,0 % max



Tvar kanálu náplně TPH pro raketu K 13

Izolace povrchu nanesením vrstvy plastifikované etylcelulosy (zkoušena řada dalších materiálů).

Projekt neúspěšný, náplně z řady důvodů nevyhověly při zkouškách, sériová výroba nezavedena. Vývoj ukončen v roce 1967 (v roce 1968 dokončeny zkoušky OS).

# Raketa R-3 (K-13) – Projekt B-4130



# RAKETY

## SRP 1 - MARIE

---

### Vývoj heterogenní TPH (vývoj VÚPCH)

Vývoj v 60tých letech – označení TPH A 16/85

Složení:

kaučuková směs	cca 15 %
dusičnan amonný	cca 85 %

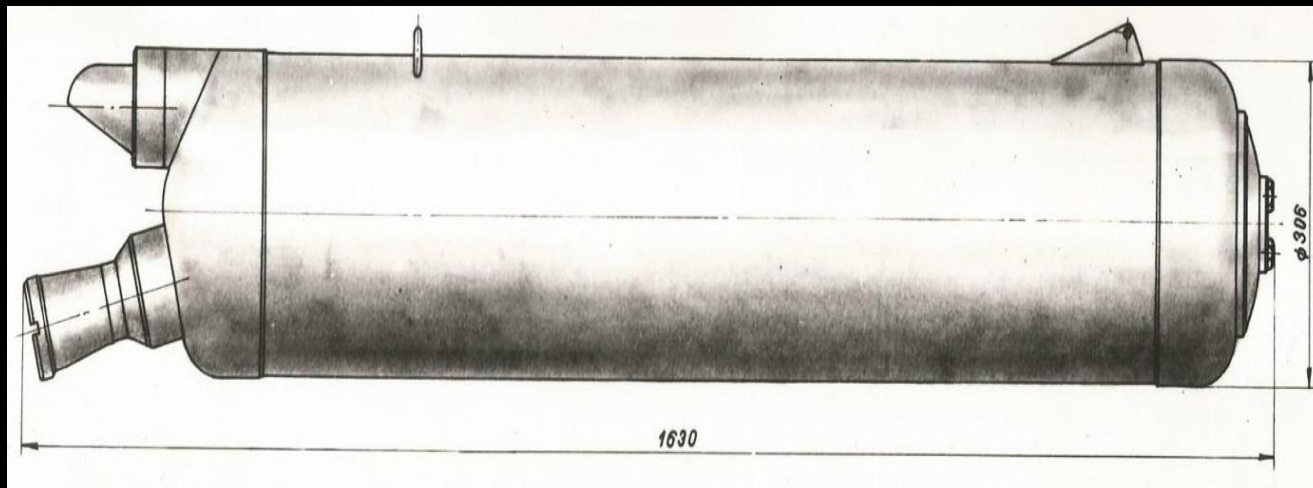
Zpracování na běžném zařízení pro výrobu homogenních TPH. Použita pro startovací RM proudových letadel MIG 15 - SRP 1 (MARIE) a byla navrhována pro další vývojové typy raket.

Hlavním řešitelem TPH: ing. Oldřich Macháček, CSc.

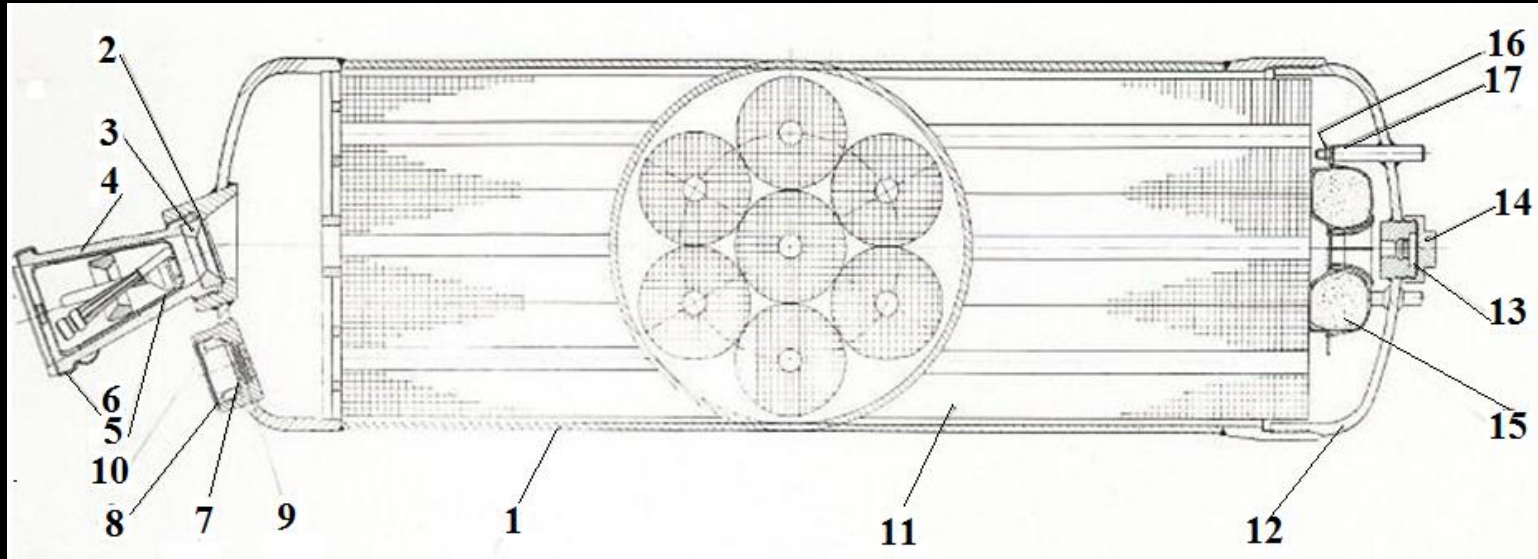


# RAKETY SRP 1 - MARIE

Startovací RM pro proudová letadla - zkrácení rozjezdové dráhy letounu.  
Hnací náplň TPH A 6/85. Rozměry náplně  
 $D = 95 \text{ mm}$ ,  $d = 13 \text{ mm}$ ,  $l = 820 \text{ mm}$ , v RM bylo laborováno 7 trubic,  
hmotnost náplně 57,75 kg.  
Celkem vyrobeno cca 350 t této TPH v letech 1959 -1964.



# RAKETY SRP 1 - MARIE



- 1 – spaľovacia komora, 2 – membrána, 3 – vložka (normálna teplota),  
4 – telo trysky, 5 – puzdro kábla, 6 – spona,  
7 – membrána ventilu, 8 – skrutka, 9 – izolačná vložka,  
10 – krytka, 11 – hnacia náplň, 12 – dno, 13 – tesniaci krúžok, 14 – krytka,  
15 – zažiháč THH, 16 – matica M6, 17 – podložka 6,4

# RAKETY

## SRP 1 - MARIE

---

Koncem 60tých let byl plánován vývoj rakety SRP 2 s vyšším výkonem.

Navržena TPH A 16/85 s upraveným složením:

Pojivo A 16	15 %
Dusičnan amonný	79 %
Dvojchroman draselný	1 %
Práškový hliník	5 %

Startové motory byly určeny pro proudové letouny MIG 19 (MARIE II). Navrženy rovněž startové motory pro start letounu z rampy (KATAPULT).

Parametry TPH – rychlost hoření 2,6 mm/s při tlaku 80 barů (MARIE II) a 3,5 mm při vyšším tlaku (KATAPULT).

	MARIE II	KATAPULT
Celková hmotnost náplně TPH	129,5 kg	550 kg

# RAKETY SRP 1 - MARIE

---



Start MIGu 15 s pomocnými startovacími motory MARIE I.



# RAKETY BARNABÁŠ

---

## Projekt dělostřelecké rakety s dostřelem 50 km - BARNABÁŠ

Studie a rozbor vnitřní balistiky, navrženo řešení s TPH A 16/85.

Dle ústní informace proběhly i technologické zkoušky a balistické ověření menší verze rakety (BARNABÁŠEK) na zkušebně Konštrukty Trenčín (Lieskovec).

Řešitelem projektu byla KONŠTRUKTA Trenčín.

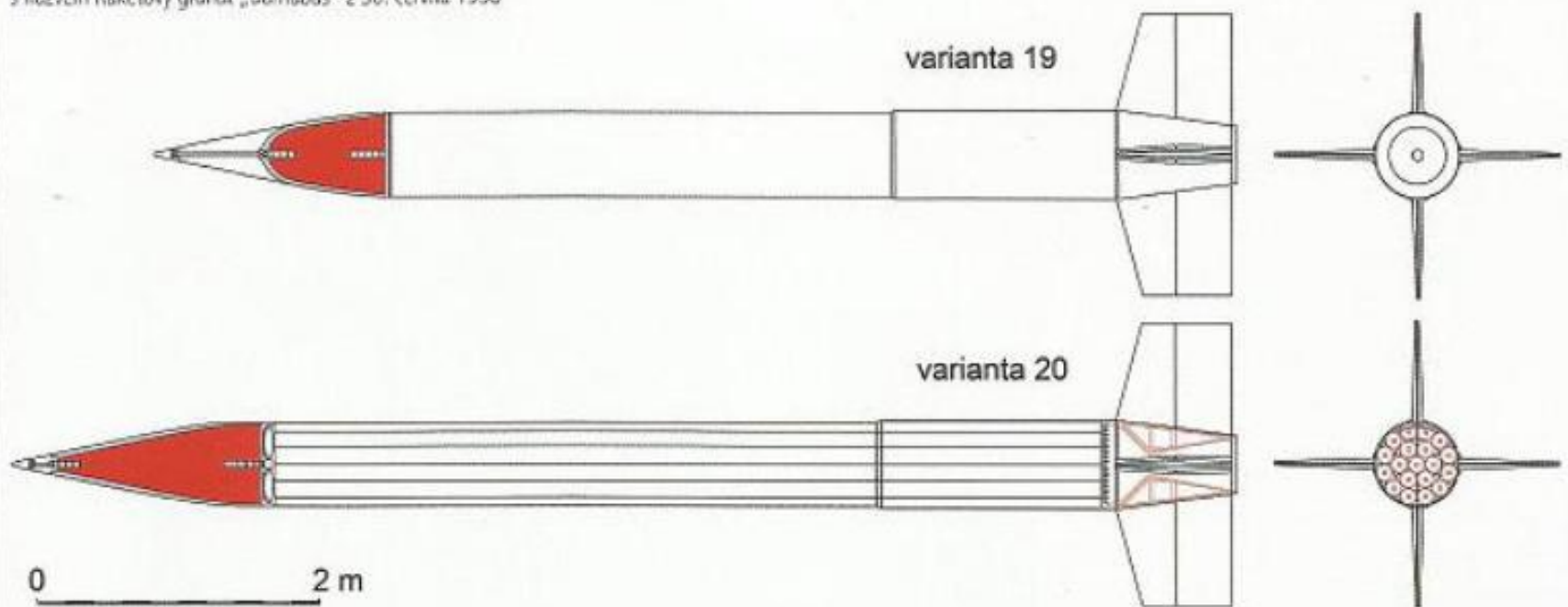
Byla rozpracována řada konstrukčních variant rakety a navržena i varianta s kapalinovým RM (projekt KAPR). Řešitelem měla být VA Brno.

Byly realizovány pouze přípravné konstrukční práce na řešení RM na KPH (furfurylalkohol – kyselina dusičná).

# RAKETY

## BARNABÁŠ

|| Výkres Mlu 523 P národního podniku Konštrukt Trenčín  
s názvem Raketový granát „Barnabáš“ z 30. června 1958



# RAKETY

## BARNABÁŠ versus LUNA M



Raketa LUNA M na vozidle.

# RAKETY

## BARNABÁŠ versus LUNA M



Start rakety LUNA M

# RAKETY

## URM 1 - SEDADLO

---

Začátek 60tých let – vývoj raketového motoru pro katapultování pilotní sedačky z letounu L 29 DELFÍN, vyvíjený v AERO Vodochody.

Řešena sedačka VS BRI. Hlavní konstruktér ing. Jiří Matějček z VZLÚ Letňany.

Řešitelem hnací náplně byl nejprve ing. Oldřich Macháček, CSc. (po roce 1972 byl řešitelem ing. Vladimír Syrový).

Hnací náplň byla navržena z TPH DG RM CI.

Rozměry náplně  $D = 25 \text{ mm}$ ,  $d = 13,6 \text{ mm}$ ,  $l = 123 \text{ mm}$ .

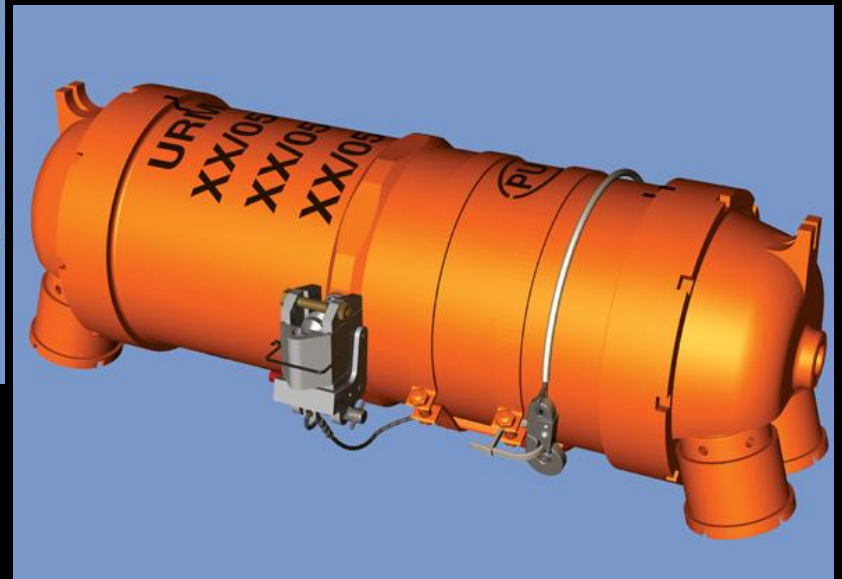
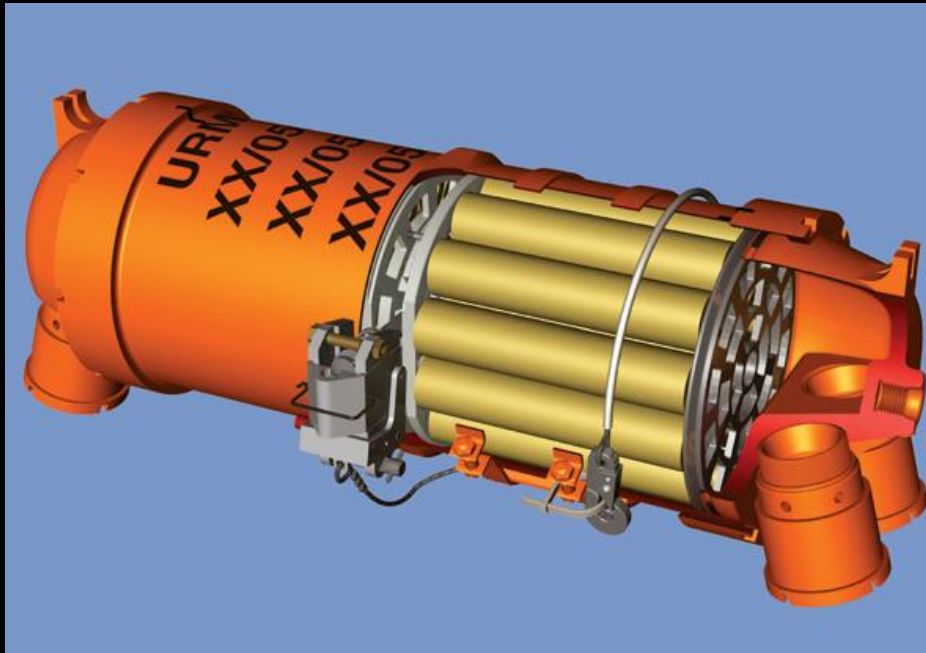
V RM je laborováno 2 x 19 trubic, celková hmotnost náplně TPH 2,5 kg.

V roce 1978 byla TPH DG RM CI nahrazena TPH G.

Dnes je v Explosii nejen výroba TPH, ale i kompletní laborace leteckých záchranných prostředků včetně motorů URM 1.

# RAKETY URM 1 - SEDADLO

---



# RAKETY URM 1 - SEDADLO

Vzácné fotografie ze zkoušek katapultáže - letoun L 29.

---



# RAKETY URM 1 - SEDADLO

Modernizace pilotní sedačky a zkoušky v letounu L 159 a cvičná katapultáž  
z letounu MIG 21.

---





# RAKETY

## ROP (Raketový Odhoz Překrytu)

---

**Raketa ROP** - odhoz překrytu pilotní kabiny letounu L 39 při katapultáži.  
Konstrukce RM Konštrukta Trenčín (řešitel ing. Václav Novotný).

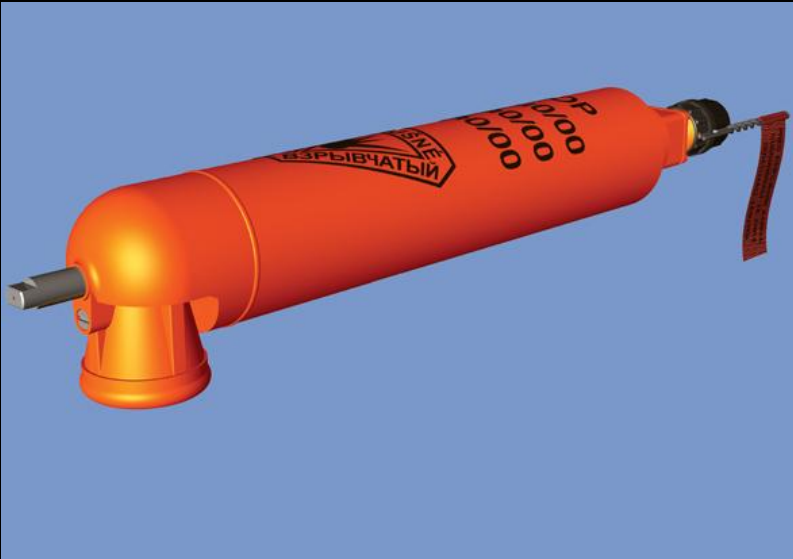
Vzhledem k požadavku velmi rychle hořící TPH byla ve VÚPCH vyvinuta rychle hořící varianta standardní TPH G (zvýšení rychlosti dosaženo přidáním 0,6 % speciálních sazí CARBOLAC 1.

Odhoz překrytu byl využit u některých typů L 39 ALBATROS.  
Později bylo vyřešeno tzv. „tříštění překrytu“ při katapultáži pomocí speciální bleskovice.

# RAKETY

## ROP (Raketový Odhoz Překrytu)

---



# RAKETY

## SPONA (utahovač ramenních pásů sedadel pilota)

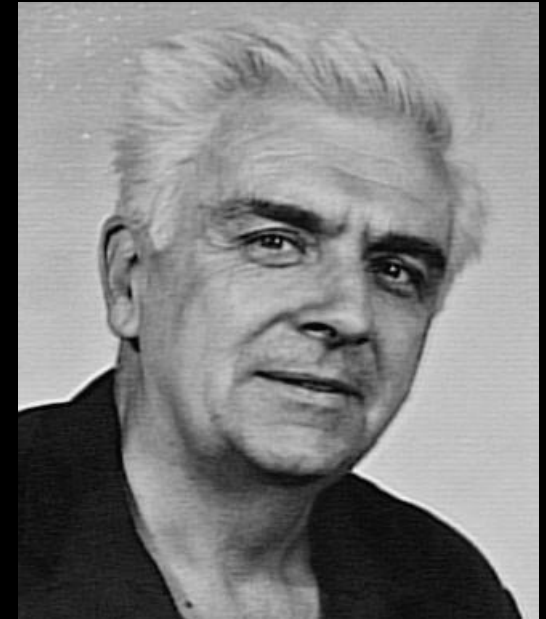
---

Malý RM - generátor plynů pro systém poutání pilota v pilotní sedačce při katapultáži.

Cílem je fixace paží, nohou a upoutání pilota v sedačce tak, aby nedošlo ke zranění o překryt a při katapultáži byla fixována optimální poloha těla z hlediska přetížení.

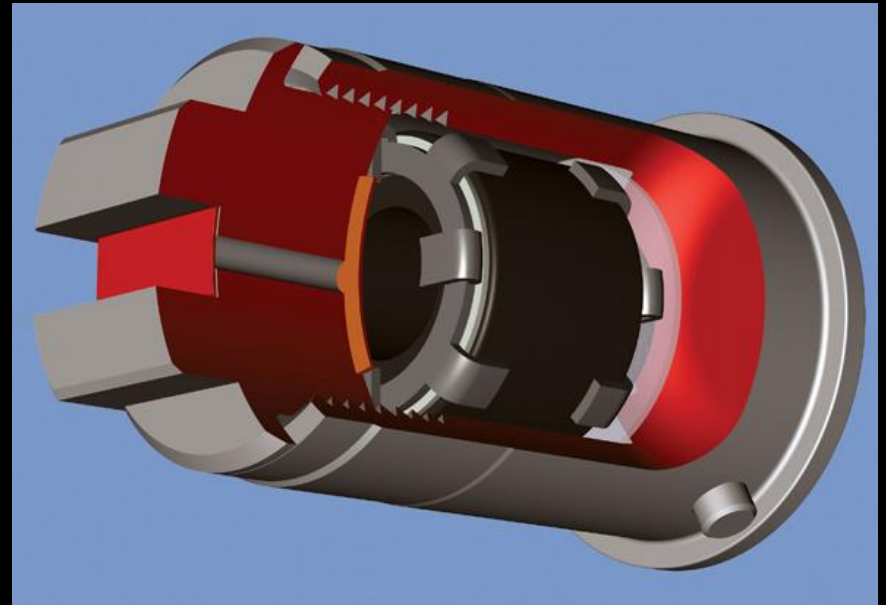
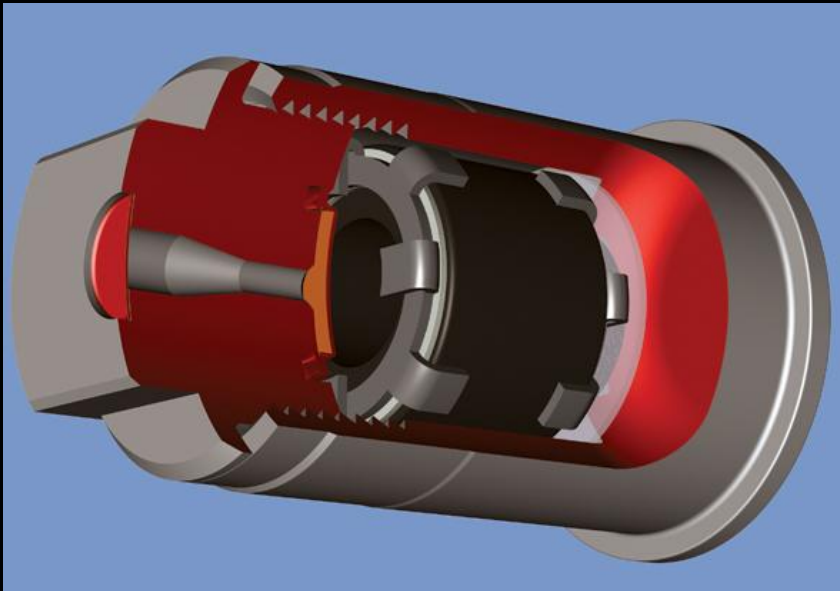
Konstrukce RM Konštrukta Trenčín.

Pozn. Velmi malý RM ale velmi složitá a dlouhá historie dosažení optimální funkce a splnění technických podmínek.



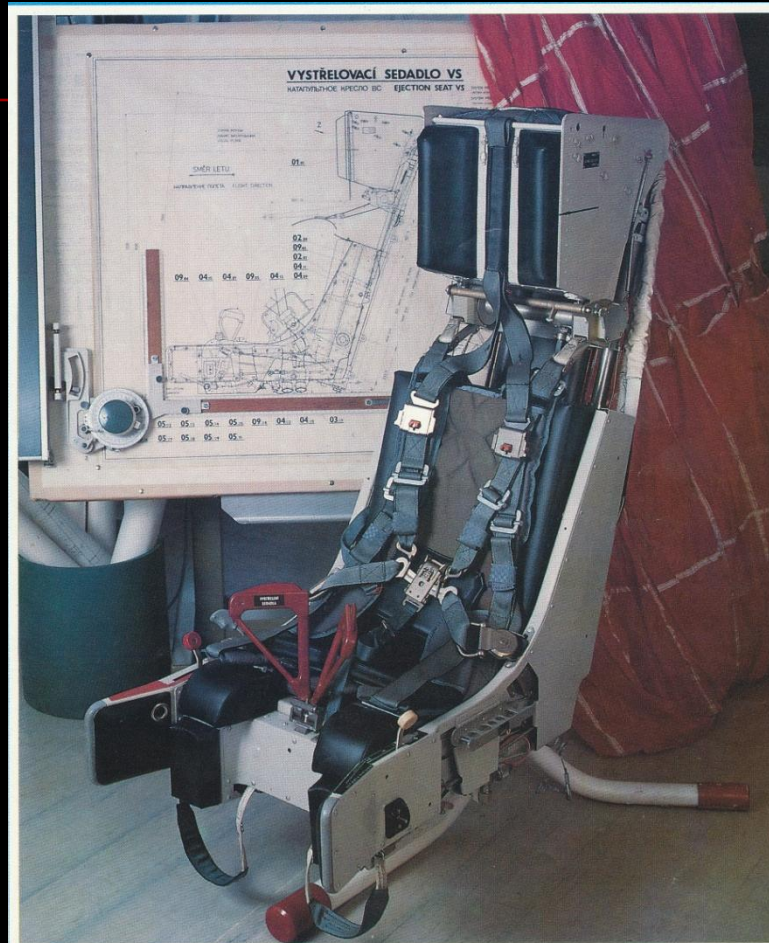
Řešitel HN : ing. Vladimír Syrový

# RAKETY SPONA



# RAKETY

## Vystřelovací sedadlo pilota

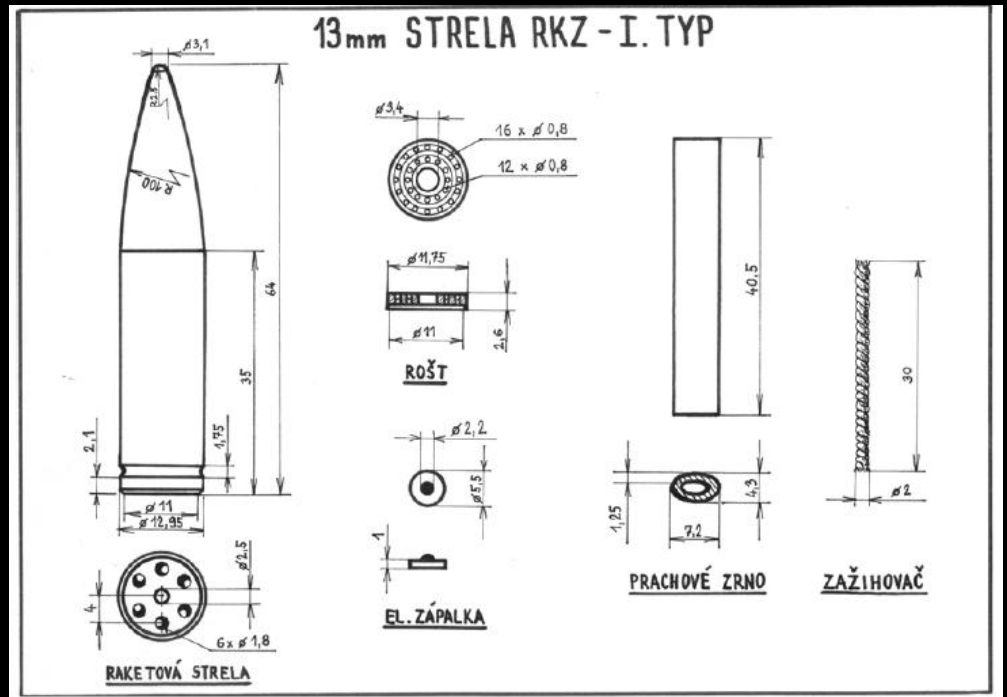


VS 2 EJECTION SEAT FOR JET TRAINERS

# RAKETY

## Malorážový raketový náboj

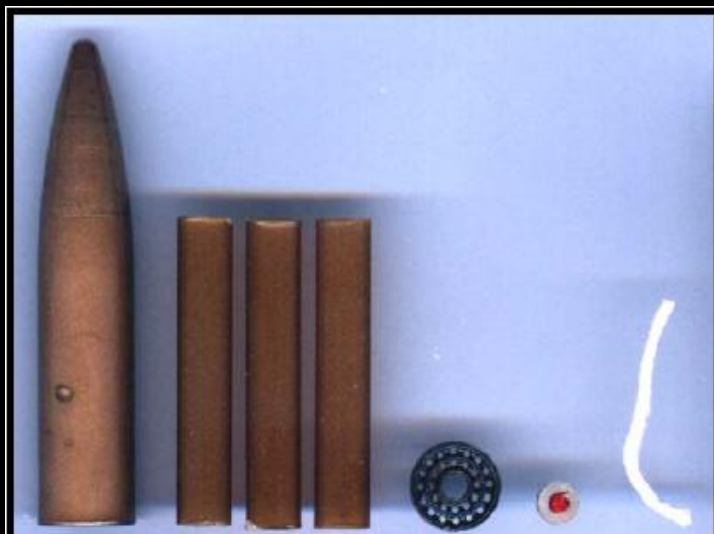
**Nejmenší RM**, v archivu Explosia se nezachovala žádná dokumentace, prachová náplň však byla pravděpodobně vyráběna ve VÚPCH v rámci spolupráce s vývojovým střediskem Zbrojovky Brno.



# RAKETY

## Malorážový raketový náboj

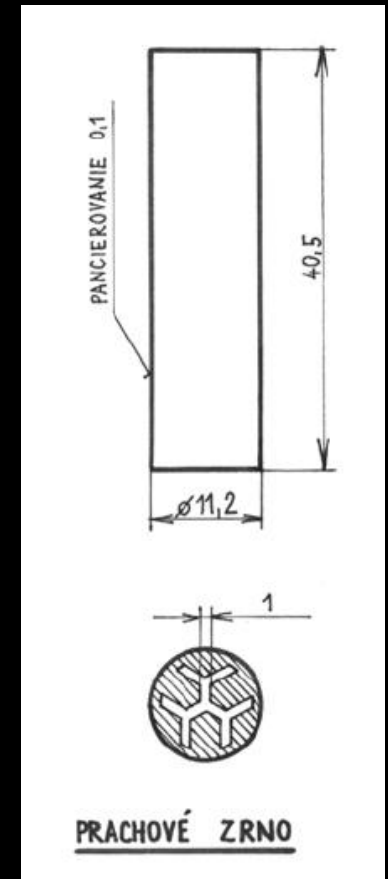
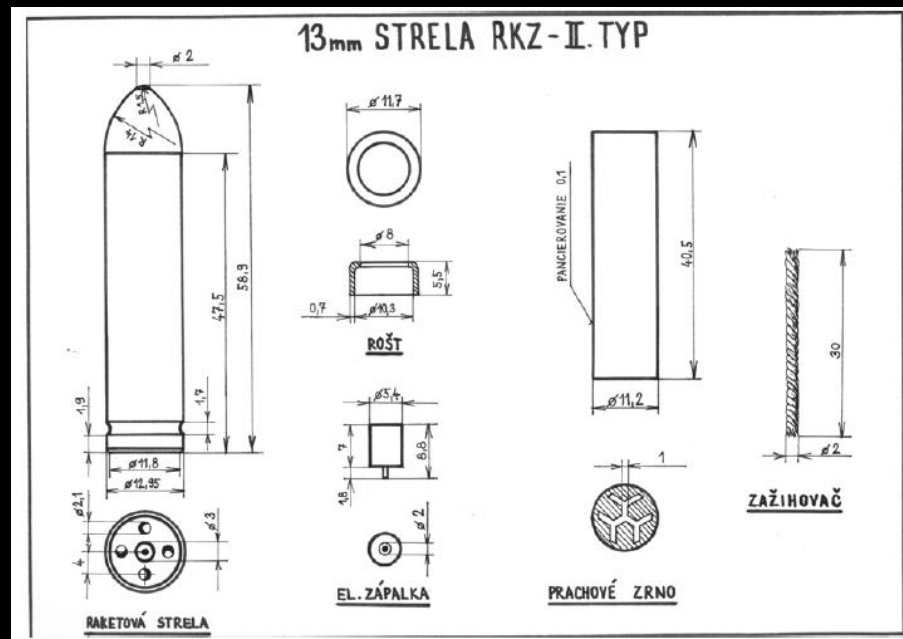
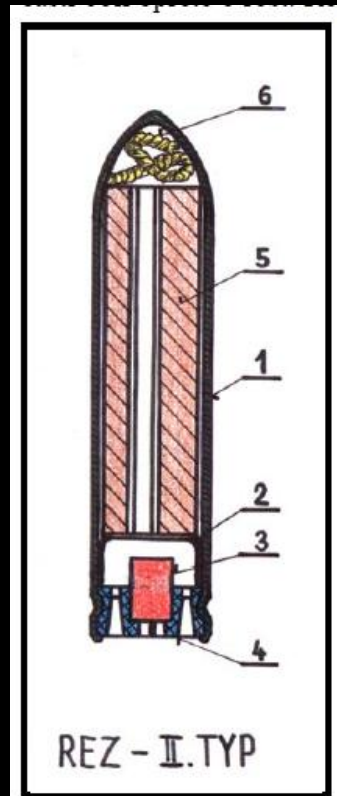
Princip náboje vycházel z nábojů vyvíjených v USA - „GYROJET“  
Náboje byly zkoušeny v několika různých konstrukčních provedeních v ráži 13 mm. Nevýhodou těchto nábojů je větší rozptyl.  
Ve Zbrojovce Brno – vývoj kulovnice RKZ a vývoj brokového náboje.  
Nebylo však dokončeno a vývoj ukončen v roce 1970.



*Konstruktér Ing. Luděk Podešva při vývoji kulovnice RKZ*

# RAKETY

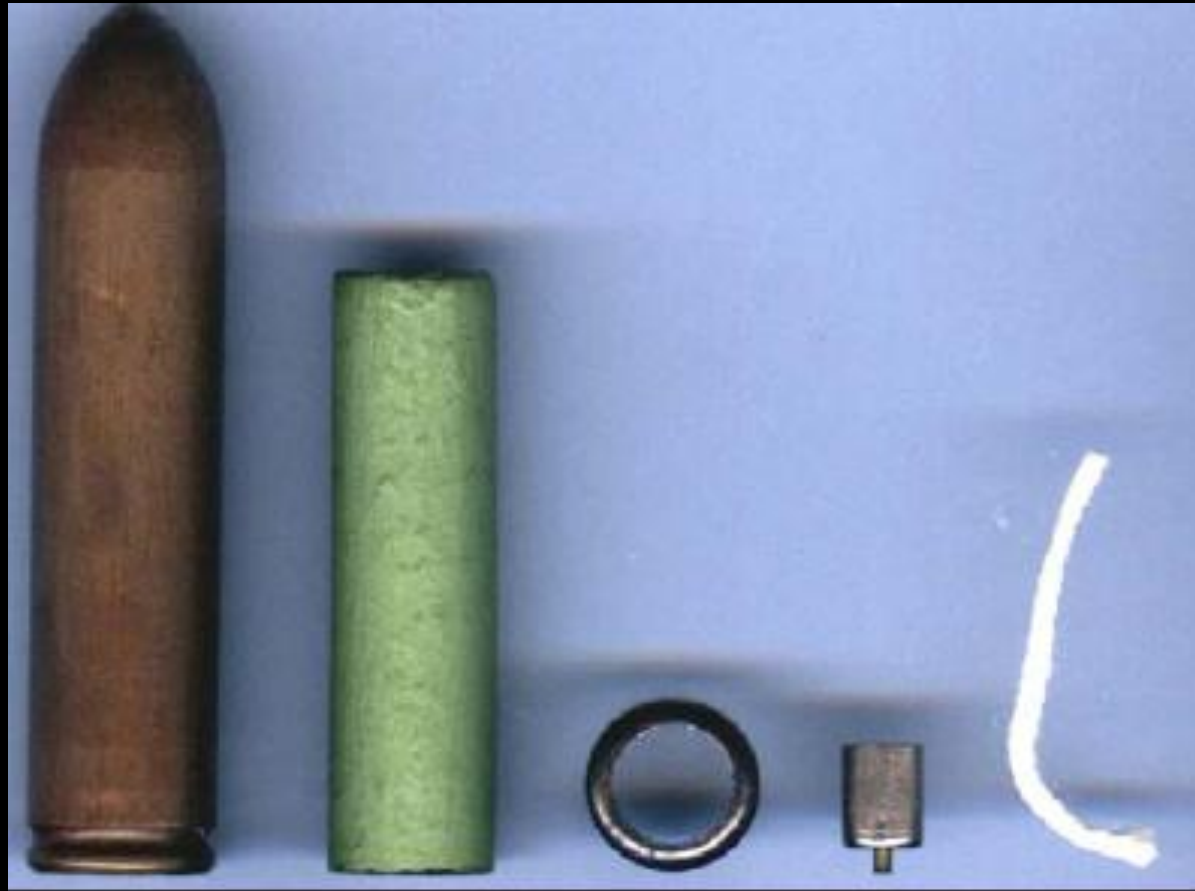
## Malorážový raketový náboj





# RAKETY

## Malorážový raketový náboj



# Raketa GRAD (JRO 122 mm)

---

Z hlediska historie patrně nejvýznamnější program výroby raketových TPH v Explosii.

Vývoj zahájen v roce 1966 na základě sovětské licence. Vývoj TPH však byl vždy vlastním vývojem vzhledem k nutnosti přizpůsobení surovin, technologie a balistiky licenčnímu originálu.

Rámcové složení TPH:

nitrocelulosa	cca 63 %
nitroglycerin	22 %
dinitrotoluen	8 %
Centralit I	3 %
uhličitan Ca	1,3 %
oxid olovnatý	0,9 %
vláha	max. 0,8 %



Řešitelem HN byl ing. Miloslav Voda, CSc.

# Raketa GRAD

---

Sériová výroba náplní v Explosii od roku 1970 do roku 1990.

V průběhu let 1980 -1990 byla snaha modernizovat raketu a zvýšit dostřel. Původní verze má dostřel 20 km, cílem bylo dosažení dostřelu 25 – 30 km.

Projekty: **KOMORA** - lehčí komora z jiného typu oceli (Konštrukta Trenčín)

**HORKA** - změna uspořádání HN – vyšší hmotnost TPH  
(Konštrukta Trenčín)

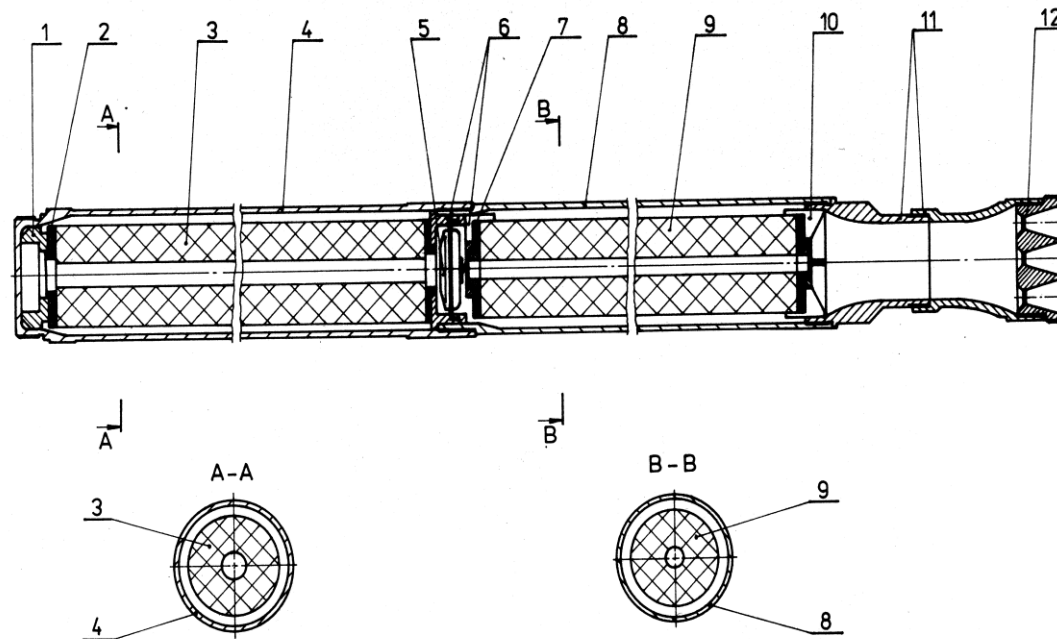
**EXR 122** - změna laborace a nová TPH (VVÚ ZVS Brno,  
ing. Jan Kusák, CSc.)

**Dosažen dostřel 24 km, cena „Zlatý IDET“ 1993.**

**Var. VÚPCH** - rekonstrukce komory a změna laborace TPH  
provedeny základní zkoušky, ukončeno bez realizace  
(ing. Jiří Tůma, DrSc.)

# Modernizace RM objektu JROF 122 mm GRAD

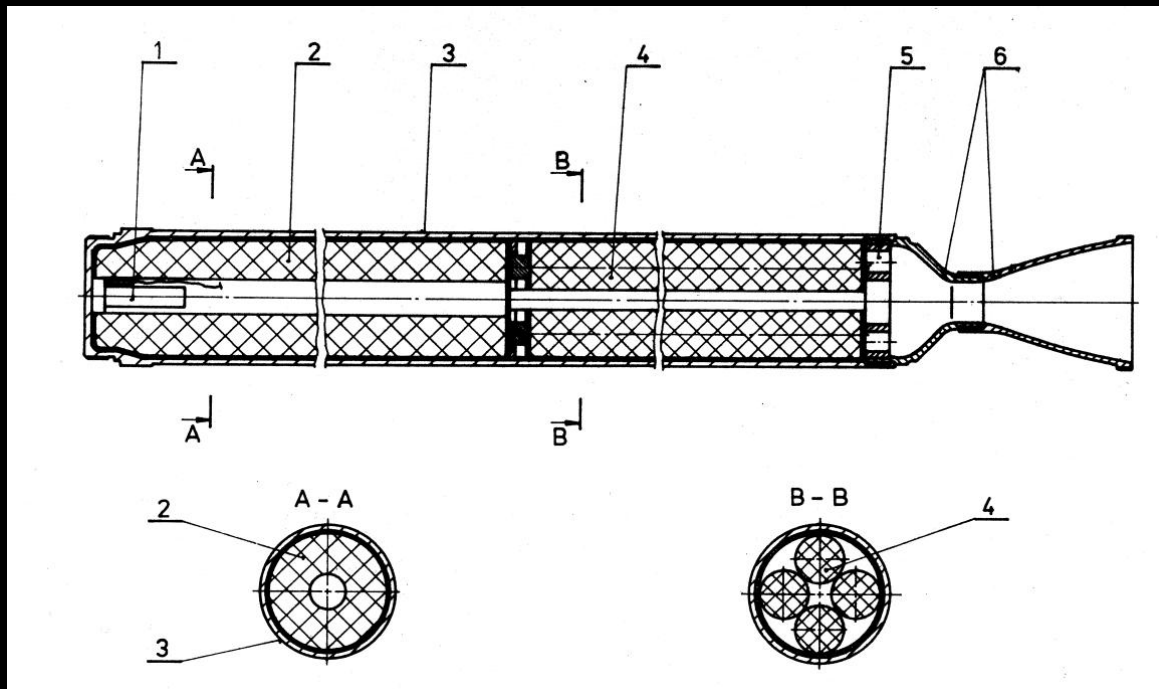
Původní verze RM – laborace 2 trubkové náplně TPH, tandemové uspořádání, cca 20 kg. Dostřel 20km.



Legenda: 1-přední rošt, 2-čelo přední náplně TPH, 3-přední náplň TPH, 4-přední díl komory RM, 5-zažehovač, 6-střední rošt, 8-zadní polovina komory RM, 9-zadní náplň TPH, 10-zadní rošt, 11-plynovod, 12- tryskové dno

# Modernizace RM objektu JROF 122 mm GRAD

Jiné geometrické řešení TPH (TPH G, 24 kg) – vyšší plnění komory. Projekt HORKA.

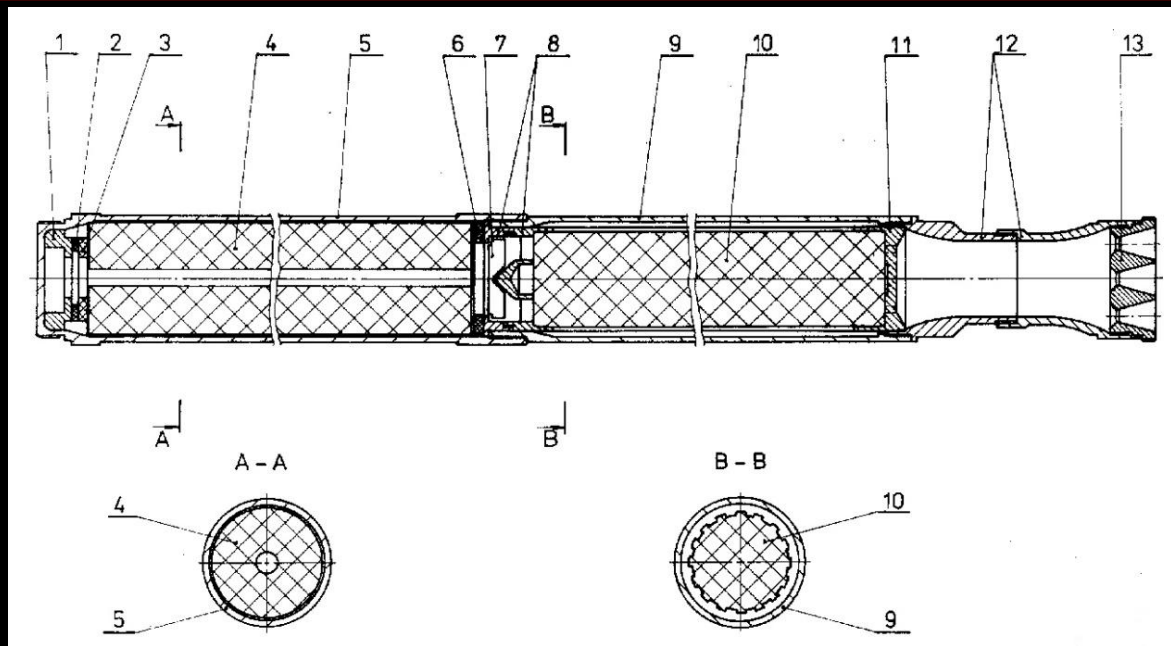


Legenda: 1-zažehovač, 2-izolovaná náplň TPH, izolace spojena s komorou, 3-komora RM, 4-náplně TPH ve tvaru tyče (4ks), 5-zadní rošt, 6-tryska.

## Modernizace RM objektu JROF 122 mm GRAD

EXR 122 - navrženo řešení jiné geometrie TPH, tj. rychlehořící varianta TPH G (označení TPH ROP). Celková hmotnost 24,5 kg.

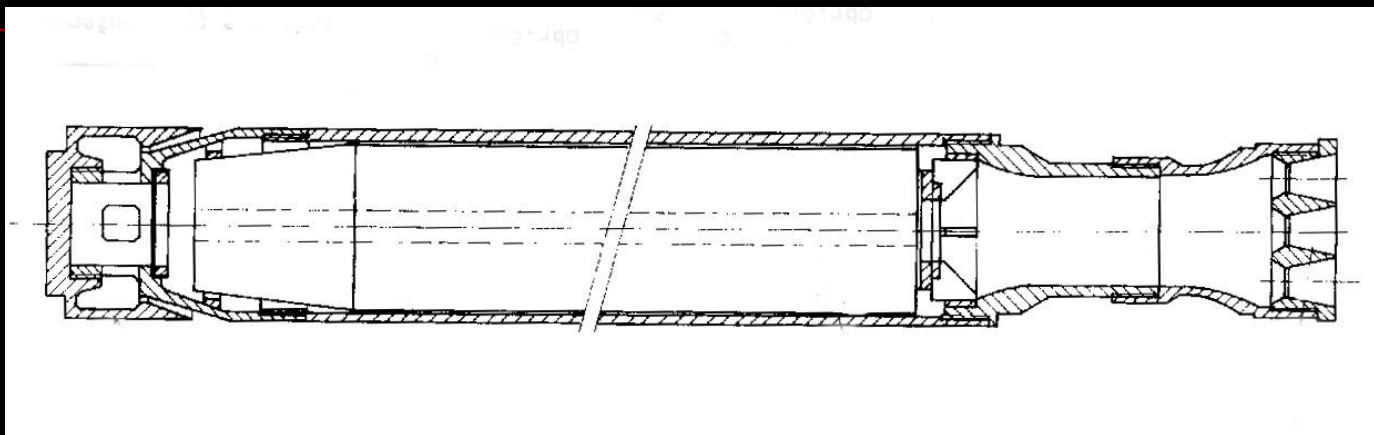
Uspořádání izolovaná trubka –náplň ve tvaru tyče. Dostřel vyšší o cca 13 %.



Legenda: 1-zadní rošt, 2-mezirošt pro vyrovnání tlaku mezi stěnou komory a povrchem izolované náplně, 3-pryžkové těsnění, 4-přední izolovaná náplň TPH, 5-přední část komory RM, 6-těsnicí kroužek středového roštu, 7,8-středový rošt s rozrážečem plynů, 9-zadní část komory RM, 10-zadní náplň TPH (drážkovaná tyč), 11-zadní rošt, 12-plynovod, 13-tryskové dno

## Modernizace RM objektu JROF 122 mm GRAD

Jedna trubková náplň dlouhá 2 m, dvě trysky (hlavová a původní tryskové dno).  
TPH G, hmotnost 25,5 kg.



**Řešení kompletní komory RM a TPH** – ve světě použití heterogenní TPH.  
V průběhu let 1980 – 2010 existuje několik řešení, dostřel až 40 km.

FIROS 25 – Itálie (25 – 30 km)

CELERG – Francie (30 km)

ROKETSAN – Turecko (30 km)

FÉNIX – Polsko (30 km, RM firmy CELERG)

Došlo ke konstrukčním změnám jak komory, tak hlavice.

# Raketa GRAD

Statická zkouška RM s variantou jednoho zrna TPH  
a dvěma tryskami (Var. VÚPCH).  
Raketomet vz. 77 a raketa JROF 122 mm





# RAKETY GROM

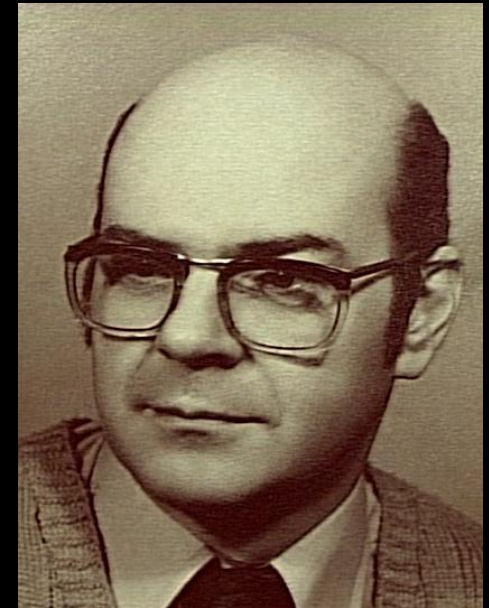
---

Vývoj **granát-rakety** pro kanon 2A28 ráže 73 mm (vozidlo BVP 1)

Vývoj podle sovětské licence v letech 1969 – 1970.  
Nový typ hnací náplně, označení TPH NDSI 2k,

Rámcové složení TPH:

nitrocelolosa	cca 58 %
nitroglycerin	27,4 %
DINA	cca 10 %
Uhličitan Pb	0,5 %
Uhličitan Ca	2,0 %
Saze	0,6 %



Řešitel: ing. Bedřich Štefan

# RAKETY GROM



# RAKETY MALJUTKA

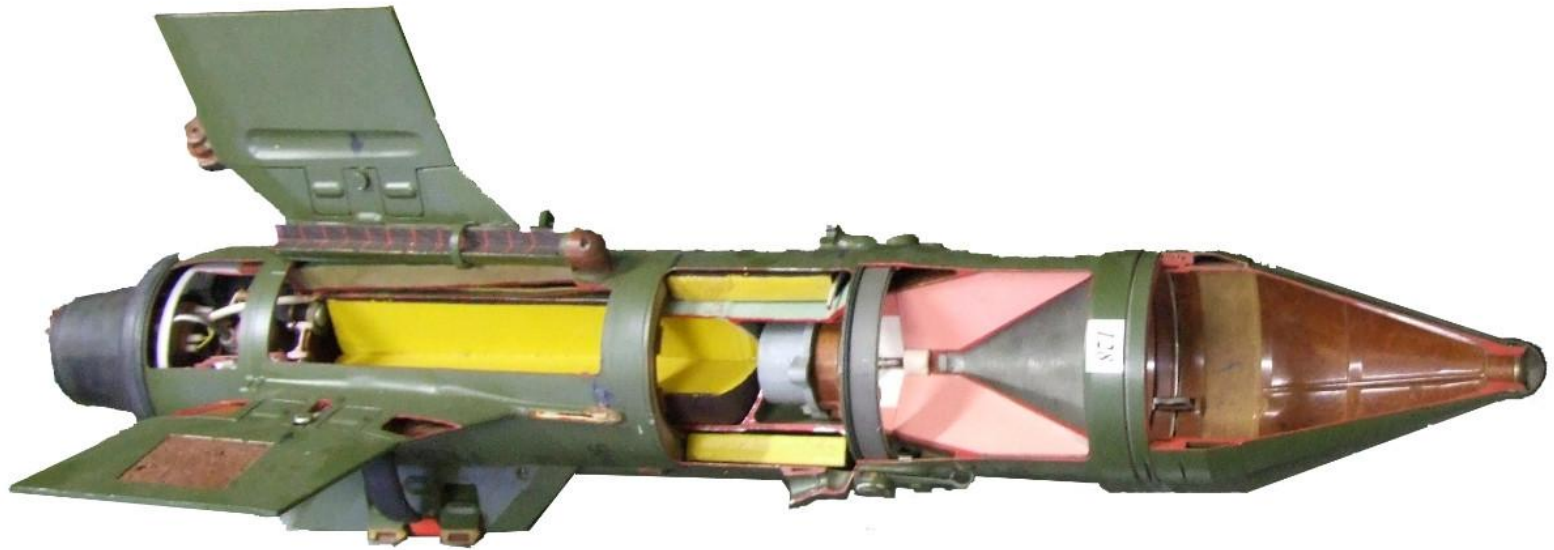
---

Vývoj protitankové řízené střely na základě sovětské licence.  
Vývoj zahájen v roce 1965, ukončen v roce 1971, ověřovací série v roce 1975.  
Byly vyvíjeny dvě nové TPH - pro startový a letový RM a technologie izolace pro TPH letového motoru.

Program ukončen OS, nevyhověly však letové zkoušky v zimních podmínkách,  
Bylo tehdy rozhodnuto náplně TPH dovážet.

Řešitelem projektu HN byl ing. Miloslav Voda, CSc., technologie izolace  
ing. Bedřich Štefan.

# RAKETY MALJUTKA

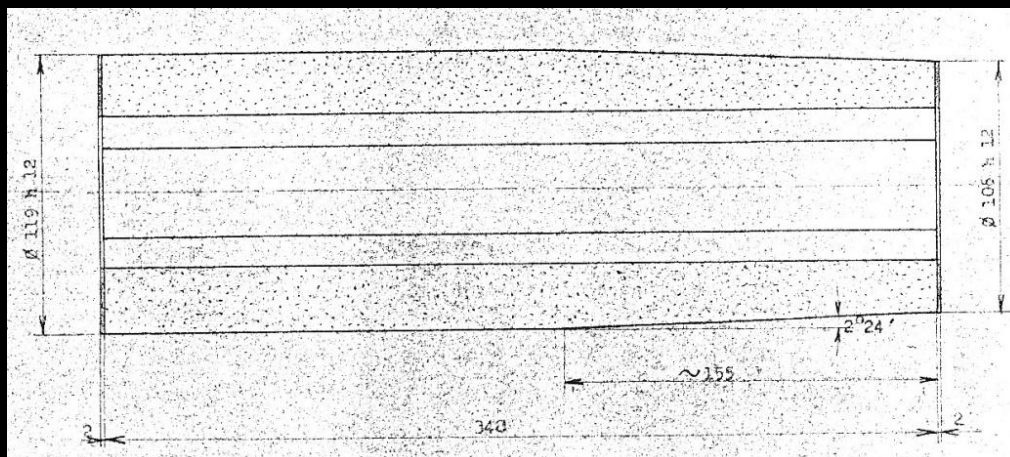


# RAKETY

## Granát raketa DAGRA (152 mm)

Aktivně reaktivní střela **DAGRA** ráže 152 mm (1978 – 1980)

Předchozí řešení granát rakety ráže 152 mm s názvem **DANA** bylo v roce 1966, řešitel ing. Karel Holub. Navržena TPH tvaru hvězdy. Byly provedeny i střelecké zkoušky. Úkol však byl zastaven.



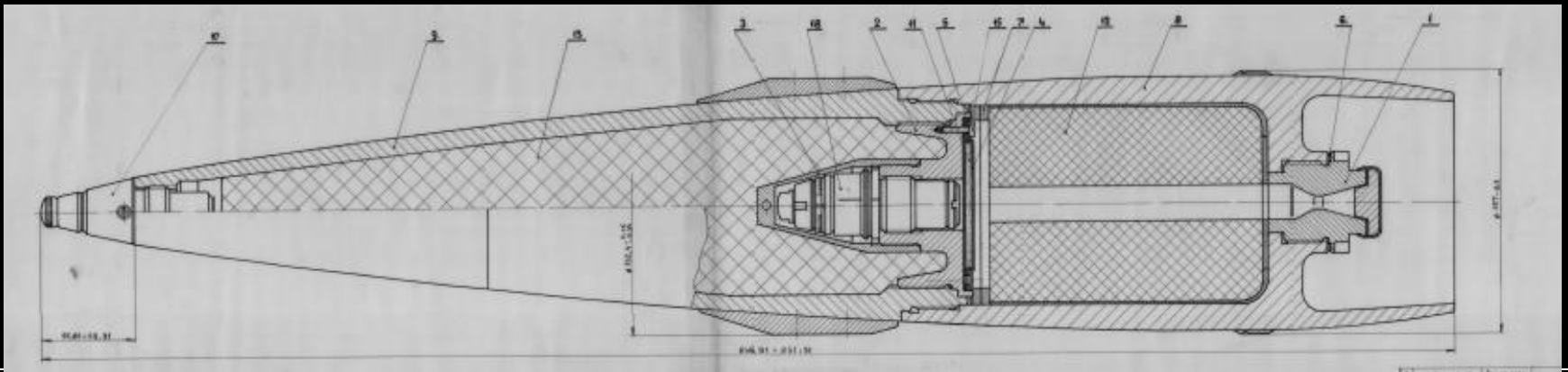
# RAKETY

## Granát raketa DAGRA (152 mm)

Řešena izolovaná TPH. Použita TPH G, vyvinuta izolace na bázi polyuretanového kaučuku a technologie izolace. Proběhly statické zkoušky a střelecké zkoušky na zkušebně Zahorie.

Projekt byl zastaven z důvodů vysokého rozptylu při střelbách a očekávaného zhoršení střepinového účinku.

Zvýšení dostřelu bylo dále řešeno pomocí generátoru plynů dnového výtoku „base bleed“,



# RAKETY

## Granát raketa DAGRA (152 mm)

---

Náplň TPH G - byly však zkoušeny i modifikované TPH s vyšší mechanickou odolností (přídavek 10 % DINA) a vyšší tepelnou odolností (náhrada chemického stabilizátoru).

V rámci studijní etapy vyrobeno cca 700 ks náplní.



# **RAKETY**

## **Generátory plynů dnového výstřelu - BB**

---

Pokračování projektů zaměřených na zvýšení dostřelu munice ráže 152 mm.

Studijní etapa zahájena v roce 1984 (VTÚVM Slavičín). Řešena problematika hoření homogenní TPH (TPH G) při nízkých tlacích, odolnost TPH při výstřelu, konstrukce generátoru a řada dalších technických problémů. Navržena konstrukce generátoru a úprava zavedené střely označené OFd DV.

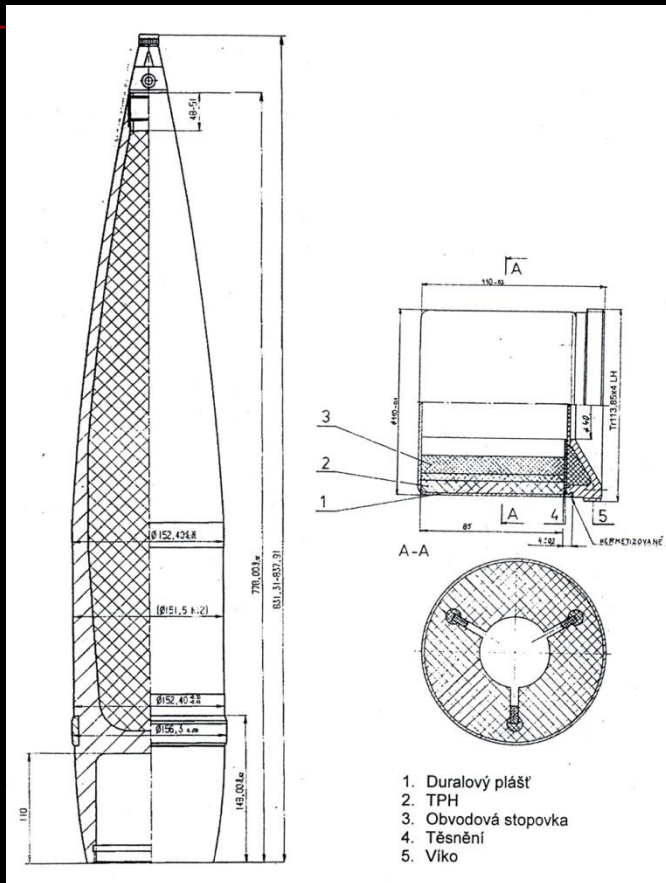
Ve VÚPCH vyřešena technologie výroby a izolace náplně TPH a průběžně vyráběny náplně pro střelecké zkoušky. Prokázána účinnost generátoru na úrovni cca 15 - 20 %, což znamenalo zvýšení dostřelu z 20 km na cca 24 km v případě použití střely s generátorem.

Na studijní etapu navázal vývoj nové zbraně a munice (ONDAVA) v letech 1988 - 1993 (Konštrukta Trenčín). Byly realizovány i zkoušky střel s generátorem BB pro ráži 122 mm (Polsko) a 130 mm (Pákistán).



# RAKETY

## Generátory plynů dnového výtoku - BB



Úprava střely ráže 152 mm pro vložení generátoru DV a ukázka generátoru a náplně TPH pro ráži 122 mm.

# RAKETY

## URM 2 - MARS

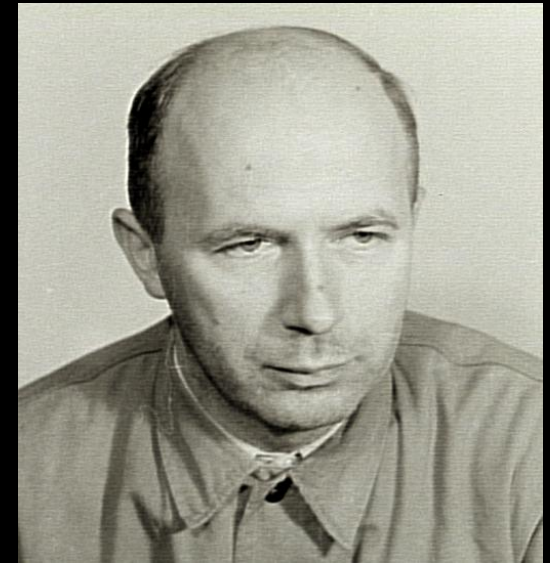
---

Raketový motor URM 2 byl určen jako urychlovací raketový motor protibetonové bomby ráže 250 kg. Byla použita TPH G, vícetrubicová laborace (36 trubek) a ve VÚPCH byla řešena zejména kontinuální technologie výroby (šnekování).  
Konstrukční řešení RM a celého objektu: Konštrukta Trenčín.

Řešení bylo úspěšné, sériová výroba v do roku 1990.

Série náplní byla vyrobena ještě po roce 2000 pro zkoušky konstrukce raketometu MODAN.

Řešitelem TPH byl ing. Josef Krňanský.



# RAKETY

## URM 2 - MARS

Fotografie ze zkoušek – urychlení protibetonové pumy MARS.

---

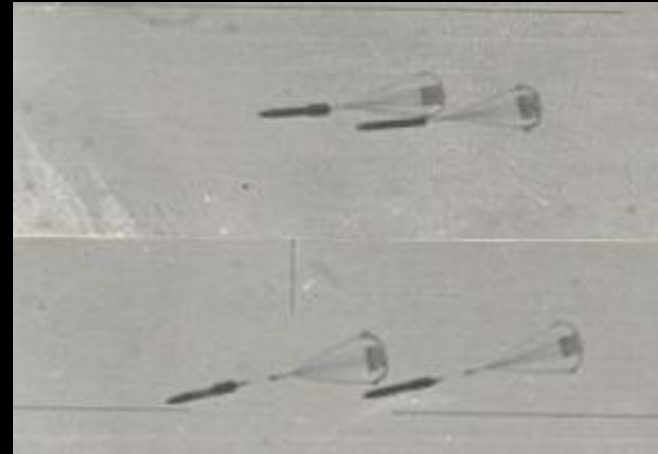


# RAKETY

## URM 2 - MARS

Ukázka odhozu z letounu a zážeh RM.

---



# RAKETY

## FOBOS

---

Vývoj hnacích náplní pro raketový motor objektu FOBOS - proti betonová bomba určená pro ničení betonových ploch (letišť).

Vývoj v letech 1988 – 1993, řešitelem byla KONŠTRUKTA Trenčín. Ve VÚPCH vývoj TPH (víceřubcová laborace TPH ROP). Ukončeno vojenskými zkouškami, sériová výroba nerealizována.



# RAKETY

## FOBOS

Rakety FOBOS na závěsníku letounu.



# RAKETY FLG 5000

---

Osvětlovací raketa **FLG 5000**.

V 70tých letech byly pokusy o řešení osvětlovacích raket u nás. Projekty byly řešeny s TPH vyráběnými ve VÚPCH. Technologie a statické balistické zkoušky. Projekty **POP** (Perspektivní Osvětlovací Prostředek), **OTENO** a další. Probíhala sériová výroba hnacích náplní pro licenční osvětlovací rakety **ROS 40** a **ROS 50** (výroba ZEVETA Bojkovice).

Tyto projekty byly ukončeny po rozhodnutí zavést do výzbroje osvětlovací raketu vyráběnou v NDR, náplně TPH dodávala Explosia. Výroba kontinuální technologií. Vzhledem k tomu, že byla používána TPH G, bylo nutné upravit složení - PbO byl nahrazen suříkem ( $Pb_3O_4$ ). Existuje několik různých typů této rakety.

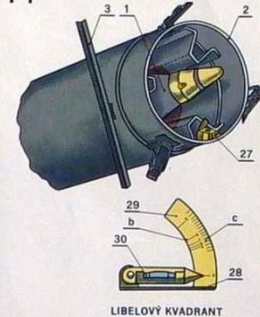
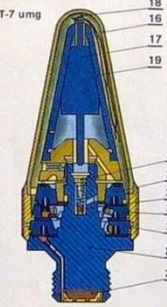
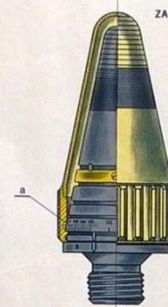
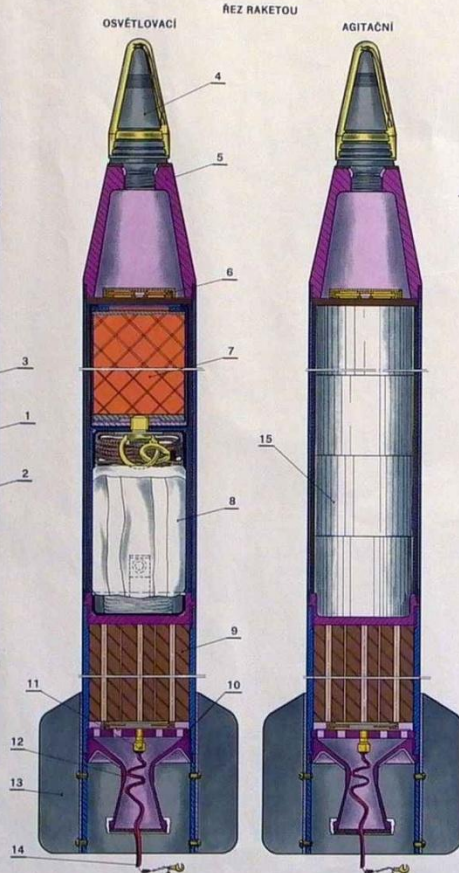
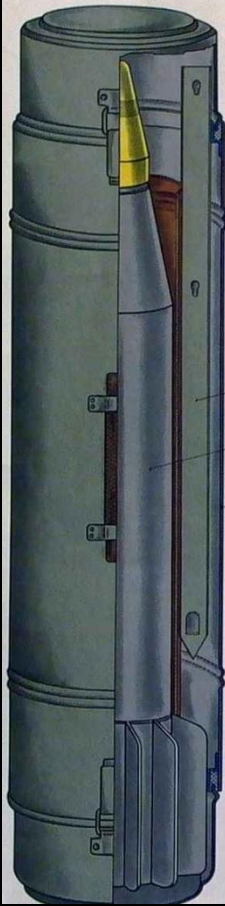
# RAKETY FLG 5000

obr. 157

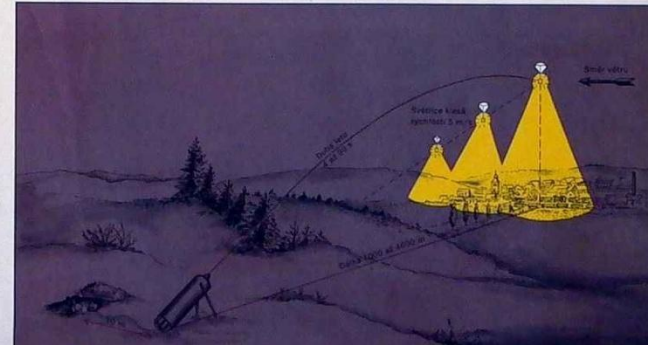
## OSVĚTLOVACÍ RAKETA Flg 5000/M 68 AGITAČNÍ RAKETA Flg 5000/M 68 AGIT

Výhradně  
pro služební

ULOŽENÍ RAKETY V OBALU



- |                                     |                                 |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 - Osvětlovací raketa Flg 5000/M68 | 12 - Tryska s jehlou a pružinou | 23 - Úderka s jehlou a pružinou |
| 2 - Obal rakety                     | 13 - Stabilizátor               | 24 - Roznětka                   |
| 3 - Nožka                           | 14 - Přívod elektrického proudu | 25 - Tělo zapalovače            |
| 4 - Zapalovač T-7 umg               | 15 - Agitační náplň             | 26 - Počínová náplň             |
| 5 - Hlava rakety                    | 16 - Kukla                      | 27 - Libelový kvadrant          |
| 6 - Výmětná náplň černého prachu    | 17 - Tlouk (přídavná hmota)     | 28 - Základna                   |
| 7 - Světlice                        | 18 - Závlačka                   | 29 - Segment                    |
| 8 - Padák se závěsným lankem        | 19 - Balistická čepice          | 30 - Libela                     |
| 9 - Hnací náplň                     | 20 - Vrchní časovací kroužek    | a - Časovací stupnice           |
| 10 - Ocelový rošt                   | 21 - Střední časovací kroužek   | b - Dálková stupnice            |
| 11 - Palník ELT                     | 22 - Spodní časovací kroužek    | c - Pomocná stupnice            |



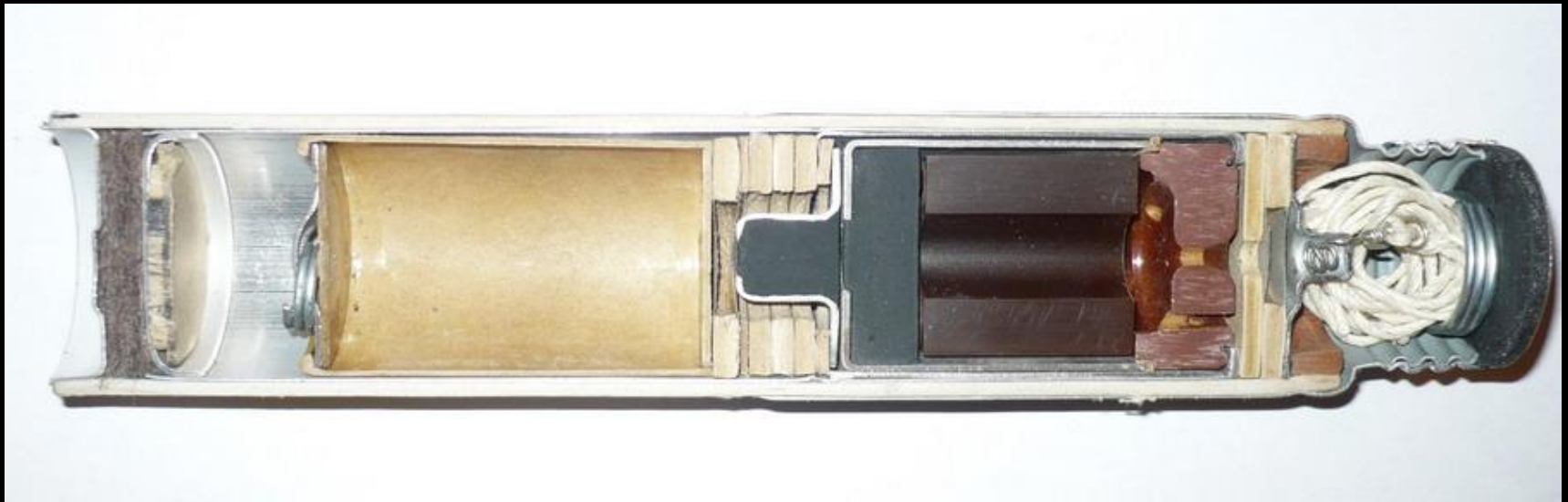


# RAKETY

## Osvětlovací (ROS)

---

Osvětlovací raketa **ROS**. Původně určena k odpalování z ruky..



# RAKETY

## Modelářské raketové motorky

---

Použití malých raketových RM v raketovém modelářství. V ČSSR bylo rozšířené, stavba modelů raket a pohon modelů letadel.

Legálně vyráběné typy v ZVS Dubnica , TPH pro tyto motorky byly vyvíjeny a patentovány i ve VÚPCH.

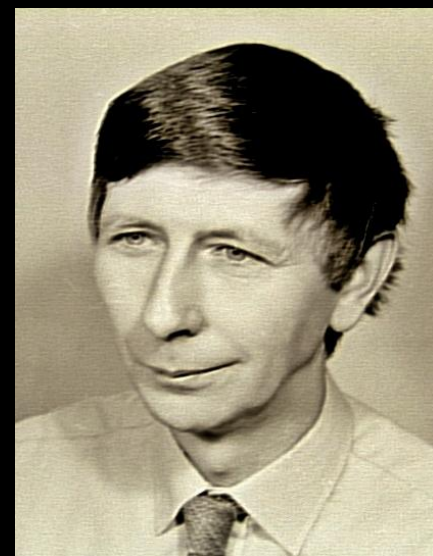
Autoři patentovali vesměs TPH odvozené od v té době vyvíjených heterogenních TPH, případně vlastní odvozené kompozice.

ČS Patenty:

119491 (ing. Švejka a spolupracovníci)

114098 (ing. Macháček, CSc. a spolupracovníci)

130340 (ing. Milan Jelínek, ZVS Dubnica)



ing. Oldřich Švejka

# RAKETY

## Modelářské raketové motorčky

---



# RAKETY

## Civilní použití

---

Mnohdy se vyskytují i návrhy použití raketových RM s TPH pro zajímavé účely.

Jeden z takových návrhů bylo použití raketového RM pro mžikové zastavení automobilu v případě hrozící kolize.

VÚPCH byl osloven autorem s návrhem spolupráce při řešení RM, který by měl mít parametry : tah 2 tuny, doba funkce 150 ms.

Vzhledem k tomu, že navržený RM se zdál být příliš rozměrný (1,4 kg TPH, komora o rozměrech  $D=122$  mm a délka  $l=150 - 200$  mm, k dalšímu jednání nedošlo.

Jedná se o ČS přihlášku vynálezu 2004-1018 z roku 2004

# RAKETY

## Civilní projekty

---

### Zkoušení mostů a konstrukcí

Výroba TPH ve VÚPCH nebo byly použity původní náplně z RM JRROF 130 mm.

Zatížení impulzní silou pomocí RM je velmi efektivní způsob realizace silového dynamického zatížení stavebních a jiných konstrukcí .

Realizace VAAZ Brno, prof. František Ludvík, CSc.  
Zkoušeny mosty, konstrukce sloupů VN a televizní věže.



# RAKETY METEOR

---

## Raketa proti krupobití - **METEOR**

Řešení v letech 1975 – 1978. Spolupráce VA Brno, SHMÚ Bratislava a VÚPCH.

Navržena raketa ráže cca 75 mm, izolovaná trubková náplň TPH G, s kompenzačními drážkami. V rámci projektu byla řešena jednak izolace (navíjená textilní páska a krycí skelná tkanina s PU pojivem, laminátová komora (skelné vlákno a polyesterová pryskyřice) - spolupráce SVÚM Praha. Podařilo se vyřešit náplň TPH, rozptyl reagentu (bentonit) a ověřit řešení laminátové komory s autodestrukcí.

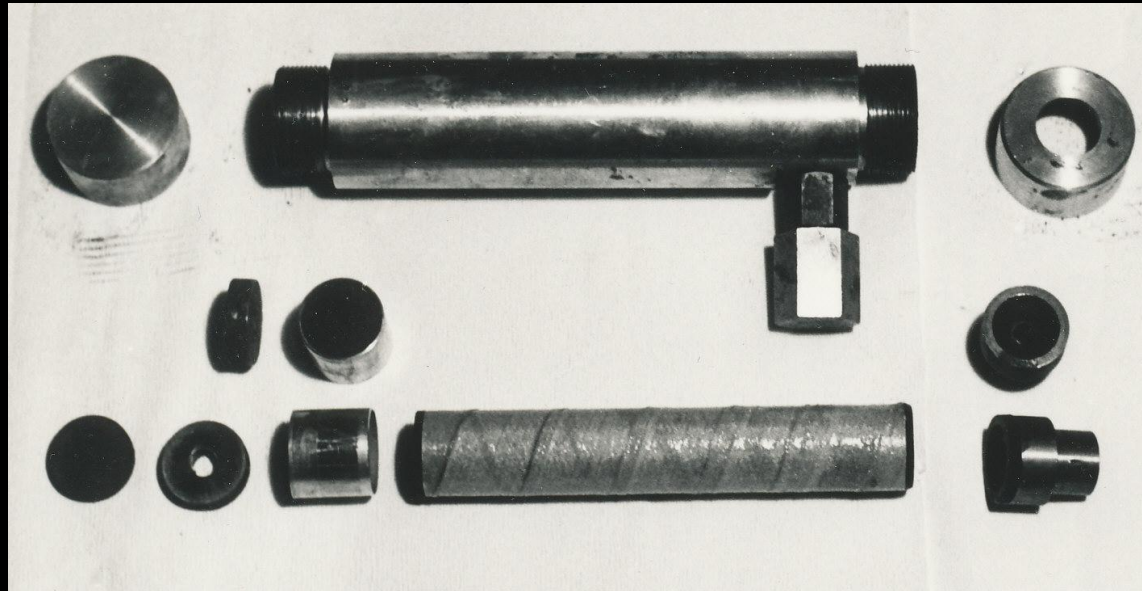
Projekt však byl zastaven.

Hlavní koordinátor: RNDr. Podhorský, SHMÚ Bratislava.

# RAKETY LANO

Byla vyvíjena nebo navrhována celá řada RM určených pro přetahování lana.

Několik těchto projektů v minulosti řešila VA Brno. Ve VÚPCH byl tento typ RM řešen ve spolupráci s firmou VEB PYROTECHNIK Sülberhütte (NDR).



# RAKETY LANO

---

Jednalo se o vývoj RM pro přetahování lana z lodi na loď – požadováno přetažení lana na vzdálenost 300 m.

Navržena izolovaná náplň z TPH G (R), což je varianta TPH G pro objekt FLG. Řešení bylo zajímavé užitím pyrotechnické složky pro stabilizaci hoření a dosažení stabilní funkce RM. Byly provedeny statické zkoušky.

Docházelo však k problémům se spolehlivostí izolace (působení pyrosložky s vysokou teplotou hoření). Projekt z naší strany ukončen.

Dalším bylo řešení RM LANO ve spolupráci se ZEVETOU Bojkovice začátkem 90tých let. Jednalo se o kopii RM SPEEDLINE 250, náhradu původní TPH.

Projekt rovněž ukončen.





# RAKETY

## LAVINA

---

### Řešení prostředků proti lavinám s použitím raketového motoru

#### a) **Raketové saně**

Řešeno koncem 60tých let. Kovové saně poháněné raketovým motorem objektu MALJUTKA (řízení a navádění po vodiči odvíjeném z raketového prostředku). Výsledek nebyl po prvních zkouškách uspokojivý, vývoj ukončen.

#### b) **Raketa s trhovou náplní**

Řešeno několik variant rakety. Hnací náplň izolovaná, snaha využít stabilizace pomocí přídatné pyrosložky. Výzkum v letech 1987 - 1992.

# RAKETY

## LAVINA

Ověřována i možnost použití rakety bez komory, kdy komora je vlastně náplň TPH a při odhoření určité části TPH dojde k destrukci a rozbití náplně na drobné úlomky. Stabilní hoření je udržováno pomocí pyrosložky (dodání energie pro udržení stabilního hoření při relativně nízkém tlaku).



# Rakety

Projekty řešené po roce 1990

**SOJKA** (START) – bezpilotní prostředek SOJKA – start pomocí RM na TPH – rozjezd na startovací rampě. RM – trubková laborace TPH G. Zaveden v AČR. Řešitel: PROTOTYPA ZM, Brno (VÚPCH dodával TPH).



# Rakety

Projekty řešené po roce 1990

---

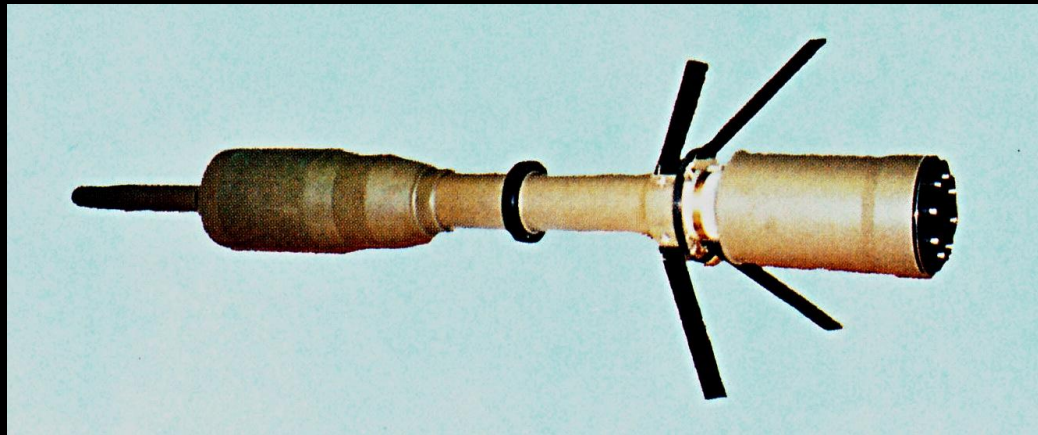
**ZUBR** – ruční protitanková zbraň jednotlivce. Vývoj v polovině 90tých let.

Poslední vývoj nového raketového systému. Výmetná RM pro urychlení střely,  
Po vyhoření odhoz startového a zážeh letového RM.

Drážkovaná trubková náplň TPH ROP.

Parametry – účinný dostřel 300 m, požadavek probití 800 mm pancíře.

Řešitel: PROTOTYPA ZM, Brno



# Rakety

Projekty řešené po roce 1990

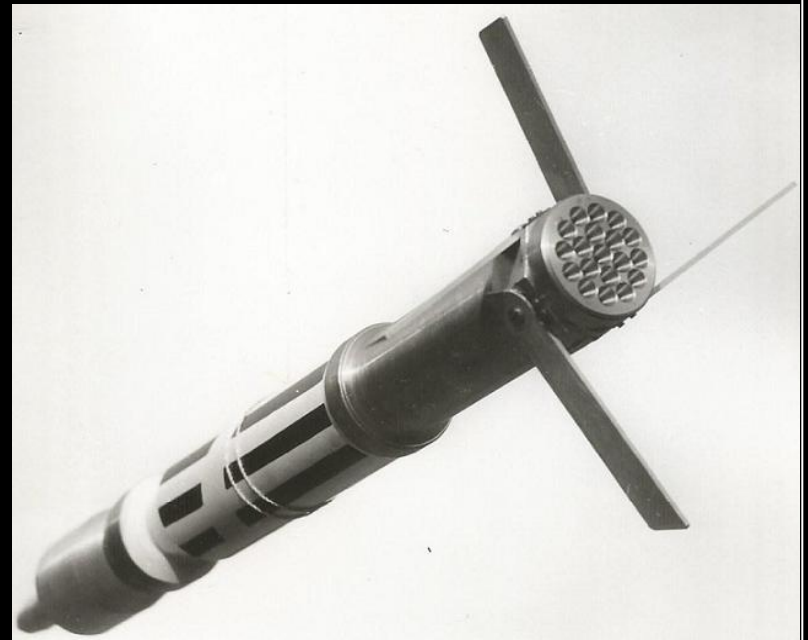
---

*Poznámka:*

*V historii vývoj RM pro ruční protitankové zbraně to nebyl první pokus.*

*V minulosti byl řešen objekt NOREK – ruční Protitanková zbraň jednotlivce. Studie v roce 1966, řešeny náplně startového a letového RM. Prokázána schopnost vyrobit požadované náplně, vývoj však nepokračoval.*

Řešitel: ing. Karel Holub



# Rakety

Projekty řešené po roce 1990

---

**MET 70** - letecká neřízená raketa ráže 70 mm.

Řešení v souvislosti s výzbrojí letounu L 159 ALKA. Ráže 70 mm odpovídá standardu NATO. Navržena jednoduchá konstrukce, jednotrubková náplň TPH ROP (obdoba náplně RM ZUBR).

Realizován návrh a zkušební statické testy, připraveny náplně a realizovány zkoušky vnější balistiky.

Projekt zastaven – nezájem ze strany AČR.

Řešitel: PROTOTYPA ZM, Brno

# Rakety

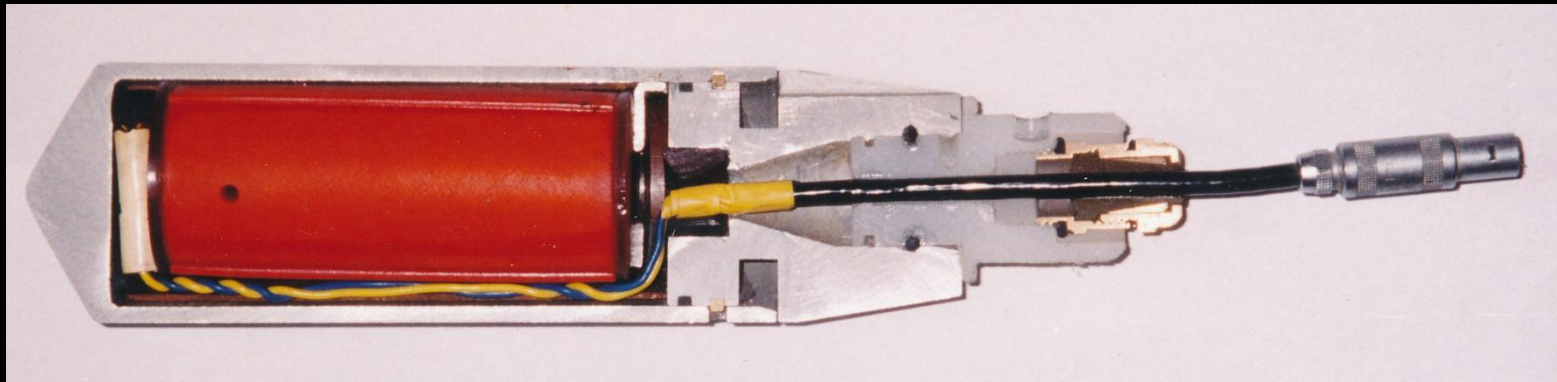
Projekty řešené po roce 1990

**ZÁCHRANA** - RM záchranných systémů pro UL letadla.

První systém vytažení záchranného padáku pro UL letouny řešen od roku 1987, Práce pokračovaly pro další firmy. V současné době jsou vyráběny tři základní verze (3 firmy v ČR). Sériová výroba realizována v Explosii.

Raketový motor na TPH (TPH G), mechanický systém iniciace.

RN firmy COMET (Německo) – AM 2



# Rakety

Projekty řešené po roce 1990

