

Příjemci podpory:

Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
MV - Policie ČR Kriminalistický ústav Praha

Poskytovatel:

Ministerstvo vnitra České republiky
Odbor bezpeč. výzkumu a polic. vzděl.

Pokročilé metody vizualizace daktyloskopických stop

VK01010022

Komora pro pokrývání velkých předmětů

Typ výsledku dle Definice druhů výsledků	Evidenční číslo (příjemce)	Rok vzniku
Funkční vzorek G_{funk} 3	VK01010022-V1	2024
ISBN/ISSN (pokud je k dispozici)	Webový odkaz na výsledek (pokud je k dispozici)	Kde a kdy publikováno (v případě publikačních výsledků)
	https://publikace.fzu.cz/func/view/pdf.php?reg=25924	

Stručná anotace k výsledku v českém jazyce:

Speciální vakuová komora včetně čerpacího systému navržená pro vizualizaci daktyloskopických stop pomocí technik vakuového napařování a magnetronového napařování. Rozměry válcové komory jsou průměr 600 mm a délka 1500 mm. Čerpací systém umožňuje dosažení hranice vysokého vakua 10^{-3} Pa. Komora je vybavena motorizovaným mechanismem pro lineární posuv a rotaci vložených objektů (dlouhé palné a sečné zbraně). Komora umožňuje vložení odpařovacích či napařovacích zdrojů.

Řešitelský tým:

J. Remsa, M. Novotný, P. Písařík, P. Fitl, P. Pokorný, J. Bulíř, J. Kejzlar,
T. Kmječ, J. Lančok, P. Hlavín

Autoři funkčního vzorku: J. Remsa¹, M. Novotný¹, P. Písařík¹, P. Fitl¹, P. Pokorný¹, J. Bulíř¹,
J. Kejzlar¹, T. Kmječ¹, J. Lančok¹, P. Hlavín²

Pracoviště autorů: ¹ Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Na Slovance 1999/2, 182 00 Praha 8,
Česká republika

² Kriminologický ústav Policie ČR, pošt. schr. 62/KÚ, Strojnická 27, 170
89 Praha 7, Česká republika

Lokalizace výsledku: Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Na Slovance 1999/2, 182 00 Praha 8
od 2026

Kriminologický ústav Policie ČR, Bartolomějská 310/12, 110 00 Praha 1

Název vlastníka výsledku: Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. (85%),
Kriminologický ústav Policie ČR (15%)

Úvod:

V rámci řešení projektu „Pokročilé metody vizualizace daktyloskopických stop“ (VK01010022), podpořeného Ministerstvem vnitra ČR z programu Otevřená výzva v bezpečnostním výzkumu 2023-2029 (OPSEC), bylo navrženo speciální vakuové zařízení (komora) pro zviditelňování daktyloskopických stop pomocí technik napařování a magnetronového naprašování na větších předmětech. Jedná se o předměty typu dlouhé palné, bodné a sečné zbraně, plastové tašky, obaly apod. Komora umožňuje snadnou manipulaci a přizpůsobení se danému předmětu a zároveň je vhodná pro využití v kriminologické praxi.

Popis zařízení:

Nákresy navržené speciální vakuové komory pro vizualizaci daktyloskopických stop pomocí technik vakuového napařování a magnetronového naprašování jsou na Obr. 1 a její 3D vizualizace je na Obr. 2. Fotografie reálného provedení je na Obr. 7-9. Jedná se o válcovou komoru s průměrem 600 mm a délkou 1500 mm. Komora je vybavena následujícími přírubami:

ISO-K: 2× DN 600, 1× DN 250, 13× DN 100

ISO-KF: 2× DN 40, 5× DN 25

Schéma vakuového systému (čerpací systém, plynové hospodářství, měření vakua, chladicí okruh a naprašovací/napařovací zdroje) je na Obr. 3. Čerpací systém umožňuje dosažení vakua min. 10^{-3} Pa.

Z čelní strany je komora osazena na přírubě DN 600 víkem na pantu s průzorem DN 100 (Obr. 2A), které umožňuje přístup do vnitřku komory. Příruby DN 25 na přední části komory jsou osazeny vakuovými měrkami a přívodem plynů. Příruby DN 100 v horní, boční i dolní části komory mohou být dle potřeby osazeny magnetrony, průzory, vakuovými průchodkami (elektrické, termočláňkové, mechanické, vstupy plynů) a přídavnou vývěvou. Na Obr. 7 a Obr. 8 jsou příruby DN 100 v horní části komory osazeny dvěma magnetrony (MQ 1-2) a přes redukci DN 100 na 2x DN 16 průchodkami kombinující tři termočláňky a 8 pinovou elektrickou průchodkou. Jedna ze spodních přírub DN 100 je přes redukci na 4x CF 16 osazena čtyřmi elektrickými průchodkami 8 kV DC, 300 A pro napájení vakuových napařovačů. Na levé boční straně je příruba DN 100 osazena přes redukci 2x DN 16 elektrickými průchodkami s BNC konektory. Na zadní straně je komora osazena na přírubě DN 600 víkem

s přírubami DN 250, 2× DN 40 a 2× DN 25. Na přírubě DN 40 je připojena vakuová průchodka (VP-TR) umožňující přenos lineárního translačního (0 – 1000 mm) a rotačního pohybu (0 – 360°). Pohon translace je zajištěn pomocí krokového motoru (M3). Na přírubě DN 250 je osazeno koleno 90°. Je zde připojena přes oddělovací ventil (YV4) na přírubě DN 250 vodou chlazená difuzní vývěva (M1 DOV), která je předčerpávána rotační vývěvou (M4 ROV). Koleno je vybaveno škrtkou (YV6) s manuálním ovládním pro nastavení požadované efektivní čerpací rychlosti a dalšími přírubami 2× DN 40 a DN 16.

Komora je usazena na stojanu z hliníkové konstrukce ITEM, který slouží též pro uložení el. zdrojů magnetronů a napařovadel, elektroniky včetně PC pro ovládním, elektrického rozvaděče, rozvodů chladicího okruhu.

Komora je uvnitř vybavena univerzálním systémem umožňujícím upnutí a dále pak posuv a rotaci pokrývaného předmětu (dlouhé palné, bodné a sečné zbraně) Obr. 8 a Obr. 9. Systém umožňuje rovnoměrné pokrytí celého předmětu během jednoho procesního kroku. Je možné využít sekvenčně obou vakuových technik (napařování/naprašování). Systém je možné přizpůsobit též pro uchycení předmětů typu igelitové tašky, listů papíru apod.

Hlavní části tohoto systému jsou nosná pojezdová konstrukce Obr. 4, upínač pažby Obr. 5 a upínač hlavně zbraně Obr.6.

Nosná pojezdová konstrukce (Obr. 4.) je na komoře 1 uchycena pomocí vodících kolejnic 2. Volný pojezd konstrukce zajišťuje ložisko 4. Konstrukce se sestává ze dvou pojezdových vozíků, kde malý vozík 6 je přes kluzné vedení 3 uchycen uvnitř velkého vozíku 5. Na malém vozíku 6 je fixován systém pro uchycení hlavně zbraně 9. Malý vozík 6 umožňuje flexibilně nastavit a zafixovat pomocí pojistky 7 rozteč mezi systémy pro uchycení hlavně zbraně 9 a pažby zbraně 8, který je umístěn na velkém vozíku 5, a upnutí celé zbraně 10. Rotaci zbraně 10 zajišťuje vakuový krokový motor 11. Posuv velkého vozíku 5 pod vakuem zajišťuje vakuová průchodka VP-TR.

Upínač pažby zbraně (Obr. 5) se skládá z rotačního disku 1, na kterém jsou uchyceny souose čtyři upínací kameny pažby 2 (vyrobeny z materiálu minimalizující riziko poškrábání povrchu pažby, např. murytal). Rozteč jednotlivých kamenů může být flexibilně nastavena s ohledem k danému typu pažby (zbraně) nebo jiného podobného předmětu. Rotaci upínacího disku zajišťuje přes mechanismus 3-5 vakuový krokový motor, který je uchycen na nosné konstrukci 6,7 k velkém vozíku.

Upínač hlavně zbraně (Obr. 6) se skládá z kuželu vyrobeného z dostatečně měkkého materiálu (např. teflon) zabraňující poškrábání ústí hlavně, který je uchycen na rotačním mechanismu 1-3 fixovaného pomocí desky 4 a hranolů na nosnou konstrukci malého vozíku.

Řízení elektro-PC

Pro řízení je použito PC HP s instalovanými Windows 11. Na PC byl zkompileován program vytvořený v NI LabVIEW umožňující polo automatizované ovládním depoziční komory uživatelem. Program provádí automatizované nastavení výkonu el. zdroje pro tenkovrstvé technologie, průtoku procesních plynů a instruuje uživatele, jak ovládat další části depozičního systému (ventily, vývěvy), které je nutné ovládat manuálně. Program využívá multifunkčních měřících karet USB-6009.

Technická specifikace zařízení (konfigurace komponent zachycena na Obr. 3)

Hmotnost: 500 kg (v závislosti na konfiguraci)

Rozměry: půdorys cca 1100 × 2800 × 1900 mm³ (š × d × v)

Vstupy:

- napájení 400 V AC, max. příkon 9,6 kW
- plyny, tlak 1 až 2 bar

Vakuový systém

- M1 DOV Vývěva difuzní HSR AG PDI250-W, 1.750 l/s, 230 V AC / 2,60 kW
- YV7 Ruční ventil chladící vody vývěvy
- P4 Průtokoměr chladící vody YF-B4, pulzní výstup
- M4 ROV Rotační vývěva PASCAL 2063 2332SH, čerpací rychlost 1.000 l/min., 400 V AC / 2,20 kW

Měření vakua

- CM1 Kombinovaná (Pirani/Penningova) měrka PKR, jednotka Pfeiffer Vacuum TPG 261, 230 V AC / 45,00 W
- CM2 Kapacitní měrka CMR, jednotka Pfeiffer Vacuum TPG 261, 230 V AC / 45,00 W

Plynové hospodářství

- GU3 Zdroj pro napájení snímačů průtoku; XtendLan ZS01-12-2 12 VDC 2 A, 230 V AC / 0,50 A
- P5 Měřič průtoku argonu; Aalborg GFC17 0-50 mL/min 12 V DC / 8,00 W
- P6 Měřič průtoku kyslíku; Aalborg GFC17 0-20 mL/min 12 V DC / 8,00 W
- YV11 Ruční ventil napouštění komory agonem a kyslíkem

Naprašovací systém - Magnetrony

- GU1 Zdroj pro magnetrony; MDX1500 ADVANCED ENERGY, 230 V AC / 8,00 A
- MQ1-3 Magnetrony – výrobek FZU (funkční vzorek VK01010022-V5); spínání DC SSR, 1000 V AC / 500 VA
- YV8-10 Ruční ventily chladící vody magnetronu
- P1-3 Průtokoměry chladící vody YF-B4, pulzní výstup

Napařovací systém - Pařidla

- GU4 Zdroj pro napařování 1; ZHAOXIN KXN-15200D, 0-15 V / 200 A 230 V AC / 3,00 kW
- GU5 Zdroj pro napařování 2; ZHAOXIN KXN-15200D, 0-15 V / 200 A 230 V AC / 3,00 kW

Rotace a posun

- GU2 Zdroj pro napájení pohonů krokových motorů posunu a rotace, deskového ventilu; MW GST280A24-C6P, 24 V / 11,67 A, 230 V AC / 4,50 A
- M2 Pohon rotace; krokový motor NEMA23-0825-VAC
Driver Leadshine EM882S
- M3 Pohon posunu; krokový motor NEMA23 57HS76
Driver Leadshine EM542S

Ventily

- YV1 Ventil ROV – komora; Unitra ZK40EA, NR: 12-4 230 V AC / 3,00 A
- YV2 Ventil ROV – DOV; Unitra ZK40EA, NR: 12-4 230 V AC / 3,00 A
- YV3 Ventil zavzdušnění; VE-4-2, 230 V AC / 11,00 VA
- YV4 Ventil deskový MAC N-7557-019, DN250, 24 V DC / 5,40 W
- SQ4.1 Snímač polohy – zavřen, 24 V DC
- SQ4.2 Snímač polohy – otevřen, 24 V DC

YV5 Ventil zavzdušnění; VE-4-2, 230 V AC / 11,00 VA

YV6 Ruční klapka

Řídící elektronika

PC Řídící počítač, klávesnice, myš 230 V AC / 65,00 W

LCD Monitor DELL P2424HT 230 V AC / 30,00 W

A1 Převodník USB – A/D NI USB-6009

A1.1 Převodní relé HL-58S v1.2

A1.2 Převodní relé HL-58S v1.2

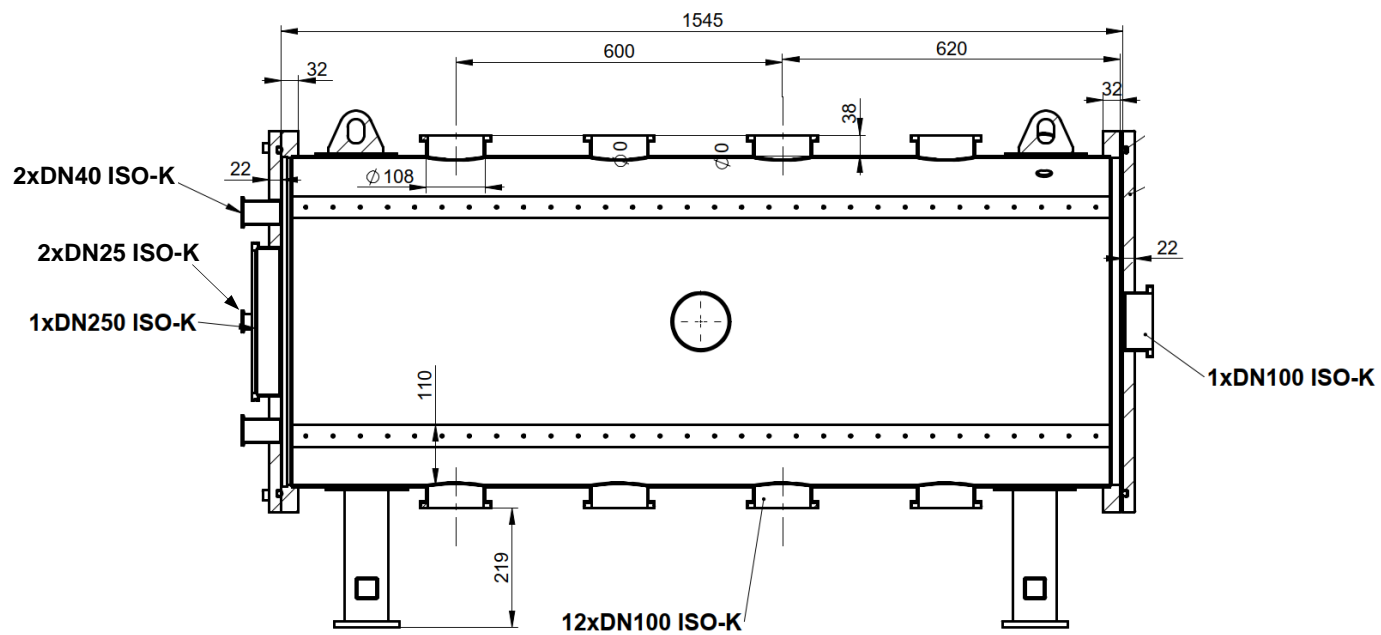
A2 Převodník USB – A/D NI USB-6009

A3 Převodník USB – A/D NI USB-6009

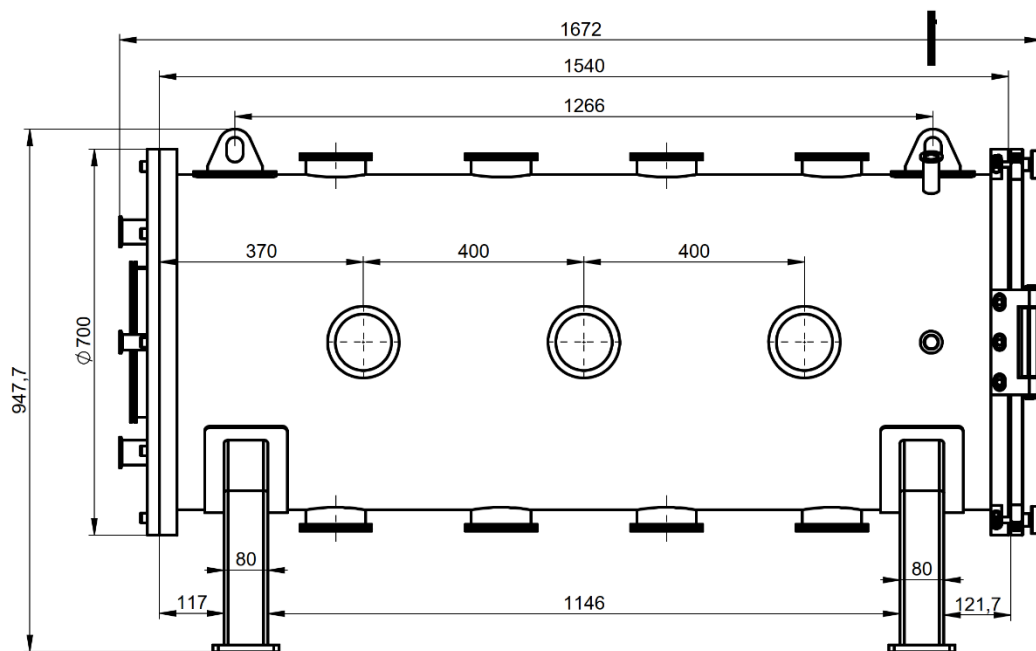
Ostatní

M5 Bezolejový kompresor HECHT 7025, 230 V AC / 0,75 kW

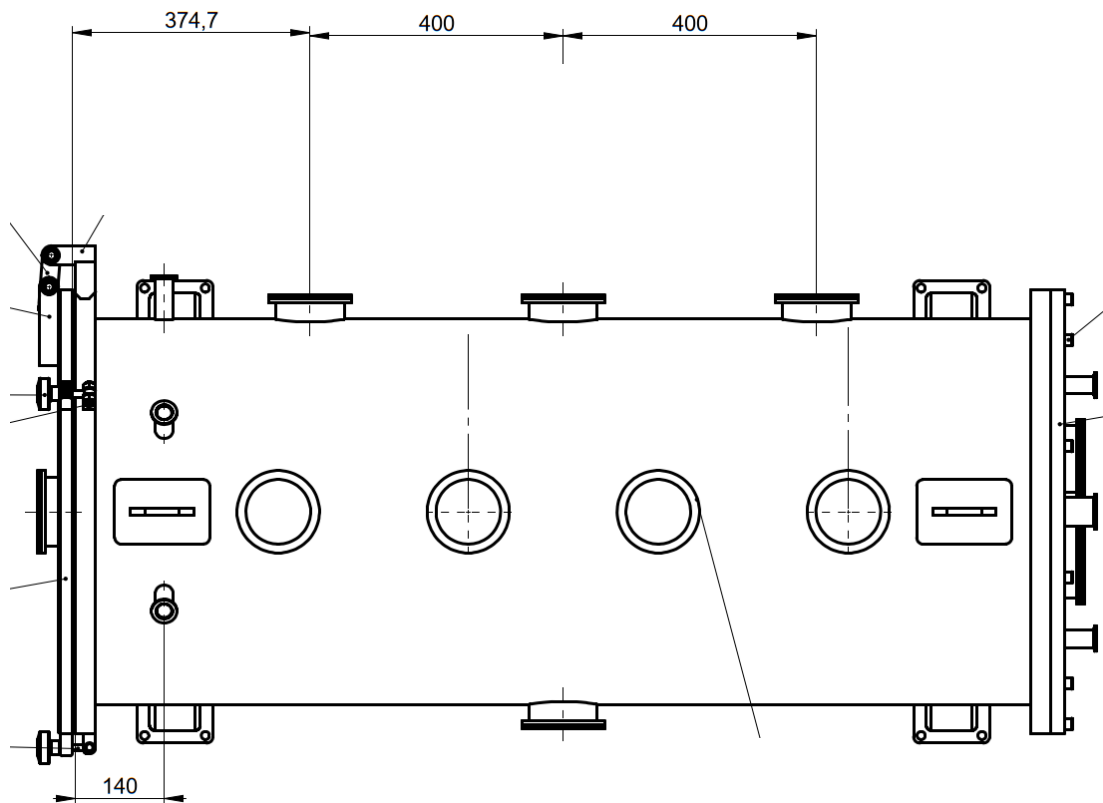
Technická dokumentace:



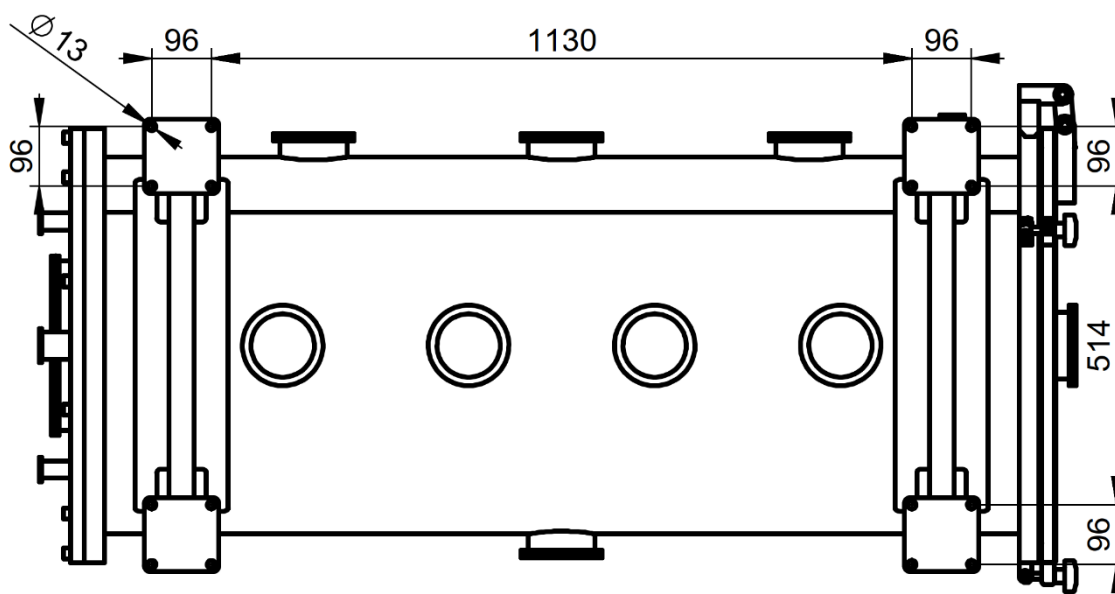
Obr. 1A – Pravá boční strana



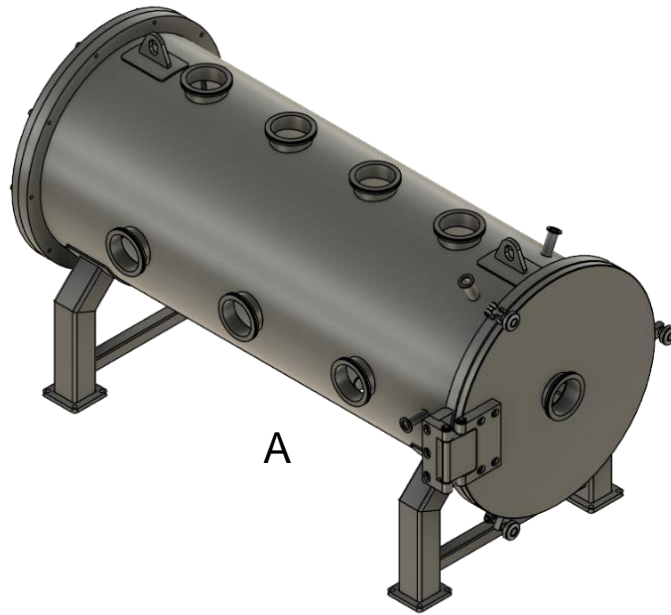
Obr. 1B – Levá boční strana



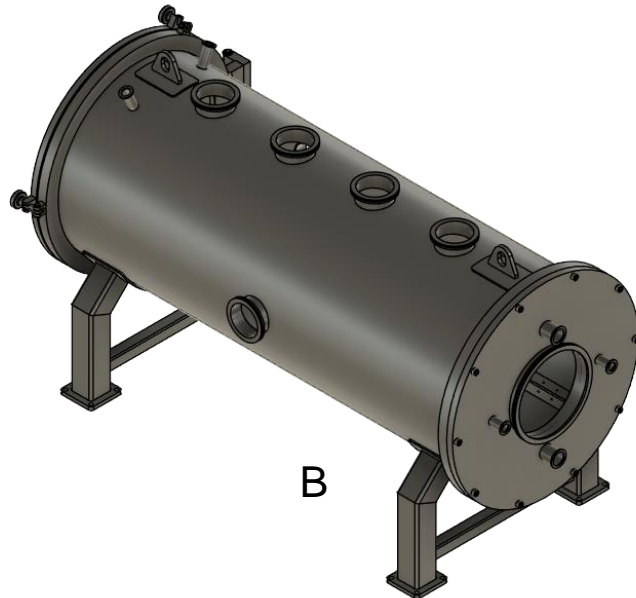
Obr. 1C – Horní pohled



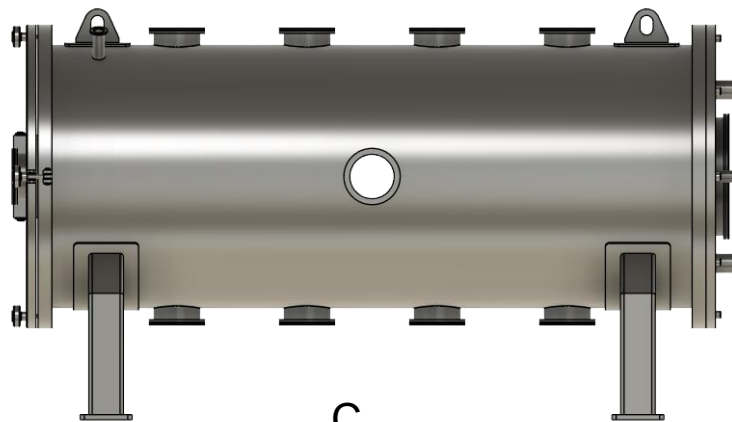
Obr. 1D – Dolní pohled



A

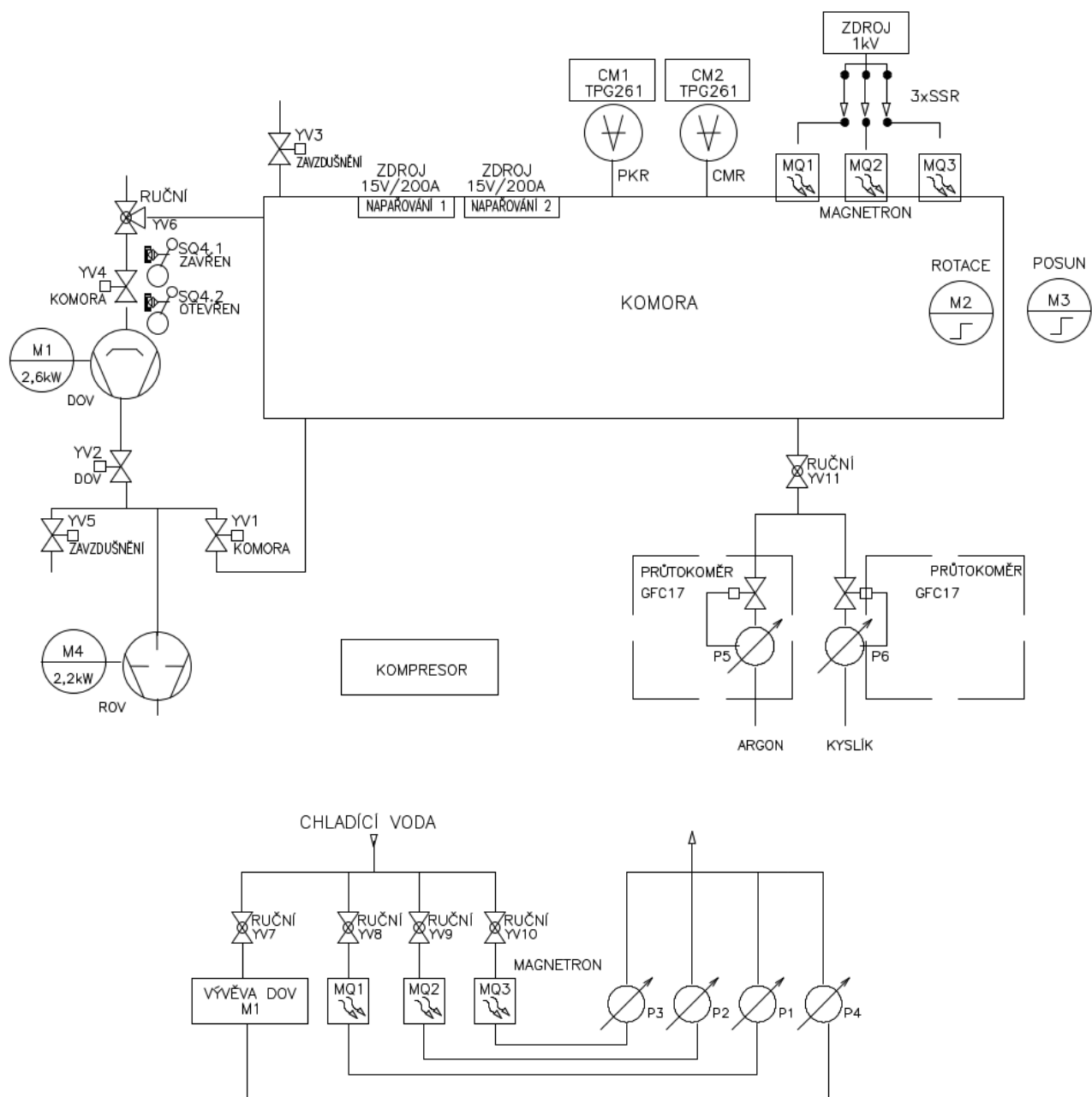


B

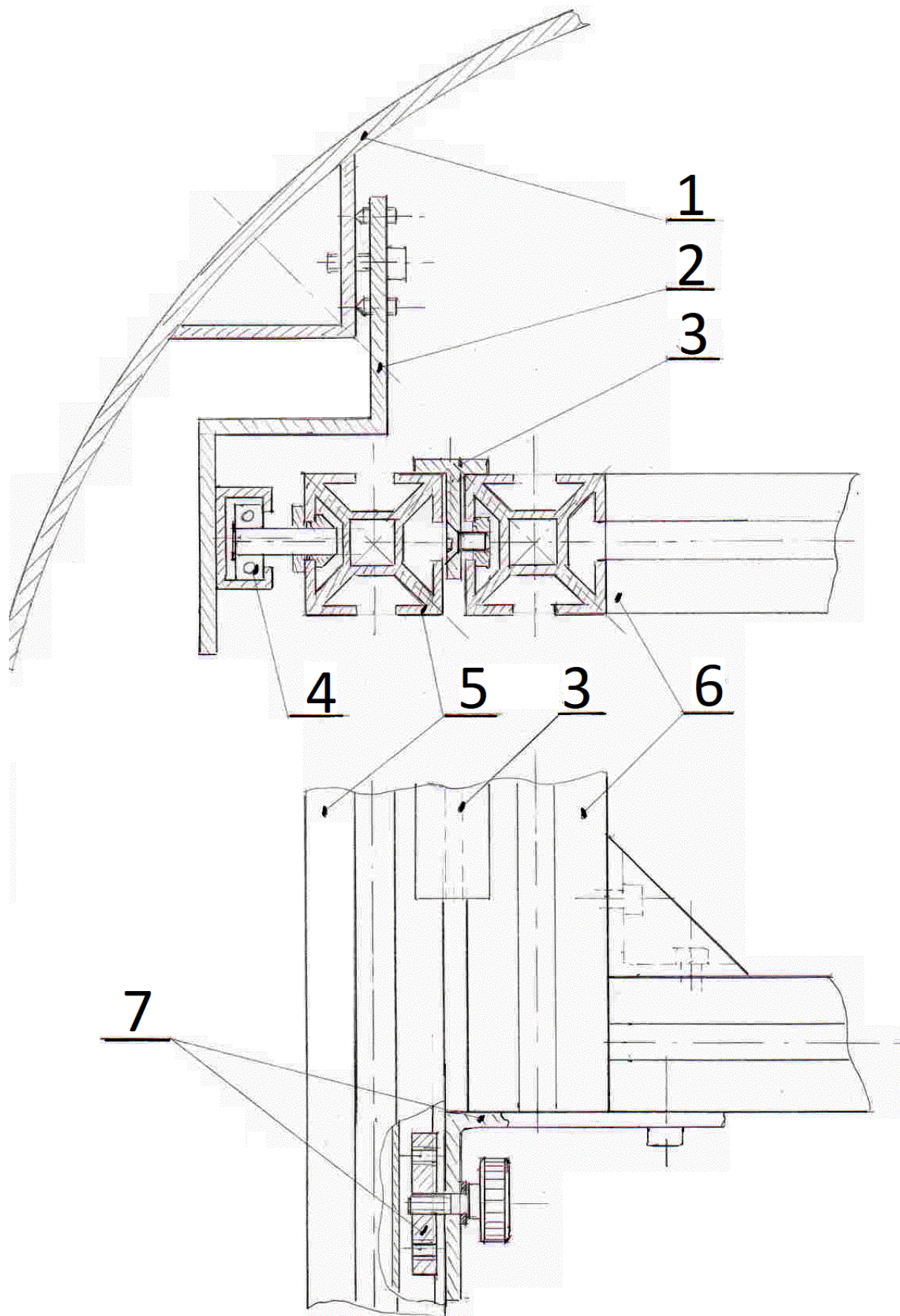


C

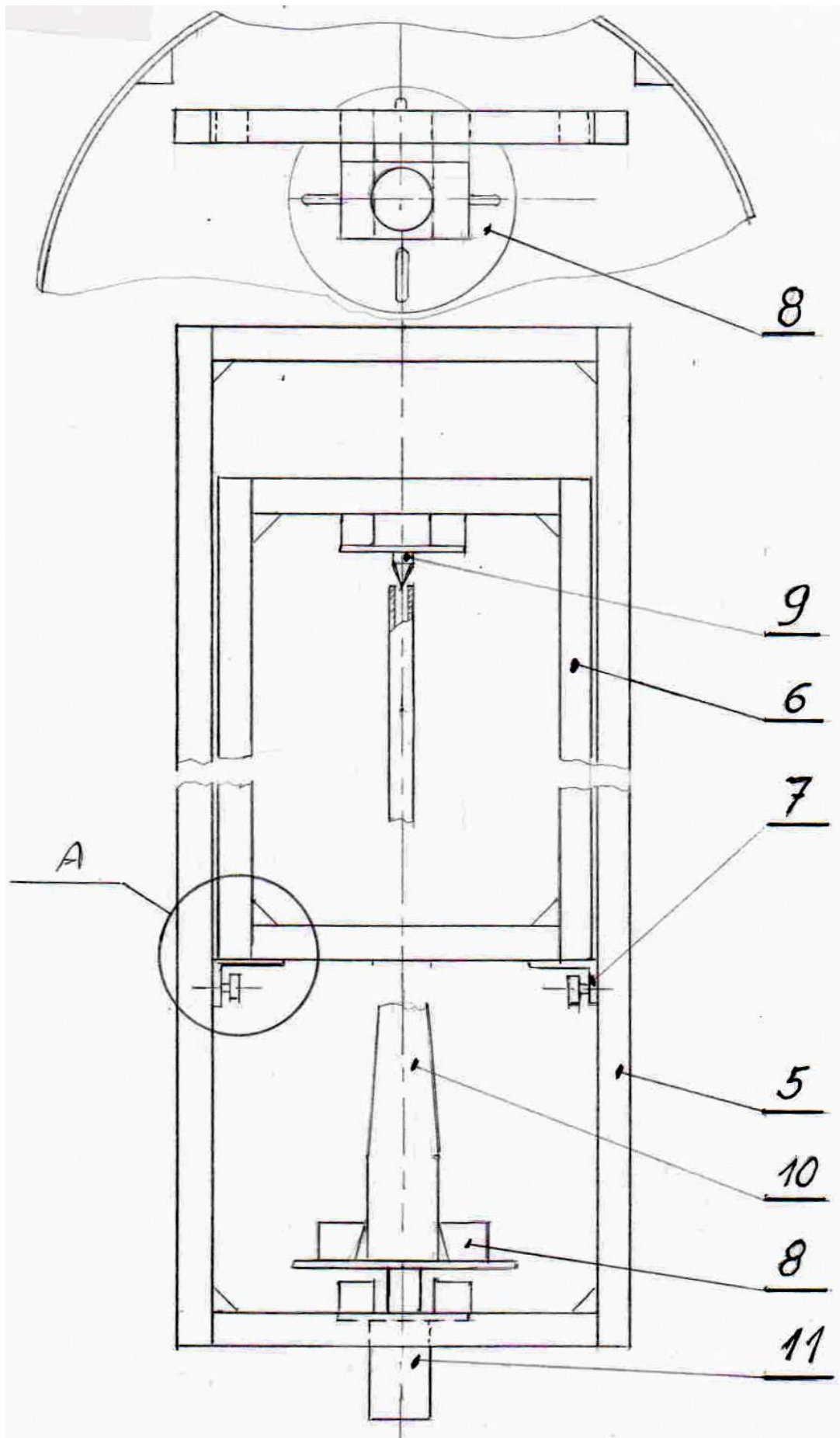
Obr. 2 – A-pohled zředu shora levá boční strana, B-pohled zezadu shora pravá boční strana, C-pohled pravá boční strana



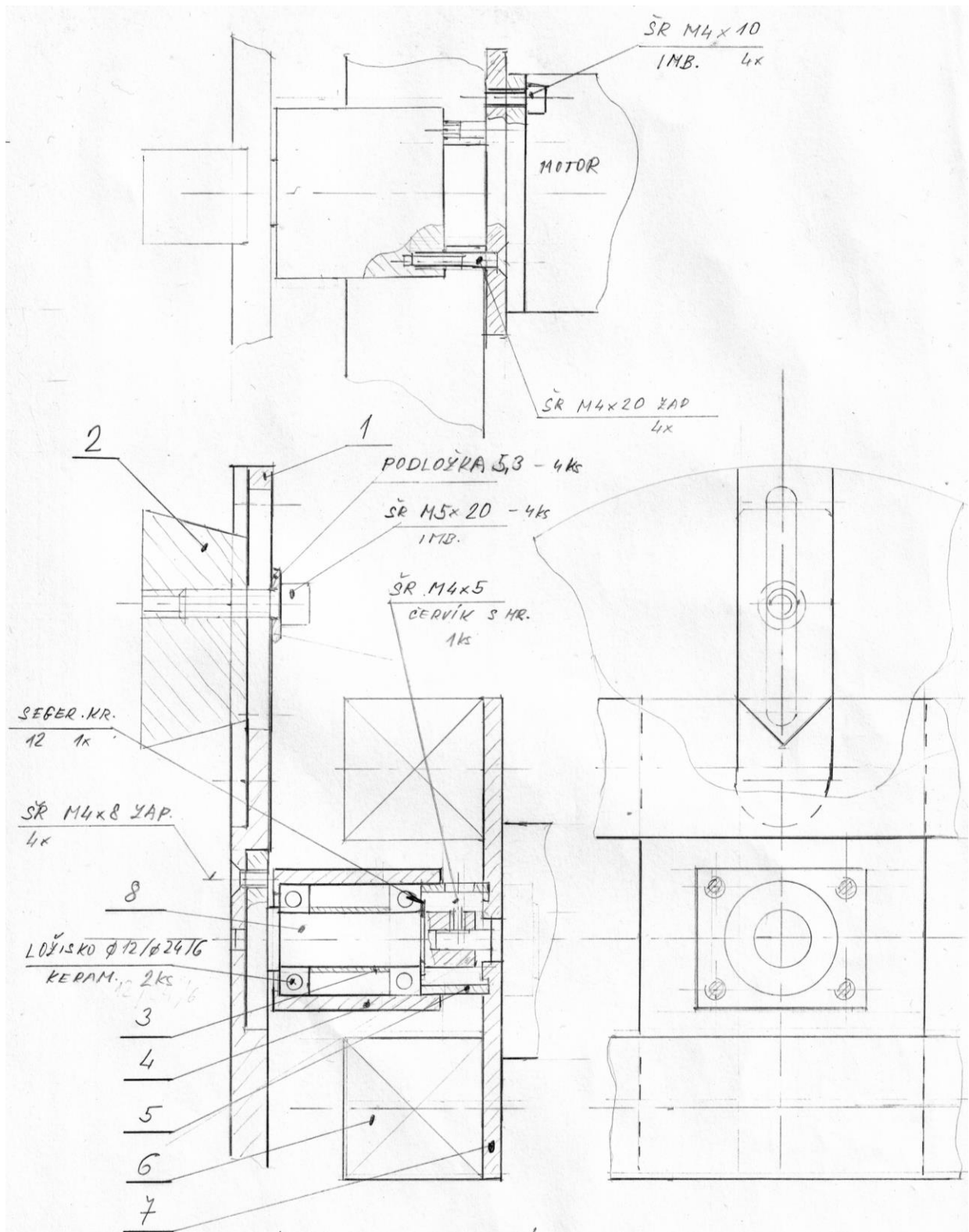
Obr. 3 – Schéma vakuového systému (čerpací systém, plynové hospodářství, měření vakua, chladicí okruh a napašovací/napařovací zdroje)



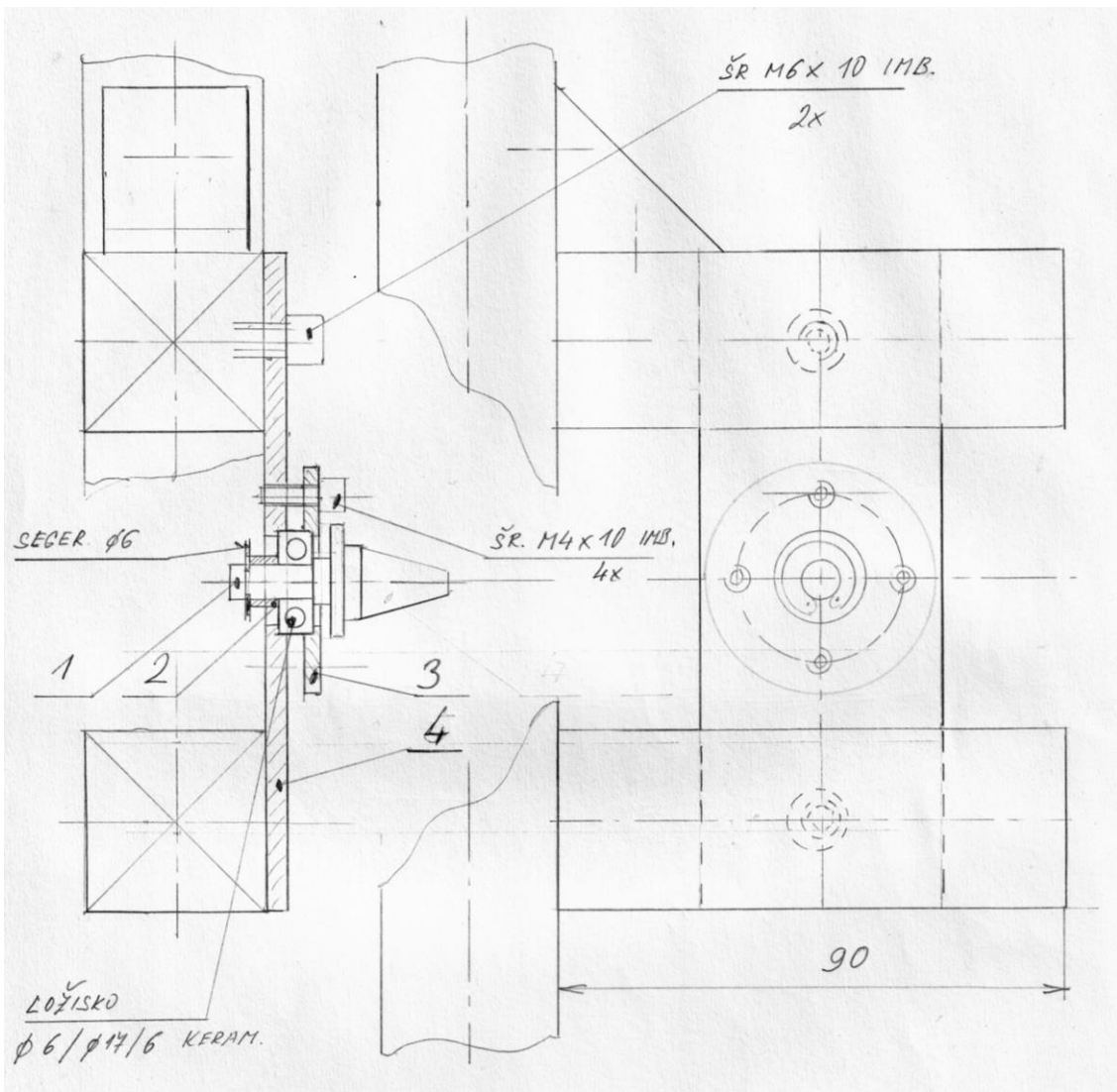
Obr. 4A Nosná pojezdová konstrukce - uchycení (1 – Komora, 2 – Vodící kolejnice, 3 – Kluzné vedení, 4 – Pojezdové ložisko, 5 – Velký vozík, 6 – Malý vozík, 7 – Fixace malého vozíku)



Obr. 4B – Nosná pojezdová konstrukce – horní pohled (5 – Velký vozík, 6 – Malý vozík, 7 – Fixace malého vozíku, 8 – systémy pro uchycení pažby zbraně, 9 – Systémy pro uchycení hlavně zbraně, 10 – Zbraň, 11 – Vakuový krokový motor)



Obr. 5 Upínač pažby zbraně – detail (1- Rotační disk, 2 – Upínací kameny pažby, 3-5 – Mechanismus zajišťující rotaci disku pomocí krokového motoru, 6-7 – Nosná konstrukce)

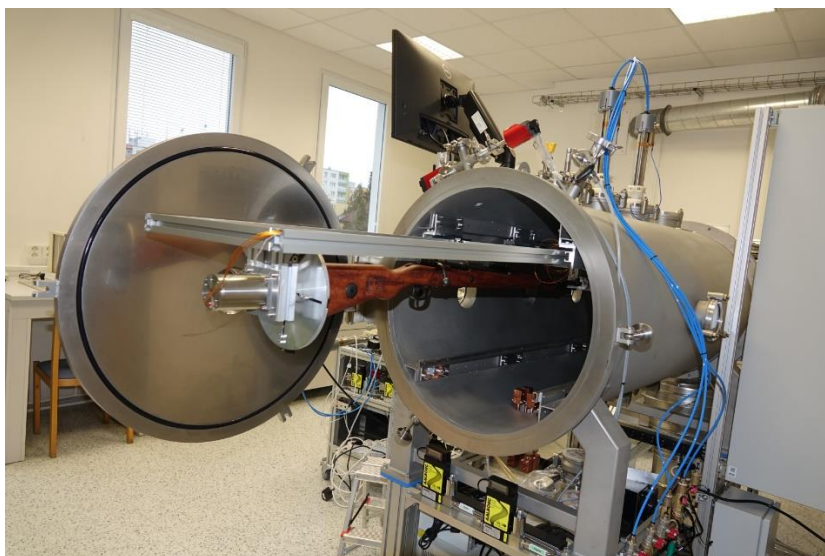


Obr. 6 Upínač hlavně zbraně – detail (1-3 Mechanismus zajišťující rotaci kuželu sloužícího pro uchycení hlavně, 4 – Nosná konstrukce)

Fotodokumentace:



Obr. 7 – Fotografie reálného provedení vakuového systému



Obr. 8 – Univerzálním systémem umožňujícím upnutí a dále pak posuv a rotaci pokrývaného předmětu



Obr. 9 – Univerzálním systémem umožňujícím upnutí a dále pak posuv a rotaci pokrývaného předmětu