

Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta strojního inženýrství  
Energetický ústav  
Odbor fluidního inženýrství Viktora Kaplana



Funkční vzorek

FV-01-2019

### **Proudnice pro požární hadice**

č. projektu: GA101/17-19444S

název: Interakce heterogenní kapaliny s pružnou stěnou

Autoři:

Filip Páral

doc. Ing. Simona Fialová, Ph.D.

Řešitel úkolu:

doc. Ing. Simona Fialová, Ph.D.

Celkový počet stran:

5

Brno, květen 2019

## ANOTACE

V této zprávě je uveden návrh a popsána výroba proudnice pro požární sport s optimalizovanou geometrií. Proudnice slouží jako tryska, kterou voda opouští hadicové vedení při provedení disciplíny požárního sportu-požárním útoku. Nově optimalizovaná geometrie proudnice zajišťuje oproti současným modelům proudnic, dostupným na českém trhu, redukci zpětného rázu vznikajícího při průchodu vody proudnicí a také navyšuje délku po kterou je výstupní proud vody koherentní.

## Obsah

|          |                           |   |
|----------|---------------------------|---|
| <u>1</u> | <u>ÚVOD</u>               | 3 |
| <u>2</u> | <u>NÁVRH ROZMĚRŮ</u>      | 3 |
| <u>3</u> | <u>VÝROBA</u>             | 3 |
| <u>4</u> | <u>MĚŘENÍ</u>             | 4 |
| <u>5</u> | <u>ZÁVĚR</u>              | 4 |
| <u>6</u> | <u>POUŽITÁ LITERATURA</u> | 4 |

## PŘÍLOHY

- Fotografie nové proudnice
- Výrobní výkres nové proudnice

Ke zprávě je přiložen archiv souborů obsahující:

- PDF dokument
- Fotografie nové proudnice v plné velikosti
- Výrobní výkres v plné velikosti
- Video z testování

# 1 ÚVOD

Cílem disciplíny požární útok je vytvoření hadicového vedení skládajícího se z požárních hadic a armatur, následná doprava vody tímto vedením a sražení dvou terčů, shozením válce za otvorem malého průměru. Koncovými prvky vedení jsou právě proudnice, jejichž úkolem je usměrnění výstupního proudu vody tak, aby se jeho tvar co nejvíce blížil ideálnímu, válcovému tvaru. Dále je pak žádané, aby proudnice v co největší míře redukovaly zpětné rázy, vznikající vlivem zužování průměru proudnice z průměru hadice na výstupní průměr předepsaný pravidly. V bakalářské práci [1] byla na základě numerických výpočtů současných proudnic navržena optimalizovaná geometrie s ohledem na výše zmíněné požadavky.

## 2 NÁVRH ROZMĚRŮ

Na základě provedených numerických výpočtů byla navržena nová geometrie proudnice. Návrh tvaru vnitřního kanálu je podrobně popsán v [1].

Pro výpočet minimální tloušťky stěny byla použita hodnota pevnosti materiálu PA12, ze kterého byl výtisk vyroben. Dále byla pro výpočet uvažována také hodnota maximálního tlaku 1 824 000 Pa, což je nejvyšší hodnota dle numerických výpočtů. Přestože je tato hodnota přítomna pouze v nejširší, počáteční části proudnice a s rostoucí délkou proudnice dochází ke snižování tlaků a zvyšování rychlostí, je uvažována právě tato nejvyšší hodnota. V počáteční části proudnice je navíc tloušťka stěny násobně větší z důvodu umístění závitu G2 pro našroubování hadicové spojky. Minimální tloušťka stěny byla pak vypočtena dle následujícího vzorce (ASME VIII – UG-27):

kde: P – vnitřní návrhový tlak  
R – vnitřní poloměr  
S – maximální dovolené napětí  
E – svarový součinitel (1)

Z bezpečnostních důvodů pak byla minimální tloušťka stěny zvolena 2,5 mm. Vnější tvar je pak vytvořen odsazením křivky vnitřního kanálu.

Za účelem zlepšení úchopu a také pro designové účely byly vnějším povrchem proudnice vytvořeny čtyři protisměrné šroubové drážky.

## 3 VÝROBA

Proudnice byla vyrobena pomocí 3D tisku ve firmě 3DEES s.r.o v Praze. Pro 3D tisk byla zvolena metoda Multi Jet Fusion (MJF), která je vhodná pro tuto aplikaci díky

dosahované přesnosti, nízké pórovitosti a přijatelným cenám výtisků. Výtisk byl vyroben z materiálu Multijet Fusion PA12 (polyamid), který je vhodný pro tuto aplikaci vzhledem k jeho dobrým mechanickým vlastnostem, nízkému stupni nasákavosti, chemické odolnosti a jemnosti zrna. Výška vrstvy byla zvolena 80 mikronů, což je nejmenší vrstva, kterou lze, při použití této technologie, tisknout.

## 4 MĚŘENÍ

Měření výstupních parametrů vodního proudu bylo provedeno porovnáním videozáznamů výstupních proudů při provedení požárního útoku ve skutečných podmínkách. Videozáznamy byly pořízeny ze dvou kamer, přičemž pozice kamer byly, vůči trati pro zkoušky všech modelů proudnic, stejné.

Proudnice byly hodnoceny dle dvou kritérií, a to dle vzdálenosti, po kterou je, po výstupu vody z proudnice, proud koherentní, tedy jeho tvar je blízký válcovému tvaru bez významného rozpadu vodního proudu a dle velikosti zpětného rázu vznikajícího při průchodu vody proudnicí.

Záznam z měření je vidět na CD, které je přiloženo k této zprávě.

## 5 ZÁVĚR

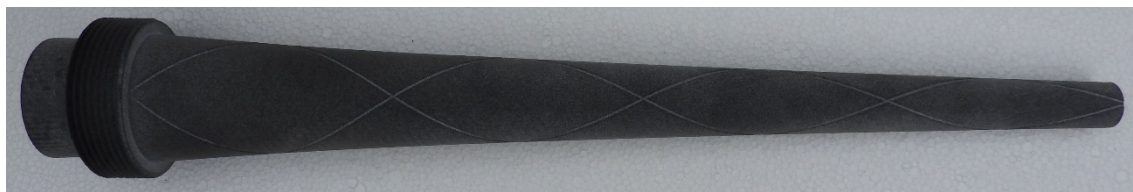
Úpravou geometrie vnitřního kanálu proudnice bylo dosaženo významné redukce vznikajícího tlakového rázu, při průchodu vody proudnicí. Vhodným tvarováním je dosaženo plynulého tlakového spádu, což se projevuje nevyvedením proudáře z rovnováhy při výstřiku vody z hubice proudnice.

Přestože byla proudnice vyrobena metodou Multi Jet Fusion, která zajišťuje rozměrovou přesnost a kvalitní povrch ve srovnání s ostatními metodami 3D tisku, bylo zjištěno, že kvalita povrchu není dostačující a způsobuje narušení výstupního proudu, kdy se proud rozpadá v krátké vzdálenosti za proudnicí. Z tohoto důvodu je vhodné se technologií výroby dále zabývat, případně zajistit takovou povrchovou úpravu, která tomuto chování zamezí.

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1 PÁRAL, Filip. Optimalizace proudnice pro požární sport. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116997>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Simona Fialová.

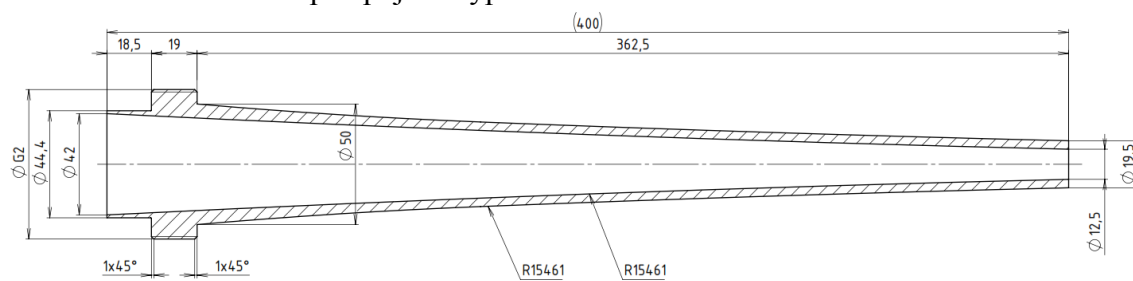
# PŘÍLOHY



**Příloha 1:** Proudnice



**Příloha 2:** Proudnice s púlsjokou typu STORZ



**Příloha 3:** Výrobní výkres proudnice