

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2017

**MAREK
STEINER**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

**Využitelnost hadic C 42 a C 38 při zásazích jednotek požární
ochrany**

**The Usability of the Hose C42 and C38 During Firefighting of Fire
Departments**

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzové plánování
Vedoucí práce: Ing. Václav KRATOCHVÍL, Ph.D.

Bc. Marek Steiner

Kladno 2017

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2016/2017

Z a d á n í d i p l o m o v é p r á c e

Student: **Bc. Marek Steiner**
Studijní obor: Civilní nouzové plánování
Téma: **Využitelnost hadic C 42 a C 38 při zásazích jednotek požární ochrany**
Téma anglicky: The Usability of the Hose C42 and C38 During Firefighting of Fire Departments

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Předmětem diplomové práce bude sběr kvantitativních dat přístrojovým měřením na dopravním a útočném vedení s nulovým i výškovým převýšením. V teoretické části bude vyhodnocena statistika požárů v hlavním městě Praze ve vazbě na četnost použití hadic. Pro měření průtočného množství vody bude zpracována metodika. Praktická část obsáhne popis měření tlaku a průtoku dle metodiky ve stanovených podmínkách, shrnutí a vyhodnocení výsledků. Výstupem práce bude na základě získaných výsledků vyhodnocení použitelnosti nestandardních průměrů hadic u zásahů jednotek požární ochrany. Bude vyhodnocen přínos hadic s průměrem 42 mm a 38 mm pro jednotky požární ochrany.

Cílem je teoreticky i prakticky ověřit, zda hadice s průměrem 42 mm a 38 mm splní požadavky pro průtočné množství vody při požárním zásahu.

Seznam odborné literatury:

- [1] MINISTERSTVO VNITRA - GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR, Cvičební řád jednotek požární ochrany, ed. 1., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, ISBN 978-80-7385-010-4
- [2] KVARČÁK, Miloš, Požární taktika v příkladech, ed. 2., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008, ISBN 978-80-7385-062-3
- [3] KRATOCHVÍL, Michal, KRATOCHVÍL, Václav, Technické prostředky požární ochrany, ed. 1., Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2007, ISBN 978-80-86640-86-0
- [4] BOJKO, Marian, KOZUBKOVÁ, Milada, RAUTOVÁ, Jana, Základy hydromechaniky a zásobování hasiv: učební text pro Fakultu bezpečnostního inženýrství, ed. 1., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, ISBN 978-80-86634-53-1

Vedoucí: ppor. Ing. Václav Kratochvíl, Ph.D.

Konzultant: nrap. Ing. Marián Stolárik

Zadání platné do: 20.08.2018

.....
vedoucí katedry / pracoviště

.....
děkan

V Kladně dne 12.12.2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Využitelnost hadic C 42 a C 38 při zásazích jednotek požární ochrany vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 15.05.2017

.....
podpis

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval Ing. Václavu Kratochvílovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování diplomové práce věnoval. Mé poděkování patří též jednotce sboru dobrovolných hasičů obce Praha Písnice, firmě Duffek s.r.o. a Ing. Miloši Vedralovi za spolupráci při praktickém měření tlaku a průtoku pro výzkumnou část práce.

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce je ověřit použitelnost nestandardních průměrů požárních hadic s průměrem 38 a 42 mm u zásahů jednotek požární ochrany v ČR. Pro řešení zadaného úkolu byly vybrány dva typy požárních zásahů s nulovým a výškovým převýšením s délkou 140 m hadicového vedení. Při zpracování zadání diplomové práce bylo využito autorem vypočítaných tlakových ztrát pomocí hydraulických výpočtů a sběru kvantitativních dat certifikovanými průtokoměry a tlakoměry na dopravním a útočném požárním hadicovém vedení C 52, C 42 a C 38. Výsledky výpočtů a měření byly zpracovány v souladu s domácí a zahraniční odbornou literaturou. Ve srovnání s dosud používanými hadicemi C 52 bylo prokázáno, že hadice C 38 dosahují stanoveného minimálního kritéria z výzkumu Grimwoda na tlak a průtok na proudnici pro účinný požární zásah s nulovým a výškovým převýšením jako hadice C 52. Výsledky teoretických výpočtů a praktických měření na dopravním hadicovém vedení C 42 byla prokázána neefektivita ve vznikajících tlakových ztrátách takto vytvořeného hadicového vedení, a jeho použití autor nedoporučuje. V průběhu zpracování práce byl zjištěn nesoulad mezi nastaveným objemovým průtokem na proudnici a skutečnou dodávkou hasiva. Tato skutečnost může mít vliv na zásobování hasivem u dlouhodobých zásahů a v chybně vypracované DZP. Na základě vyhodnocených výsledků diplomové práce autor doporučuje použití hadic C 38 s vazbou na stanovené zásady použití. Jejich zavedení do praxe však brání nepružnost změny ČSN 80 8711 a do jejího přepracování nelze použít jakékoli hadice nestandardních průměrů.

Klíčová slova

Požární hadice, Hadice C 42, Hadice C 38, Tlakové ztráty, Průtok

Abstract

The aim of this diploma thesis is to verify the usability of non-standard diameters of fire hoses with diameter of 38 and 42 mm during firefighting of fire departments in Czech Republic. To solve the assigned task, two types of fire interventions with zero and height elevations with a length of 140 m of hose lines were selected. Working on assignment of the diploma theses, the author used the calculated pressure losses using hydraulic calculations and the collection of quantitative data by certified flowmeters and pressure gauges on the supply and attack fire hoses C 52, C 42 and C 38. The results of the calculations and gauging were processed in accordance with domestic and foreign technical literature. In comparison to hitherto used C 52 hoses, it has been proved that the hose C 38 achieves a set minimum criterion from Grimwood research to nozzle pressure and flow rate for effective fire intervention at zero and height elevations such as the C 52 hose. By the results of theoretical calculations and practical gauging on the supply hose line C 42, ineffectiveness in the arising pressure losses of the so formed hose line was proved; and therefore the author do not recommend their use. Working on the thesis, a discrepancy between the set volume flow rate of a nozzle and the actual delivery of the extinguisher agent was found. This fact can have an impact on the supply of extinguishing agents at long-term interventions and in poorly prepared Documents of Fire Drill. Based on the evaluated results of the diploma thesis, the author recommends to use C 38 hoses with a link to the set principles of use. However, their introduction into practice is prevented by the rigidity of the amendment of ČSN 80 8711 and no hoses having non-standard diameters can be used until the ČSN is revised.

Keywords

Fire Hose, Fire Hose C 42, Fire Hose C 38, Friction Loss, Flow Rate.

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Současný stav.....	13
2.1	Statistika požárů v hl. m. Praze	13
2.1.1	Vyhodnocení statistiky	18
2.2	Úvod do řešené problematiky.....	19
2.2.1	Tlakové požární hadice	20
2.2.2	Druhy hadicového vedení	20
2.2.3	Doprava vody na místo požáru s výškovým převýšením.....	22
2.2.4	Tlakové ztráty v hadicovém vedení.....	23
2.2.5	Taktické postupy bojového rozvinutí	23
2.2.6	Aplikace vody při požáru.....	24
2.2.7	Druhy vodních proudů	25
2.2.8	Normy tlakových požárních hadic.....	27
2.3	Literární rešerše	31
2.3.1	Posouzení výsledků literární rešerše s cílem práce	32
3	Cíl práce a hypotézy.....	33
4	Metodika	35
4.1	Použité zařízení a prostředky pro měření	35
4.1.1	MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100)	35
4.1.2	MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40).....	36
4.1.3	Snímač tlaku FDA6022U	36
4.1.4	Armatura pro připojení tlakového snímače.....	36
4.1.5	ALMEMO® 2590	36
4.1.6	Proudnice Quadrafog 500.....	36
4.1.7	Hadice C52 Favorit.....	37
4.1.8	Hadice C42 Favorit.....	37

4.1.9	Hadice C38	37
4.1.10	Rozdělovač P&H s kulovým uzávěrem B – CBC.....	37
4.1.11	CAS 30/9000/540 - S3R T815-7 6x6.1	37
4.1.12	CAS 20 4000/250 - S2Z Renault Midlum 4x4.....	37
4.1.13	DA12 L1Z Ford Tranzit 115/T350	38
4.1.14	Motorola DP 1400 (4 ks)	38
4.1.15	Voltcraft IR-364 (1ks).....	38
4.1.16	IVT CG-501 Race stopwatch.....	38
4.2	Popis měření	39
4.2.1	Měření přesnosti manometru čerpadla CAS	40
4.2.2	Měření nejistoty měření	40
4.2.3	Měření s nulovým výškovým převýšením	41
4.2.4	Měření s výškovým převýšením	41
4.2.5	Problémy při měření	42
5	Výsledky.....	44
5.1	Hydraulický výpočet dodávky hasiva.....	44
5.1.1	Rychlost proudění vody.....	44
5.1.2	Reynoldsovo číslo, kinematická viskozita a hustota vody	46
5.1.3	Výpočet tlakových ztrát v hadicovém vedení.....	48
5.1.4	Teoretický výpočet průtočného množství vody u zásahu	50
5.2	Vybrané charakteristiky požárních hadic	54
5.2.1	Hmotnost	54
5.2.2	Tlaková odolnost	56
5.2.3	Ekonomické hledisko	57
5.3	Nejistota měření.....	58
5.3.1	Vyhodnocení nejistoty měření	59

5.4	Naměřené hodnoty tlaku a průtoku	59
5.4.1	Neměřené hodnoty tlaku a průtoku dopravního vedení.....	59
5.4.2	Naměřené hodnoty tlaku a průtoku útočného vedení	60
5.4.3	Vyhodnocení naměřených hodnot tlaku a průtoku na DV a ÚP	64
5.5	Stanovení zásad použití	66
6	Diskuze.....	67
6.1	Porovnání výsledků práce s odbornou literaturou v ČR.....	67
6.2	Porovnání výsledků práce se zahraniční odbornou literaturou.....	71
6.3	Návrh formy zařazení hadic C 38 do činnosti JPO.....	76
7	Závěr.....	78
8	Seznam použitých zkratk	80
9	Seznam použité literatury	82
10	Seznam použitých grafů a obrázků	90
11	Seznam použitých tabulek	93
12	Seznam Příloh.....	96
13	Přílohy	97
13.1	Příloha 1 – Umístění praktického měření s nulovým převýšením	97
13.2	Příloha 2 – Objekt hotelu Opatov	98
13.3	Příloha 3 – Prostředky použité při praktickém měření.....	99
13.4	Příloha 4 – MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100).....	100
13.5	Příloha 5 – MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40)	105
13.6	Příloha 6 – Snímač tlaku FDA6022U a dataloger ALMEMO® 2590	108
13.7	Příloha 7 – Armatury pro připojení tlakových snímačů	110
13.8	Příloha 8 – Quadrafog 500	111
13.9	Příloha 9 – Měření přesnosti manometru čerpadla CAS.....	113

13.10 Příloha 10 – Měřicí soustavy, pohled na DV a ÚP, zápis údajů	118
13.11 Příloha 11 – Záznamový arch	129
13.12 Příloha 12 – Hodnoty rychlosti proudění vody v hadicích.....	130
13.13 Příloha 13 – Hodnoty Reynoldsova čísla a ztrátového součinitele.....	133
13.14 Příloha 14 – Zaznamenaná teplota vody při měření	136
13.15 Příloha 15 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty.....	138
13.16 Příloha 16 – Pracovní diagram čerpadla <i>GODIVA WT 2010</i>	143
13.17 Příloha 17 – Naměřené hodnoty tlaku a průtoku	144
13.18 Příloha 18 – Brožura	155
13.19 Příloha 19 – Tabulka třecích ztrát z University of Maryland.	160
13.20 Příloha 20 – Hydraulický výpočet tlakových ztrát na 100 m	161

1 ÚVOD

Ke zpracování diplomové práce bylo přistoupeno z důvodu autorovy snahy o zlepšení podmínek u požárních zásahů jednotek hasičského záchranného sboru hl. m. Prahy (dále také HZS Praha). Předpokladem pro zlepšení efektivity požárních zásahů může být použití nestandardních průměrů hadic. Byly vybrány dva druhy hadic o průměru 42 mm a 38 mm běžně dostupných v České republice. Na základě odlišné taktiky zdolávání požárů v zahraničí by srovnání s těmito zdroji nebylo zcela objektivní, a proto bylo rozhodnuto o zpracování teoretických výpočtů a praktického měření aplikovatelných do činnosti jednotek požární ochrany v ČR. Předmětem této práce je realizovat měření tlaku a průtoku na dopravním a útočném hadicovém vedení v podmínkách blízcích se reálným situacím u požárního zásahu, s využitím běžně používaných taktických postupů, nikoliv v laboratorních podmínkách. Pro teoretické vyhodnocení průtočného množství v hadicích nestandardního průměru bude nutné vypracovat nové hydraulické výpočty, protože česká odborná literatura poskytuje hodnoty tlakových ztrát pouze pro dosud používané hadice C 52. Na základě zpracovaných výsledků bude vyhodnocena použitelnost nestandardních průměrů požárních hadic ve vazbě na stanovené hodnoty tlaku a průtoku pro splnění požadavků na účinný požární zásah. Cílem této diplomové práce je ve srozumitelné formě podat ucelené informace o použitelnosti hadic C 42 a C 38 managementu HZS Praha pro rozhodovací proces nákupu technických prostředků.

2 SOUČASNÝ STAV

V současné době jsou u jednotek požární ochrany (dále také JPO) HZS Praha využívány pouze dlouhodobě zavedené průměry požárních zásahových hadic dle ČSN 80 8711. Požární automobily na stanicích HZS Praha připravené k zásahu JPO jsou ještě v roce 2017 staršího data výroby než rok 2007. Z této skutečnosti vyplývá, že konstrukce některých požárních čerpadel cisternových automobilových stříkaček (dále také CAS) do tohoto roku povolovala trvalý provoz pracovního tlaku pouze 0,8 MPa, toto omezení bylo zohledněno v metodice praktického měření. Dle aktuální české technické normy se již CAS osazují požárními čerpadly s výkonem trvalého provozu pracovního tlaku 1 MPa [1], v realizaci praktického měření bylo provedeno několik měření ke zjištění zvýšení účinnosti tlaku a průtoku při tomto tlaku.

2.1 Statistika požárů v hl. m. Praze

Povinnost zabezpečovat statistické sledování požárů a dalších mimořádných událostí (dále jen MU) se zásahy JPO ukládá jak Ministerstvu vnitra (dále také MV), tak i jednotlivým HZS krajů zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů, a to ve znění § 24 a § 26, citovaného zákona. [2]

Statistické sledování požárů probíhá v rámci Hasičského záchranného sboru ČR již od roku 1974, zpočátku manuálním způsobem zatřídování položek a strojním zpracováním dat na zařízení MV. K významnému posunu došlo v roce 1992. Od této doby se začaly statisticky sledovat a vyhodnocovat všechny události řešené JPO, pochopitelně tedy i technické zásahy.

Od roku 1992 je v provozu počítačový program, „Statistické sledování událostí“ (dále také SSU). Zpočátku bylo SSU v prostředí MS-DOS, později v bázi Microsoft Windows (3.11 a novější), od 1. června 2005 je v provozu program SSU pracující v prostředí Windows tak, jak ho známe dnes, postavený na platformě ORACLE-SQL). Garantem statistického sledování událostí je Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR (dále také MV–GŘ HZS ČR) a tento počítačový program provozuje spolu s Hasičskými záchrannými sbory krajů a jejich územními odbory. [3]

Činnosti spojené se statistickým sledováním událostí na území hl. m. Prahy zabezpečuje oddělení zjišťování příčin požárů. Především se jedná o činnosti vyplývající ze sbírky interních aktů řízení (dále také SIAŘ) MV–GŘ HZS ČR 10/2006, kterým se stanovují pravidla SSU a dokumentace o vedení zásahů. Mezi tyto činnosti zejména patří:

- kontrola kompletnosti dat v programu SSU,
- správa nastavení úrovně přístupových oprávnění pro jednotlivé příslušníky HZS Praha,
- evidence událostí,
- informační podpora velitelům jednotek a velitelům zásahů v oblasti zpracování zpráv o zásahu,
- zálohování dat souvisejících se SSU a evidencí událostí,
- pravidelné vyhodnocování statistických dat.

Za činnost v oblasti statistického sledování událostí a analýzy zásahů u událostí na úrovni krajského ředitelství HZS Praha odpovídá krajský garant pro statistiku, který přitom provádí zejména:

- kontrolu úplnosti údajů jednotlivých událostí,
- průběžné vedení údajů v databázích programu SSU,
- průběžné opravy a doplňování dat programu SSU,
- kontrolu dodržování termínů zadávání dat programu SSU a export dat,
- metodické usměrňování příslušníků HZS Praha odpovídajících za jednotlivé údaje,
- zpracovávání výstupů z databáze SSU podle zadaných požadavků,
- kontrolu plnění úkolů a činností uvedených v čl. 2 odst. 1 písmena a) až d) SIAŘ MV–GŘ HZS ČR 10/2006,
- zpracovávání podkladů pro analýzy zásahů u událostí.

Dle osobní konzultace s krajským garantem bylo po seznámení s cílem práce doporučeno zpracovat pouze posledních 5 let statistických údajů. Údaje z dřívějších let nejsou kvůli rozdílnému způsobu zápisu do programu SSU zcela relevantní.

Pro účely této diplomové práce bylo využito oficiálních výstupů statistických dat, a to do roku 2014 statistických ročenek a v letech 2015 a 2016 statistických tabulek, viz tabulka 2. Tyto roky lze charakterizovat pomocí průměrných hodnot v tabulce 1.

Tab. 1 – Přehled zobrazených průměrných hodnot z let 2012 až 2016.

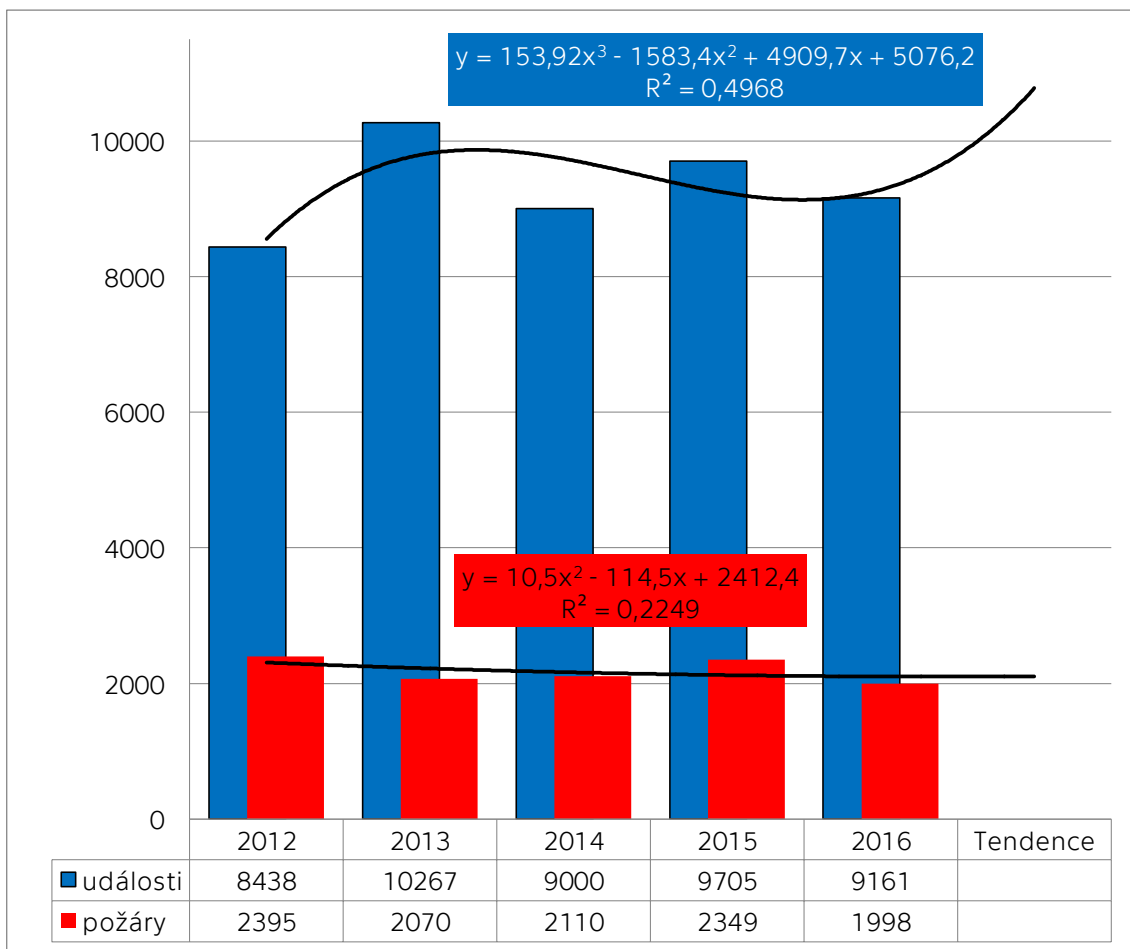
události (MU)	požáry	vytvořené útočné proudy C 52
9 314	2 184	521

Potřebné údaje pro statistické vyhodnocení jsou uvedeny v tabulce 2, tyto údaje byly získány z oficiálních statistických ročenek a tabulek.[4][5][6][7][8]

Tab. 2 – Přehled statistických údajů z let 2012 až 2016.

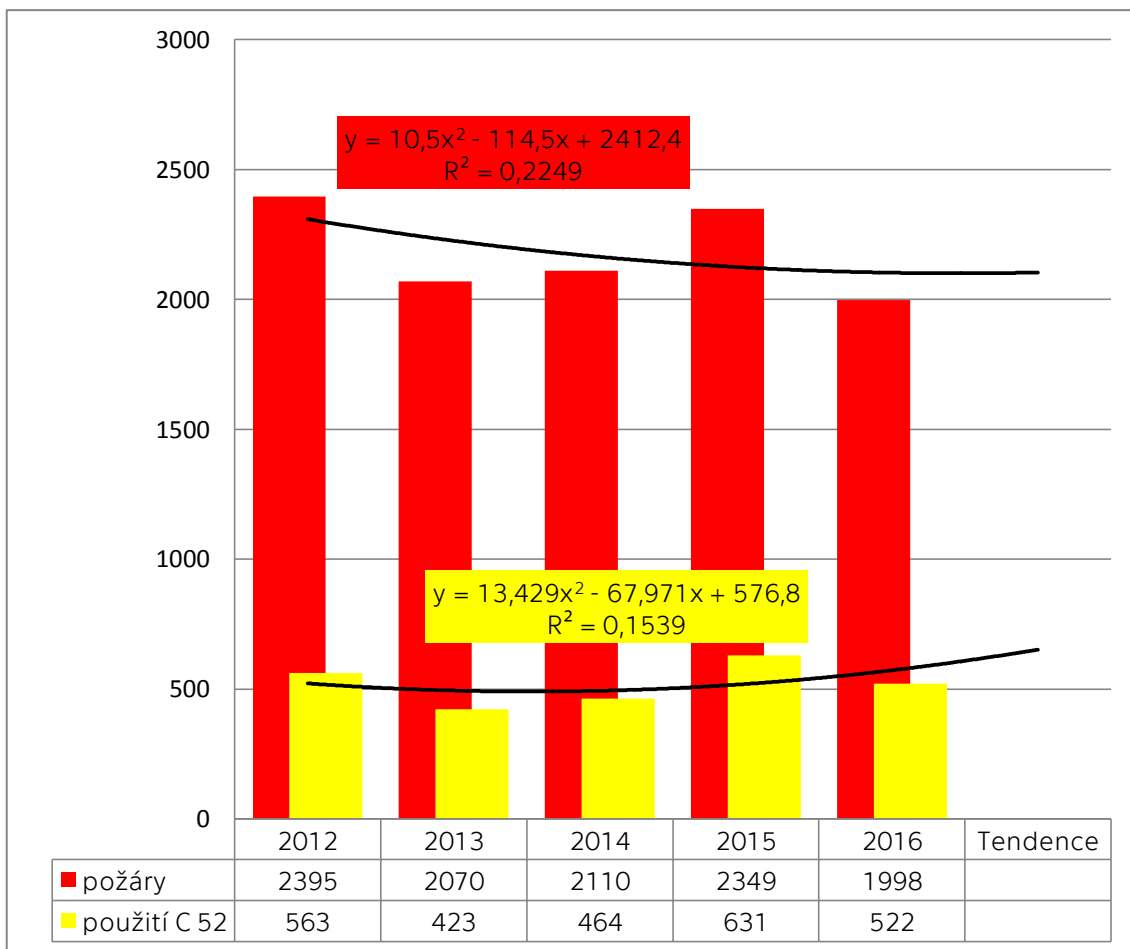
rok	MU	požáry	počet vytvořených C 52 proudů
2012	8 438	2 395	563
2013	10 267	2 070	423
2014	9 000	2 110	464
2015	9 705	2 349	631
2016	9 161	1 998	522

Grafickým znázorněním údajů v grafu 1 lze získat představu o podílu požárů na celkové zásahové činnosti u HZS Praha. Ze zobrazených trendů lze předpokládat i tendenci v následujícím období.



Graf 1 – Grafické znázornění statistických dat a jejich vypočítaná tendence do následujícího období, součástí grafu je i zobrazená hodnota rovnice a hodnota spolehlivosti polynomické spojnice trendu

Následující graf 2 zobrazuje počty vytvořených útočných proudů C 52 u požárů během pěti let. Součástí grafu jsou opět tendence následujícího vývoje jak požárů, tak vytvořených C 52 proudů.



Graf 2 – Grafické znázornění statistických dat a jejich vypočítaná tendence do následujícího období, součástí grafu je i zobrazená hodnota rovnice a hodnota spolehlivosti polynomické spojnice trendu

2.1.1 Vyhodnocení statistiky

V následujícím období lze očekávat nárůst celkového počtu zásahů jednotek HZS Praha a počet požárů je předpokládán s klesající tendencí, viz graf 1. Předpokládané snížení počtu požárů bude mít pravděpodobně vliv na stoupající tendenci počtu vytvořených C 52 útočných proudů, viz graf 2. Systém zadávání dat do programu SSU nedovoluje získat potřebný údaj o konkrétních požárech, u kterých se vytvářely útočné proudy C 52. Tento nedostatek je zapotřebí napravit, protože nelze rozklíčovat zásahy i s jinými hasebními prostředky.

Nasazení hasebních prostředků vždy závisí na přijaté taktice zdolávání požáru velitelem zásahu (dále také VZ). V letech 2012 až 2016 byl průměrný počet vytvořených proudů C 52 za rok na území hl. m. Prahy 521. V následujících letech lze předpokládat, že nasazení C proudů bude i nadále představovat nezanedbatelný podíl taktiky při zdolávání požárů.

2.2 Úvod do řešené problematiky

Požáry způsobují každoročně velké škody nejenom na majetku, ale také na lidském zdraví a životech. Ochrana před vznikem požáru je především v prevenci, přesto však neustále dochází přes veškerou snahu a osvětu k požárům s negativními následky na zdraví, životu a majetku. Proto je nutno neustále hledat možnosti účinnějšího boje s tímto živlem, aby následné škody byly co nejnižší. Velikost přímých škod do značné míry ovlivňuje především včasnost požárního zásahu a jeho efektivita.

Pro účinné hašení je potřeba dodávat hasiva na místo požáru nepřetržitě v potřebném množství a s potřebným tlakem. K dopravě je možno použít hadicového vedení, které je napojeno od cisternové automobilové stříkačky a zakončeno proudnicí, pomocí které je možno měnit tvar výstřiku a množství dodávaného hasiva. Nejčastější hasební látkou je voda, kterou prostřednictvím požárního čerpadla dopravujeme do místa dodávky vody. Forma dopravy vody je pomocí vytvoření hadicového nebo vysokotlakého vedení. Základním prvkem hadicového vedení jsou požární hadice, jejichž vlastnosti a parametry ovlivňují funkci celého vedení.

Zejména v poslední době neustále dochází k vývoji nových materiálů a technologií pro výrobu požárních hadic. Proto jsou nové hadice vyšší

kvality a jejich vlastnosti a parametry umožňují na ně klást stále vyšší nároky, např. v oblasti provozních tlaků.

2.2.1 Tlakové požární hadice

Tlakové požární hadice slouží pro dopravu tlakové vody nebo jiného hasiva (např. pěnотvorného roztoku) od čerpadla, případně od hydrantu na místo požářiště.

V současné době jsou hadice vyrobeny z polyesterové nitě s vnitřní vložkou pryže nebo polyamidové nitě s vnitřní vrstvou pryže anebo z polyesterové nitě s vnitřní polyuretanovou vrstvou. Dalším vyráběným typem jsou hadice ze syntetických vláken oboustranně povrstvené vysoce kvalitní pryží. Všechny typy hadic jsou zakončeny [9] bajonetovým rychlospojkovým systémem STORZ v hliníkovém, kovovém nebo mosazném provedení.

2.2.2 Druhy hadicového vedení

V požární ochraně jsou používány různé druhy vedení požárních hadic, jejich označení dle české technické normy je uvedeno v tabulce 3. Přívodní vedení pro doplňování CAS z volného zdroje vody, od hydrantu nebo jiné CAS, resp. přenosné motorové stříkačky. Používá se v případech, kdy je objem vodní nádrže v CAS nedostačující.

Dopravní vedení (dále také DV) slouží k přivedení vody od CAS nebo stříkačky k rozdělovači. Tato armatura umožňuje rozdělení hadicového vedení až na tři útočné proudy (dále také ÚP), které zabezpečí rozvedení dopravované vody k místu dodávky. Požární hadicové vedení nacházející se za rozdělovačem nazýváme útočné vedení.

Další možností, jak lze hadicemi dopravit vodu na místo dodávky, je jednoduché vedení. Jedná se o rychlé a jednoduché rozvinutí hadic od CAS nebo přenosné stříkačky k požární proudnici. Obvykle se používá při požárech malého rozsahu.

Do vzdálených míst, kam se nedostane mobilní technika, je nutné na požářiště vodu přivést prostřednictvím tzv. dálkové dopravy vody.

Požární hadice lze použít i v dalších případech, např. k dopravě vody ze zatopených prostor při povodních nebo haváriích.

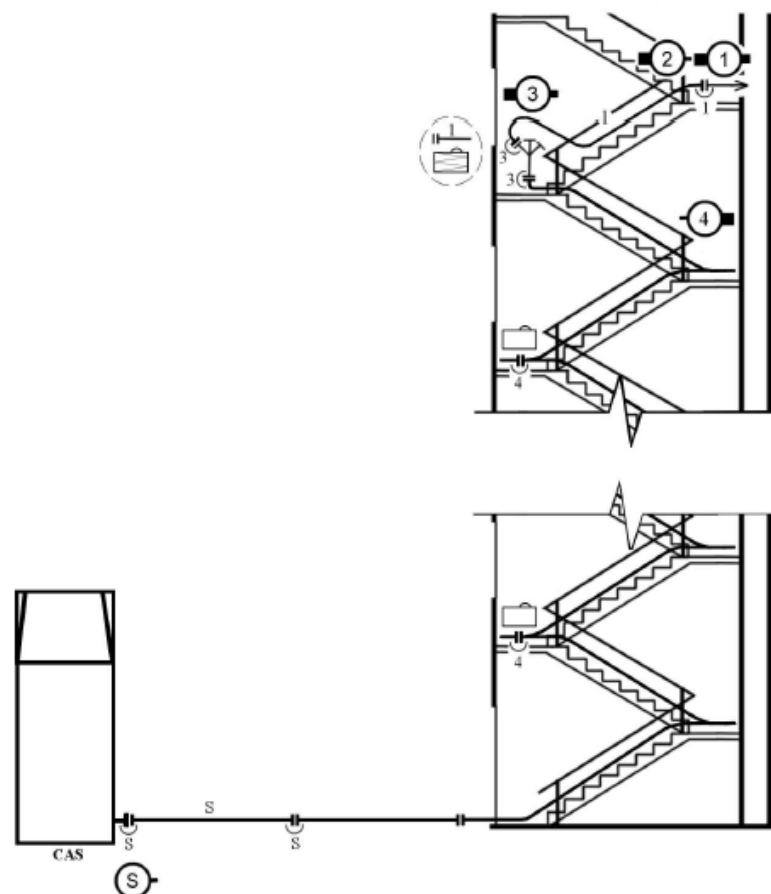
Tab. 3 – Přehled označení, průměru, použití a umístění tlakových požárních hadic. [9]

průměr [mm] a označení dle normy	použití a umístění
25 (D)	součást vybavení nástěnných hydrantů D 25, džberových stříkaček a některých pojízdných hasicích přístrojů
52 (C)	útočné a dopravní vedení, čerpání vody, případně jako součást vybavení nástěnných hydrantů C 52 a některých přívěsných hasicích přístrojů
75 (B)	útočné a dopravní vedení, při použití dálkové dopravy vody, čerpání a doplňování nádrží
110 (A)	při dálkové dopravě vody nebo čerpání, součást hadicových automobilů

2.2.3 Doprava vody na místo požáru s výškovým převýšením

Problematiku a formy dopravy hasební látky na místo požáru s výškovým převýšením používaných v ČR upravuje odborná literatura.[10][11][12] Tato diplomová práce se bude zabývat pouze DV C 52 s rozdělovačem vedeném po schodišti s ÚP do poschodí. Tato forma byla autorem vyhodnocena jako nejkomplicovanější z hlediska spotřeby hadic a náročnosti dopravy vody hadicemi DV.

Z přijaté taktiky bojového rozvinutí ČR vyplývá, že první útočný proud je nasazen do podlaží požáru, druhý a třetí útočný proud je, pokud to okolnosti a dispozice objektu dovolují či vyžadují, nasazen také v podlaží požáru, nebo dle potřeby nad i pod probíhajícím požárem. Představa o určeném bojovém rozvinutí do podlaží, ve kterém probíhá požár, s jedním ÚP od rozdělovače, vyplývá z obrázku 1.



Obr. 1 – Bojové rozvinutí družstva 1 + 5, DV C 52 do poschodí s rozdělovačem, ÚP C 52. [10]

2.2.4 Tlakové ztráty v hadicovém vedení

Tlakové ztráty se dělí na místní a třecí odpory. Místní odpory vznikají v hadicích všude tam, kde se mění velikost průřezu hadicového vedení, velikost i směr rychlosti proudící hasební látky (armatury, např. rozdělovač) a směr rychlosti (např. zakřivené hadicové vedení). Tlakové ztráty jsou způsobeny hlavně délkou hadicového vedení, druhem hasební látky, typem proudění, ale také druhem a průměrem tlakových požárních hadic. [13]

2.2.5 Taktické postupy bojového rozvinutí

Určení směru a způsobu činnosti JPO závisí na prioritách požárního zásahu. Priority, a tudíž hlavní směr požárního útoku, stanoví VZ na základě

provedeného průzkumu. [14] Ve většině případů požárního zásahu se průzkum provádí v průběhu bojového rozvinutí a nazýváme jej průzkum bojem.

Lze konstatovat, že taktiku bojového rozvinutí určuje VZ v závislosti na počtu hasičů v družstvu[10] a situaci.

2.2.6 Aplikace vody při požáru

Důležitým aspektem pro určení aplikace vody při požáru je jeho dynamika. Dynamika požáru vysvětluje dva základní způsoby průběhu hoření:

- požáry řízené povrchem paliva, tzv. 2D požáry,
- požáry řízené odvětráním, tzv. 3D požáry.

Tyto způsoby na sebe navazují a rozdílem mezi nimi je jev zvaný „flashover“. Pokud se tedy požár v prostoru šíří po povrchu hořlavého souboru, jedná se o požár řízený povrchem paliva. V čase požáru, kdy se začne projevovat přeskok požáru, jinak řečeno „flashover“, dochází k situaci, že se do požáru zapojí postupně celý prostor. V tomto okamžiku, kdy z celého povrchu všech hořlavých látek v místnosti dochází k uvolňování produktů pyrolýzy do prostoru, již nemůže být požár intenzivnější. Jediným důležitým prvkem bude množství okysličovadla, požár tedy bude řízen odvětráním.

Hodnocení způsobu vhodné aplikace vody při požáru závisí na skutečnosti, zda se jedná o požár řízený palivem nebo odvětráním. Pochopitelně je hašení objemu a povrchu hořlavého materiálu rozdílné.

Samotnou aplikaci vody do prostoru hoření lze provádět třemi možnými způsoby:

- přímé hašení – způsob hašení, kdy vodní proud z požární proudnice směřuje přímo na povrch hořícího materiálu,
- nepřímé hašení – voda je dodávána do prostoru nad povrch hořícího materiálu a u požárů v uzavřeném prostoru jí lze také chladit teplem nahřáté konstrukce,
- objemové hašení – voda je aplikována do horkých zplodin hoření.[14]

2.2.7 Druhy vodních proudů

Kompaktní proud vody při zdolávání požáru se použije v situaci, kdy je zapotřebí přesně zasáhnout povrch hořícího materiálu. Jako příklad lze uvést požár bytu, kdy je požárem zasažena pouze část vybavení, např. rychlovarná konvice, skříň atd. Aplikací vody přesně na hořící materiál formou **kompaktního proudu** se může předejít zbytečným škodám vzniklých nepřesnou dodávkou vody. Charakteristika vodního proudu po opuštění trysky proudnice má následující ráz. Voda v kompaktním proudu se po dvou až čtyřech metrech začne rozpadat a na hořící materiál dopadne již ve formě větších kapek. Ty dopadnou na hořící povrch a ochladí jej tím, že z něj odeberou teplo. Kapky vody v kontaktu s hořícím materiálem mění své skupenství z celého povrchu a mění se v páru. Převážná část vody bude stékat z hořícího povrchu a bude se s minimálním účinkem dále vypařovat. Odborná literatura uvádí, že až dvě třetiny vody

skončí nevyužitá na podlaze. Při průtoku $200 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ na proudnici bude po pěti minutách hašení objem nevyužité vody přibližně 600 l. Při aplikaci vody na požářiště kompaktním proudem je potřeba dbát zvýšené opatrnosti na celkové množství dodávané vody. Použití přímé aplikace je vhodné zejména u požárů neřízených ventilací, kde není nutné vstupovat do zasaženého prostoru, např. u požárů na otevřené ploše.

V případě, že je prostor požáru zahřátý na vysokou teplotu a neumožňuje vstup zasahujících hasičů, použije se nepřímá aplikace vody na místo požáru. Na základě zahraničního výzkumu Grimwooda je tato metoda velice efektivní pro svůj potenciál chladit konstrukce, který vodní proud zasáhne. [15]

Objemové hašení, z literatury známé také jako 3D hašení, využívá dodávku vody do prostoru požáru o takové velikosti kapek, které při průchodu prostředím nestihnou dopadnout na zahřátý povrch konstrukcí nebo hořlavého materiálu, protože se při pohybu prostorem odpaří, čímž se prostor ochlazuje a částečně inertizuje zvlhčováním. [14] Výzkumy ve Švédsku a Finsku uvádějí, že velikost těchto kapek v rozmezí 0,2 až 0,6 mm je dostatečně efektivní. [16] Pokud uvažujeme situaci při požáru bytu, kdy teplota požáru neumožňuje vstup zasahujících hasičů do prostoru, kde probíhá požár, použije se aplikace vody **plnou clonou** pod stropní konstrukce. Způsob hašení probíhá tzv. pulsní formou, aby se kontinuální dodávkou hasiva nedocílilo stejného efektu jako při ochlazování konstrukcí. Tato forma hašení je i velice efektivní při ochraně zasahujících hasičů při nelineárním průběhu požáru.

Nevhodnou dodávkou vody do prostoru požáru může vzniknout nebezpečí opaření zasahujících hasičů a zbytečné materiální škody.

2.2.8 Normy tlakových požárních hadic

V podmínkách požární ochrany v oblasti požárních zásahových hadic jsou platné ČSN 80 8711 a ČSN 80 8715. Pro srovnání a možnou inspiraci bude v této kapitole uvedena i DIN 14 811.

ČSN 80 8711 - Norma platí pro výrobu a dodávání hadic, které se používají v požární technice k dopravě vody a vodních roztoků pěnidel nebo smáčedel a ve zvláštních případech i jiných médií. Jsou normalizovány technické parametry, požadavky na značení, dodávání, balení, dopravu a skladování.

Tab. 4 – Technická data tlakových požárních hadic. [17] [9]

vnitřní průměr hadice [mm] - materiál	délka hadice [m]	maximální pracovní tlak [MPa]	zkušební tlak [MPa]	destrukční tlak [MPa]	objem vody [l]	hmotnost včetně tlakových hadicových spojek [kg]
25 – polyesterová nit s vnitřní pryžovou vložkou	3	1,4	2,4	4,9	cca 0,4	0,85
25 – polyesterová nit s vnitřní pryžovou vložkou	20 ± 1	1,4	2,4	4,9	cca 2,5	2,8
52 – polyesterová nit s vnitřní pryžovou vložkou	20 ± 1	1,6	2,4	5	cca 42	6,4
52 – syntetická vlákna oboustranně povrstvená pryží	20 ± 1	1,6	2,4	4,5	cca 40	10,6
75 – polyesterová nit s vnitřní pryžovou vložkou	5	1,6	2,4	5	cca 6	3,3
75 – polyesterová nit s vnitřní pryžovou vložkou	20 ± 1	1,6	2,4	5	cca 88	10
75 – syntetická vlákna oboustranně povrstvená pryží	20 ± 1	1,6	2,4	3,5	cca 85	15
110 – polyesterová nit s vnitřní pryžovou vložkou	20 ± 1	1,6	2,4	3,5	cca 220	15,5

ČSN 80 8715 - Stanovuje metody zkoušení izolovaných a oboustranně povrstvených tlakových požárních hadic. Jedna z oblastí, kterou se daná česká technická norma zabývá, je stanovení maximální ztráty tlaku při jmenovitém průtoku.

Tab. 5 – Maximální ztráta tlaku při jmenovitém průtoku. [18]

druh hadice	průtok [l.m ⁻¹]	max. ztráta tlaku [MPa]
D 25	140	0,13
C 52	1 200	0,40
B 75	2 400	0,20
A 110	6 000	0,17

DIN 14 811 - V mnoha zemích je tato německá průmyslová norma brána jako základ. K poslední aktualizaci DIN 14 811 došlo v roce 2008 z důvodů upřesnění technického obsahu. Evropský výbor pro normalizaci CEN původně zamýšlel vypracovat jednotnou Evropskou normu pod návrhem - prEN 1924. Tato německá technická norma měla společně s DIN EN 14 540 pro zploštitelné hadice pro nástěnné hydrantové systémy nahradit platné požadavky pro požární tlakové hadice obsažené v normách DIN 14811-1:1990-01, DIN 14811-2:1977-11, DIN 14811-3:1977-11 a DIN 14811-4:1976-02. Evropský konečný návrh technické normy prEN 1924 nedostal při formálním odsouhlasení potřebnou většinu a evropský normalizační projekt byl přerušen. Z tohoto důvodu byly již zmíněné německé průmyslové normy v normové řadě DIN 14811 podstatně přepracovány a sjednoceny, např. se rozšířilo rozdělení dle vnitřního průměru z původních 5 na 14 druhů. [19] Přehled Německé průmyslové normy je uveden v tabulce 6.

Tab. 6 – Rozměry požárních hadic dle DIN 14 811.

označení		vnitřní průměr [mm]		maximální hmotnost [kg.m ⁻¹]		
hlavní řada	hadice nepoužíva- né v Německu		tolerance	třída 1	třída 2	třída 3
D 25	-	25	+1; -0,5	0,18	0,2	0,23
-	C 38	38	+1; -0,5	0,24	0,29	0,35
-	C 40	40	+1; -0,5	0,26	0,31	0,37
C 42	-	42	+1; -0,5	0,27	0,33	0,39
-	C 45	45	+1; -0,5	0,29	0,35	0,42
C 52	-	52	+1; -0,5	0,35	0,42	0,5
-	C55	55	+1; -0,5	0,38	0,46	0,54
-	B 65	65	+1; -0,5	0,45	0,55	0,66
-	B 70	70	+1; -0,5	0,5	0,61	0,73
B 75	-	75	+1; -0,5	0,55	0,66	0,79
-	A 102	102	+2; -0,5	0,84	0,98	1,21
A 110	-	110	+2; -0,5	0,91	1,08	1,32
-	F 125	125	+2; -0,5	-	-	1,7
F 152	-	152	+2,5	-	-	1,8

Německá průmyslová norma 14 811 poskytuje mnohem větší škálu zkoušek požárních hadic. Jako významná byla autorem vybrána zkouška

odolnosti proti zalomení hadice. Ta je definována pouze DIN 14 811 a provádí se s navázanými hadicemi délky minimálně 15 m. Při této zkoušce nesmí dojít k zalomení hadice v bodě ohybu. [20] Zalomení hadice v ohybu může zapříčinit tlakové ztráty v hadici.

Citované české technické normy připouští pouze základní typy hadic A 110, B 75, C 52 a D 25. DIN 14 811 naopak uvádí celkem 14 průměrů hadic. Pokud se do vybavení JPO smí zařadit pouze technické prostředky, které vyhovují českým technickým normám, tak nelze používat hadice nestandardních průměrů.

2.3 Literární řešerše

Byly nalezeny následující zdroje informací s hodnocením průtočného množství vody hadicemi o průměru 38mm a 42mm.

Ačkoliv se vyskytla publikace [21] zabývající se výzkumem hadic o průměru 38 mm již v roce 1938, tak nelze výsledky v dnešní době použít kvůli rozdílné konstrukci hadic. Byly však podkladem pro další výzkumy v dodávce vody požárními hadicemi. V roce 1966 pokračoval výzkum na University of California sérií reálných zkoušek v laboratorních podmínkách [22] s výsledky, které se významně lišily od teoretických hodnot z tabulek doposud používaných v USA. Celý výzkum se opět prováděl na konstrukčně odlišných požárních hadicích. Na nové typy hadic reagoval až o 50 let později v roce 2016 výzkum [23], který se zabýval i vnitřním průměrem hadic a jejich drsností v závislosti na třecích ztrátách. V Evropě, Velké Británii se průtočným množstvím v nových typech požárních hadic zabýval až výzkum Grimwooda a Barnetta [24]. Znovu nejsou součástí výsledky průměru hadic 42 mm, těmi se částečně zabýval Lerch ve své diplomové práci [25]. Aktuální teoretické přístupy nejen v USA jsou shrnuty v nejnovější publikaci Crappa. Ta nabízí uznávané

výpočty řešení tlakových ztrát a dodávky vody na požářiště. Nutno podotknout, že zmíněné zdroje jsou placené a není k nim volný přístup.

2.3.1 Posouzení výsledků literární rešerše s cílem práce

Při posouzení výsledků lze konstatovat, že ucelený soubor informací o dodávce vody v hadicích o průměru 42 mm a 38 mm s ohledem na taktiku, vybavení a podmínky v ČR nikde ve světě neexistuje. Předmět této práce tedy navazuje na zmíněné zdroje a snaží se o ověření využitelnosti nestandardních průměrů hadic v reálných podmínkách zásahu JPO a lze očekávat výsledky, které budou přínosem pro požární ochranu v ČR.

3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Základním cílem této diplomové práce je teoretické a praktické posouzení použitelnosti nestandardních průměrů požárních hadic C 42 a C 38 pro účinný zásah JPO. Za tímto účelem je cílem zpracovat hydraulické výpočty pro určení tlakových ztrát a průtočného množství vody ve zmíněných hadicích. Pro přístrojové měření zpracovat metodiku pro sběr dostatečného množství kvantitativních dat na dopravním a útočném požárním hadicovém vedení. Základním úkolem při sběru dat při praktickém měření musí být důkladná organizace a příprava za účelem získání dostatečně reprezentativních údajů pro závěrečné vyhodnocení.

Pro měření tlaku a průtoku na DV a ÚP s nulovou výškou bylo autorem stanoveno použít od CAS pět hadic DV s rozdělovačem a zaznamenat hodnoty tlaku a průtoku postupně se všemi ÚP dle plánu cvičení zpracovaného v brožuře, viz příloha 18. Takto postavená konfigurace bojového rozvinutí simuluje např. požár objektu v místě vzdáleném 140 m od příjezdové komunikace pro techniku JPO.

Při měření tlaku a průtoku na DV a ÚP s výškovým převýšením bylo na základě výsledků z kapitoly 2.2.3 autorem stanoveno o bojovém rozvinutí DV schodištěm podél stěny do maximální možné výšky zakončeného rozdělovačem. Všechny tři útočné proudy byly nasazeny jedno podlaží nad rozdělovač a jejich zapojení opět korespondovalo s vypracovaným plánem cvičení v brožuře, viz příloha 18. Realizované nastavení simulovalo reálné nasazení technických prostředků při požáru v budově ve výškové úrovni šestého nadzemního podlaží (18,35 m).

Na základě vyhodnocení kapitoly 2.2.7 bylo autorem stanoveno nastavení proudnice při měření tlaku a průtoku na kompaktní proud a plnou clonu. Tato dvě nastavení poskytla výhodu srovnatelných podmínek při získávání hodnot tlaku a průtoku na ÚP napříč celým měřením, protože se tyto formy dodávky hasiva nacházejí v krajních polohách. Nastavení průtoku na proudnici bylo v souladu s výsledky zahraničního výzkumu. Rozmezí hodnot pro zvládnutí požáru do přibližně 108 m² činí 226 až 340 l.min⁻¹. [24] Pro praktické měření byly vybrány dvě nejbližší hodnoty nastavení průtoku na proudnici, a to 250 a 350 l.min⁻¹

Tato diplomová práce zkoumá následující stanovené hypotézy:

- **H1:** Požární hadice C 38 splní požadavky pro průtočné množství vody při požárním zásahu.
- **H2:** Požární hadice C 42 splní požadavky pro průtočné množství vody při požárním zásahu.

4 METODIKA

Pro realizaci měření byla vybrána dvě místa. První nedaleko hasičské zbrojnice SDH Praha Písnice, viz příloha 1, a to z důvodu vhodného prostoru pro měření s nulovým převýšením a zároveň blízkosti zázemí zbrojnice. Druhým místem měření byl, s laskavým dovolením Městské části Praha 11, objekt hotelu Opatov, viz příloha 2. Ten díky své dispozici představuje vhodný prostor pro měření v podmínkách reálného zásahu. Jedná se o jednoúčelovou budovu určenou pro ubytování, v současné době nevyužívanou. Objekt je vybudován z nehořlavých stavebních konstrukcí - montovaný železobetonový skelet, obvodové stěny ze železobetonových panelů, střecha je plochá. Budova má 21 nadzemních podlaží a jedno podzemní podlaží. Každý pokoj tvoří samostatný požární úsek.

4.1 Použité zařízení a prostředky pro měření

Při měření tlaku a průtoku na DV a ÚP bylo použito několik zařízení a prostředků, viz příloha 3, zapůjčených Technickým ústavem požární ochrany (dále také TUPO), jednotkou sboru dobrovolných hasičů obce Praha Písnice (dále také JSDH Písnice), firmou Duffek s.r.o. a Hasičským záchranným sborem hl. m. Prahy. Přehled prostředků a zařízení použitých při praktickém měření je uveden v tabulce 7. Dále byly použity i prostředky z běžné výbavy CAS a osobní výbavy hasiče, jako např. hadicové přechody, osobní ochranné pomůcky a další, tyto prostředky v této kapitole nebudou dále uvedeny.

4.1.1 MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100)

Magneticko-indukční průtokoměr, viz příloha 4, který je založen na principu měření průtoku s využitím Faradayova zákona elektromagnetické indukce, kde senzor převádí průtok na elektrické napětí, které je úměrné rychlosti průtoku.[26]

4.1.2 **MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40)**

Magneticko-indukční průtokoměr, viz příloha 5, který se také používá k měření objemového průtoku elektricky vodivých médií. Funguje na stejném principu jako MAG 3000, další informace o průtokoměrech jsou k dispozici v příloze 4 a 5.[27]

4.1.3 **Snímač tlaku FDA6022U**

Kompaktní snímač pro průmyslové měření tlaku v kapalných médiích, viz příloha 6. Křemíkový měřicí článek je piezodoporový, flexibilně zavěšený v plně svařovaném nerezovém krytu naplněným olejem.[28]

4.1.4 **Armatura pro připojení tlakového snímače**

Kovová trubka zakončená bajonetovým rychlospojkovým systémem STORZ 52 mm pro připojení požárních hadic, viz příloha 7. V polovině armatury se nachází otvor pro připojení plastové trubice, která ústí do tlakového snímače FDA6022U.

4.1.5 **ALMEMO® 2590**

Profesionální měřicí přístroj s funkcí dataloggeru, viz příloha 6. Slouží pro interpretaci naměřených hodnot z čidel fyzikálních veličin.[29]

4.1.6 **Proudnice Quadrafog 500**

Proudnice, viz příloha 7, se čtyřmi možnostmi nastavení průtoku. Dokáže vytvořit kompaktní proud i hustou vodní mlhu u roztříštěného proudu díky trysce pro zdolávání požárů a zároveň pro ochranu hasiče. Kryt je z anodizovaného hliníku, uzávěr z ušlechtilé oceli a hlava proudnice je obalená gumovou ochranou.[30]

4.1.7 **Hadice C52 Favorit**

Hadice rakouské firmy THONI. Je Vyrobená speciálním vulkanizačním postupem; tkaná na kruhových stavech s vysoko pevnostními polyesterovými nitěmi.

4.1.8 **Hadice C42 Favorit**

Hadice je vyrobena stejným technologickým postupem jako C52. [31]

4.1.9 **Hadice C38**

Hadice je vyrobena stejným technologickým postupem jako C52. [32]

4.1.10 **Rozdělovač P&H s kulovým uzávěrem B – CBC**

Rozdělovač se v běžné zásahové praxi používá k rozdělení dopravního hadicového vedení B 75 na dva útočné proudy C 52 a jeden B 75 nebo u dopravního vedení C 52 na tři útočné proudy C 52. Výtoková hrdla jsou opatřena kulovými kohouty s možností uzavření a regulací jednotlivých proudů.

4.1.11 **CAS 30/9000/540 - S3R T815-7 6x6.1**

Zásahový požární automobil těžké hmotnostní třídy, schopný provozu na všech komunikacích a v terénu. Požární automobil je postaven na třínápravovém podvozku TATRA T815-731R32 6x6.1 s přípojitelným pohonem přední nápravy a s průběžným rámem. Automobil slouží k provedení požárního zásahu vodou nebo pěnou při použití nízkého nebo vysokého tlaku vody. K tomuto účelu je vybavena požárním čerpadlem o jmenovitém průtoku 3 000 l.min⁻¹. [33]

4.1.12 **CAS 20 4000/250 - S2Z Renault Midlum 4x4**

CAS postavená na podvozku Renault Midlum 300 DXi. Je určen pro provoz na zpevněných i nezpevněných komunikacích a do středně těžkého

terénu. Disponuje čerpadlem o výtlačku $2000 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ při jmenovité sací výšce 3 m a jmenovitém provozním tlaku 0.8 MPa v nízkotlakém režimu a $250 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ při jmenovité sací výšce 3 m a jmenovitém tlaku 40 MPa ve vysokotlakém režimu, oba režimy se mohou při hasebních pracích využít současně. [34]

4.1.13 **DA12 LIZ Ford Tranzit 115/T350**

Dopravní automobil Ford Transit, slouží zejména k přepravě hasičů na místo zásahu. Vůz pohání vznětový přeplňovaný čtyřválec o výkonu 85 kW/115 HP. Kabina je devítimístná, každé sedadlo je vybaveno plnohodnotnými tříbodovými pásy. Kromě rádia a klimatizace je vozidlo vybaveno i nezávislým topením. Účelová nástavba je koncipována zejména pro výjezdy k technickým zásahům. [35]

4.1.14 **Motorola DP 1400 (4 ks)**

Přenosná radiostanice umožňující rychlou a snadnou hlasovou komunikaci.

4.1.15 **Voltcraft IR-364 (1ks)**

Infračervený teploměr. Lze využít funkci s měřením průměrné hodnoty (AVG) a nastavením stupně emisivity pomocí kontaktního čidla (typ K) pro nejpřesnější měření i na neznámém povrchu. Rozsah měřitelných teplot se pohybuje od -50 do $900 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.1.16 **IVT CG-501 Race stopwatch**

Digitální stopky s přesností $1 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.

Tab. 7 – Prostředky použité při měření

položka	počet kusů
MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100)	1
MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40)	1
Snímač tlaku FDA6022U	2
Armatura pro připojení tlakového snímače	2
ALMEMO® 2590	2
Proudnice Quadrafog 500	3
C52 Favorit	12
C42 Favorit	12
Thöni C38	7
Rozdělovač s kulovým uzávěrem B - CBC	1
CAS 30/9000/540 - S3R T815-7 6x6.1	1
CAS 20 4000/250 - S2Z Renault Midlum 4x4	1
DA12 L1Z Ford Tranzit 115/T350	1
Motorola DP 1400	4
Voltcraft IR-364	1
IVT CG-501 Race stopwatch	1

4.2 Popis měření

Měření tlaku a průtoku na DV a ÚP bylo provedeno dne 28. 10. 2016. Před zahájením měření proběhla instruktáž v 11:00 hodin na hasičské zbrojnici

JSDH Písnice, jejímž cílem bylo seznámit všechny přítomné osoby s účelem měření spolu s popsáním funkce a nastavením všech měřicích přístrojů při určených situacích. K tomuto účelu byla zpracována brožura, viz příloha 18, pro snadnější orientaci a časovou úsporu při měření. Touto tiskovinou byl vybaven každý člen mužstva.

4.2.1 Měření přesnosti manometru čerpadla CAS

Na místě měření s nulovým výškovým převýšením proběhlo i zjištění odchylky manometru čerpadla CAS 30/9000/540 - S3R T815-7 6x6.1 (dále také CAS 30). Před samotným začátkem měření byla provedena kontrola všech věcných prostředků a jejich fotodokumentace. K realizaci měření tlaku byla připojena jedna hadice C 52 k CAS 30, na armaturu s průměrem 52 mm byl připojen snímač tlaku FDA6022U s výstupem na datalogger ALMEMO® 2590, sestava byla zakončena proudnicí Quadrafog 500 s nastaveným průtokem $250 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a kompaktním proudem. Celá měřicí sestava je vyfocena v příloze 9. Situace je znázorněna v brožuře (viz příloha 18) a odpovídá indexu měření (dále také IM) 1 až 10. Odečet hodnot proběhl v čase $t = 30 \pm 2 \text{ s}$, viz příloha 9, po spuštění čerpadla na CAS 30 s nastaveným tlakem 0,8 MPa, viz příloha 9, tento proces se opakoval desetkrát.

4.2.2 Měření nejistoty měření

Na stejném místě bylo dalším krokem zjištění nejistoty měření. Sestava prostředků byla nastavena na 5 kusů dopravního vedení C 52 připojeného na CAS 30. Na konci dopravního vedení byla umístěna armatura 52 mm pro připojení tlakového snímače FDA6022U, tento snímač byl připojen na datalogger ALMEMO® 2590. Následovalo připojení průtokoměru MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100), pro připojení armatury C 52 byl zapotřebí jeden hadicový přechod B/C. Celá sestava i s připojeným rozdělovačem P&H je zobrazena v příloze 10. Za rozdělovačem byl připojen první útočný proud 40 m dlouhý. Na konci

tohoto proudu byl připojen průtokoměr MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40), armatura pro připojení tlakového snímače FDA6022U s výstupem na datalogger ALMEMO® 2590 a proudnice Quadrafog 500, viz příloha 10. Proudnic byla po celou dobu deseti měření nastavena na 250 l.min⁻¹ s kompaktním proudem. Zápis údajů probíhal po 30 ± 2 s po zapnutí čerpadla na CAS 30 s nastaveným tlakem 0,8 MPa. Tato měření korespondují s IM 11 až 20 v brožuře, viz příloha 18.

4.2.3 Měření s nulovým výškovým převýšením

Dopravní vedení C 52 nebo C 42 připojené na CAS 30 mělo vždy délku 100 m. Sestava měřicích přístrojů na konci dopravního vedení byla shodná jako u měření nejistoty měření. Za rozdělovačem byly připojeny tři útočné proudy, každý po dvou kusech hadic, ve třech variantách průměrů. Proudnic byla nastavována v průběhu jednotlivých měření do 2 pozic s průtoky 250 a 350 l.min⁻¹. Umístění měřicích přístrojů na konci útočného proudu bylo shodné s měření nejistoty měření. Nastavené pozice proudnic byly plný kompaktní proud a plná clona.

Zápis údajů z měřicích přístrojů probíhal průběžně po 30 ± 2 s z důvodu ustálení tlaku v hadicovém vedení. Až na 12 měření byl tlak nastaven na 0,8 MPa. Celkový přehled všech nastavení s grafickým znázorněním se nachází v brožuře, v příloze 18. Tato měření odpovídají IM 21 až 80. Změna tlaku byla provedena u měření IM 81 až 92.

4.2.4 Měření s výškovým převýšením

Tato část měření proběhla na adrese U Chodovského hřbitova 2141 v hotelu Opatov. Pro umístění CAS 30 byla vybrána nástupní plocha požární techniky z boku budovy z důvodu nejkratší možné vzdálenosti (21,3 m) ke schodišti a přítomnosti podzemního hydrantu. Od výtlaku CAS 30 ke schodišti byla natažena jedna hadice dopravního vedení C 52 nebo C 42,

nejkratší cesta byla oknem v prvním nadzemním podlaží. Po schodišti podél stěny byly vedeny zbylé čtyři hadice C 52 nebo C 42. V pátém nadzemním podlaží byla umístěna stejná sestava s rozdělovačem, průtokoměrem a tlakoměrem jako u měření s nulovým výškovým převýšením, viz příloha 10. Útočné proudy byly vedeny taktéž u stěny schodiště do šestého nadzemního podlaží a dále do přístupného pokoje hotelu k oknu (18,35 m), viz příloha 10. Počet útočných proudů, nastavení proudnic a průtoků spolu se systémem zápisu údajů z měřicích přístrojů byl shodný s měřením s nulovým výškovým převýšením s rozdílem, že nastavený tlak byl po celou dobu pouze 0,8 MPa. Schéma měření je k dispozici v brožuře pod IM 93 až 152, viz příloha 18.

4.2.5 Problémy při měření

Z původně plánovaného počtu osmi osob potřebného pro měření se z různých důvodů dostavilo pouze pět, což se ukázalo jako minimální počet pro úspěšné dokončení pokusu. Nízký počet osob s sebou přinesl problémy v časové a fyzické náročnosti při měření, přesunech a nastaveních věcných prostředků a měřicích přístrojů. První data byla zapsána v 12:47 hodin a poslední v 00:35 hodin následující den. Celkové trvání měření bylo 14 hodin 35 minut. Z důvodu zapůjčení certifikovaných měřicích přístrojů z TUPO, muselo být celé praktické měření uskutečněno v jeden den.

Přestože se podařilo zajistit veškeré měřicí přístroje, tak dataloggery ALMEMO® 2590 neumožňovaly zápis dat do vnitřní paměti. Z tohoto důvodu byl vypracován záznamový arch pro přesné zdokumentování měření, viz příloha 11. Zápis údajů z měření kladl velké nároky na kontrolu údajů, a tím se i prodlužovala celková doba získávání dat.

Na místě měření s nulovým výškovým převýšením byl největším problémem nedostatek vody. Z důvodu absence hydrantové sítě bylo zapotřebí dovážet vodu od nejbližšího hydrantu vzdáleného 500 m. Celkem bylo spotřebováno na 20 500 m³ vody.

Na místě s výškovým převýšením byla problémem velká vzdálenost jediné přístupové cesty pro přenos věcných prostředků a měřicích přístrojů k místu použití, pozdní hodina (začátek měření v 21:50 hodin) a nefunkčnost osvětlení ve většině vnitřních prostor hotelu.

5 VÝSLEDKY

Tato kapitola obsahuje vybrané výsledky teoretických výpočtů a zaznamenaná data z praktického měření. Neuvedená data v hlavní části diplomové práce jsou k dispozici v přílohách.

5.1 Hydraulický výpočet dodávky hasiva

Hydraulický výpočet hadicového vedení slouží pro určení hydraulických odporů neboli hydraulických ztrát proudící kapaliny. Mezi hydraulické odpory při proudění kapaliny jsou zařazeny všechny účinky, které způsobují rozptyl energie. Rozptyl energie se projeví jako tlakový úbytek neboli ztráta. Hydraulické odpory se dělí na odpory třecí a místní, tlakové ztráty způsobené výškovým převýšením [13] a nakonec odpory způsobené ohybem hadic [36]. Poslední zmiňované ztráty jsou velice náročné na výpočet a přesahují rozsah této diplomové práce.

5.1.1 Rychlost proudění vody

Rychlost proudění vody v požárních tlakových hadicích potřebná do dalších výpočtů se vypočítá ze vzorce 1. [13]

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (1)$$

kde je: v rychlost proudění vody v hadicovém vedení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

Q objemový průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

S průřez [m^2]

d průměr hadice [m]

Vypočtené hodnoty rychlosti proudění vody v požárních hadicích o průměru 38 mm, 42 mm a 52 mm při nejmenším a největším průtoku určeném při praktickém měření na DV a ÚP jsou k dispozici v příloze 12. Pro porovnání rychlosti proudění ve zkoumaných hadicích byly vybrány hodnoty objemového průtoku společné pro všechny tři druhy, viz tabulka 8.

Tab. 8 – Výběr objemových průtoků a vypočtená rychlost proudění vody.

průtok [$\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$]	hadice C 38	hadice C 42	hadice C 52
	v [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	v [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	v [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
150	2,272 7	1,785 7	1,190 5
200	3,000 0	2,357 1	1,571 4
250	3,818 2	3,000 0	2,000 0
300	4,545 5	3,571 4	2,381 0
350	5,272 7	4,142 9	2,761 9
400	6,090 9	4,785 7	3,190 5

Z vypočtených hodnot je patrný nárůst rychlosti proudění se zvyšujícím se objemovým průtokem ve vazbě na zmenšující se průměr hadice

5.1.2 Reynoldsovo číslo, kinematická viskozita a hustota vody

Pro určení typu proudění vody v požárních hadicích je potřeba znát tzv. Reynoldsovo číslo, viz vzorec 2. Z vypočtené hodnoty lze určit, zda se jedná o proudění laminární nebo turbulentní. Přechodová oblast mezi prouděním laminárním a turbulentním je v rozmezí 2320 až 4000 Re . Pro výpočet Reynoldsova čísla bude zapotřebí provést dílčí výpočet kinematické viskozity, viz vzorec 3. Kinematická viskozita je podíl dynamické viskozity a hustoty kapaliny. [13]

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad [-] \quad (2)$$

kde je: Re Reynoldsovo číslo [-]
 v rychlost proudění [$m \cdot s^{-1}$]
 d průměr hadice [m]
 ν kinematická viskozita [$m^{-6} \cdot s^{-1}$]

$$\nu = \frac{1,79 \cdot 10^{-6}}{1 + 0,0337 \cdot t + 0,000221 \cdot t^2} \quad [m^2 \cdot s^{-1}] \quad (3)$$

kde je: ν kinematická viskozita [$m^{-6} \cdot s^{-1}$]
 t teplota vody [$^{\circ}C$]

Hodnota kinematické viskozity byla spočítána na $1,1510 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

Třecí součinitel přímo pro gumové hadice se spočítá podle vzorce 4 [37], tyto hodnoty se mohou získat i odečítáním z Nikuredseho diagramu, ale tento odečet je náročný a nepřesný, a proto nebude v této práci uveden. Třecí součinitel byl záměrně navýšen v rámci bezpečnostního opatření. Výsledek je tak posunut k větší tlakové ztrátě, než kdyby byl použit koeficient k pro moderní požární hadice.

$$\lambda = 0,01113 + 0,917 \cdot Re^{-0,41}, \quad [-] \quad (4)$$

kde je: λ třecí součinitel [-]
 Re Reynoldsovo číslo [-]

Hodnoty Reynoldsova čísla a třecího součinitele pro hadice C 52, C 42 a C 38 jsou k dispozici v příloze 13. Z vypočtených hodnot Reynoldsova čísla lze konstatovat, že veškeré proudění vody v zásahových hadicích, schopné účinného požárního zásahu, je turbulentní.

Hustota vody $998,515 \text{ 0 [kg} \cdot \text{m}^{-3}]$ byla spočítána podle vzorce 5 [38] při průměrné naměřené teplotě vody $14,9 \text{ }^\circ\text{C}$ získané při praktickém měření tlaku a průtoku, viz příloha 14. Tento odečet probíhal pomocí teploměru Voltcraft IR-364 kontaktním čidlem (Typ K), viz příloha 14.

$$\rho = 1000 - (t - 4)[0,097 + 0,0036(t - 4)], \quad [\text{kg. m}^{-3}] \quad (5)$$

kde je: ρ hustota vody [kg. m^{-3}]
 t teplota vody [$^{\circ}\text{C}$]

5.1.3 Výpočet tlakových ztrát v hadicovém vedení

Tlaková ztráta je vypočítána dle vzorce 6 z literatury [13]. Obecně lze třecí ztráty při proudění hasební kapaliny uvádět jako ztrátovou výšku nebo jako tlakovou ztrátu.

$$\Delta p = \rho g h_z, \quad [\text{Pa}] \quad (6)$$

kde je: Δp tlaková ztráta [Pa]
 ρ hustota vody [kg. m^{-3}]
 g tíhové zrychlení [m. s^{-2}]
 h_z ztrátová výška [m]

Tíhové zrychlení bylo lokalizováno na oblast Prahy pomocí webové aplikace [39] na hodnotu $9,8137 \text{ [m. s}^{-2}\text{]}$.

Ztrátová výška způsobená třením proudění vody v požárních hadicích je spočítána ze vzorce 7 z literatury [13]. Délka hadic ve výpočtu byla autorem stanovena u dopravního vedení na 100 m z důvodu porovnání hodnot s odbornou literaturou. Útočné proudy byly počítány a měřeny s délkou 40 m.

$$h_z = \frac{\lambda \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot d'} \quad [\text{m}] \quad (7)$$

kde je:

- h_z ztrátová výška [m]
- λ třecí součinitel [-]
- L délka hadice [m]
- v rychlost proudění vody [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
- g tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]
- d průměr požární hadice [m]

Všechny spočítané hodnoty tlakových ztrát a ztrátových výšek na DV a ÚP s určenými délkami jsou k dispozici v příloze 15. Byly vybrány následující reprezentativní hodnoty pro DV a ÚP zobrazené v tabulce 9 a 10.

Tab. 9 – Tlakové a výškové ztráty při objemovém průtoku $650 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ na DV 100 m.

hadice	h_z [m]	Δp [MPa]
C 42	118,945 9	1,165 6
C 52	43,833 2	0,429 5

Tlakové ztráty při použití DV C 42 s délkou 100 m již při objemovém průtoku vody $650 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ jsou v hadicích natolik velké, že požární čerpadlo svým výkonem nepostačuje tyto ztráty pokrýt a jeho použití proto autor nedoporučuje.

Tab. 10 – Hodnoty tlakové a výškové ztráty při průtoku vody $250 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ na ÚP 40 m.

hadice	h_z [m]	Δp [MPa]
C 38	14,513 3	0,142 2
C 42	8,299 6	0,081 3
C 52	3,080 4	0,030 2

Ačkoliv je tlaková ztráta u hadic nestandardních průměrů na ÚP s délkou 40 m při průtoku vody $250 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ pět, resp. třikrát větší než u současně používaných hadic C 52, tak i přes tuto skutečnost výkon požárního čerpadla postačuje pokrýt tyto ztráty.

5.1.4 Teoretický výpočet průtočného množství vody u zásahu

Průtočné množství vody při zdolávání požáru je závislé na celkové ploše požáru a přijaté taktice VZ. Současná odborná literatura používaná v podmínkách PO v ČR udává tabelované hodnoty dodávky vody na plochu a obvod požářiště.[40] Dosazením hodnot do vzorců 8 nebo 9 lze vypočítat potřebné množství dodávky vody

$$Q_p^h = S_h \cdot I_p \quad [\text{l} \cdot \text{m}^{-1}] \quad (8)$$

$$Q_p^h = O_h \cdot I_p \quad [\text{l} \cdot \text{m}^{-1}] \quad (9)$$

kde je: Q_p^h množství vody potřebné na hašení [$\text{l} \cdot \text{m}^{-1}$]
 S_h plocha hašení [m^2]
 O_h fronta hašení požáru [m]
 I_p požadovaná intenzita dodávky vody na plochu hašení [$\text{l} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$], na frontu hašení požáru [$\text{l} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$]

Pro účinný požární zásah není zapotřebí pouze dostatečná dodávka hašební látky na požářiště, ale je třeba brát ohled také na tlakové poměry v hadicovém vedení, a musí platit vztah 10.[41]:

$$H_\xi \geq H_{t1} + H_{t2} + H_p + H_a + H_k \quad [\text{m v. sl.}] \quad (10)$$

kde je: H_ξ tlak vody při výstupu z čerpadla [m v. sl.]
(platí vztah $0,1 \text{ MPa} = 10 \text{ m v. sl.}$)
 H_{t1} třecí ztráty v dopravním hadicovém vedení [m v. sl.]
 H_{t2} třecí ztráty v útočném hadicovém vedení [m v. sl.]
 H_p převýšení [m], H_a ztráty v armaturách [m v. sl.]
 H_k požadovaný tlak na výstupu z hadicového vedení [m v. sl.]

Dosazením hodnot do vztahu 10 v následujících příkladech lze ověřit, zda při zadaném průtočném množství vody dopravované požárními hadicemi bude splněn požadavek na minimální tlak před proudnicí. V příkladu je použit jmenovitý tlak na výstupu z požárního čerpadla, hodnoty získané výpočtem pro dopravní vedení C 52 a útočné vedení při daném průtoku a minimální tlak před proudnicí požadovaný u proudnic Quadrafog 500. Průtok na proudnici je nastaven na $250 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Hodnota tlakové ztráty na armaturách byla použita z literatury v rámci bezpečnostního navýšení. Výrobce udává tlaková ztráta je 3,5 metrů vodního sloupce.

Příklad 1: ÚP C 52 40 m

$$80 \geq 26,9 + 3 + 0 + 7,5 + 30$$

$$80 \geq 67,4 \quad [\text{m v. sl.}]$$

Příklad 2: ÚP C 42 40 m

$$80 \geq 26,9 + 8,2 + 0 + 7,5 + 30$$

$$80 \geq 72,6 \quad [\text{m v. sl.}]$$

Příklad 3: ÚP C 38 40 m

$$80 \geq 26,9 + 14,5 + 0 + 7,5 + 30$$

$$80 \geq 78,9 \quad [\text{m v. sl.}]$$

Na základě potvrzených tlakových vztahů v hadicovém vedení z uvedených příkladů autor práce stanovil předpokládanou maximální uhasitelnou plochu požáru v souladu s tabelovanými hodnotami intenzity dodávky vody na plochu požáru z odborné literatury [40], viz tabulka 11. Ve třetím sloupci této tabulky je uvedena autorem předpokládaná maximální plocha požáru v daném typu prostoru, vzdálená 140 m od požárního čerpadla, uhasitelná jedním ÚP C 52, C 42 nebo C 38 s délkou 40 m s DV C 52 100 m dlouhým.

Tab. 11 – Maximální plocha hašení při průtoku $250 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ na ÚP 40 m s DV C 52 100 m. [40]

prostor, kde probíhá požár	intenzita dodávky vody na plochu [$\text{l} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]	autorem stanovené předpokládané maximální plochy hašení [m^2]
lakovny	10,1	24,8
svářecí dílny	4,6	54,3
sklady paliv	7,3	34,2
obchody	10,5	23,8
kluby, kavárny	7,9	31,6
kanceláře	8,7	28,7
obytné místnosti	8,6	29,1
půdy	7,6	32,9
sklepy	8,8	28,4

Z uvedených výpočtů v této kapitole lze konstatovat, že hadice s nestandardním průměrem na ÚP s délkou 40 m, splňují požadavky pro průtočné množství dodávané vody při zásahu s nulovým převýšením, stejně jako dosud používané hadice C 52.

5.2 Vybrané charakteristiky požárních hadic

Autor provedl porovnání vybraných charakteristiky požárních hadic C 52, C 42 a C 38 následujícím způsobem.

5.2.1 Hmotnost

Obecně je hmotnost suchých hadic tvořena hmotností opletu hadice, hmotností pryžové vložky a hmotností koncovek. Údaje z literatury[9] a dle výrobce jsou uvedeny v tabulce 12 a grafu 3. Váha prázdné mokré hadice nebude v této práci zvážena, protože moderní oplet je z polyesterové příze, která je nesmáčivá. Lze tedy předpokládat minimální hmotnostní rozdíl mezi hadicí suchou a mokrou. Hlavní složku hmotnosti hadice při požárním zásahu tvoří pochopitelně voda obsažená v hadicích. Tento údaj vypočteme z následujícího vzorce 11. [42]

$$V = \pi r^2 v \quad [1] \quad (11)$$

kde je: π matematická konstanta 3,14 [-]

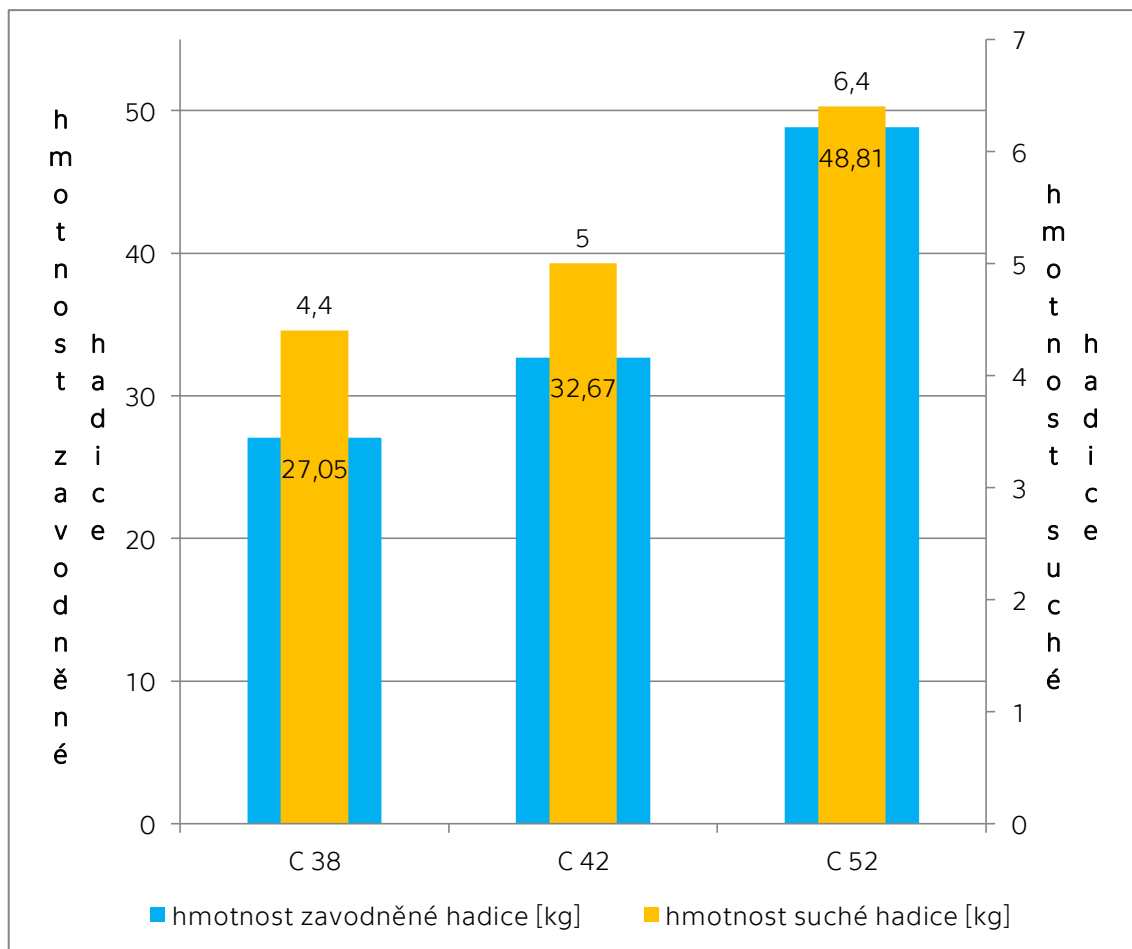
r poloměr hadice [dm^3]

v délka hadice [dm^3]

Tab. 12 – Hmotnost hadic včetně spojek.

druh hadice	m [kg] jedné hadice bez vody	m [kg] jedné hadice s vodou	m [kg] dvou hadic s vodou
C 38	4,4	27,05	46,50
C 42	5,0	32,67	56,54
C 52	6,4	48,81	86,02

Úspora vody je znázorněna v grafu 3. V procentuálním vyjádření je hmotnost útočného vedení obvyklé délky 40 m s dvěma hadicemi C 42 o 34,28 % lehčí a útočný proud s dvěma hadicemi C 38 o 45,95% lehčí než dosud používané hadice C 52. Z těchto údajů o hmotnosti lze předpokládat snadnější manipulaci se zavodněnými hadicemi. Z úspory hmotnosti lze jednoduše odvodit i úsporu vody na zavodnění hadic daných průměrů.



Graf 3 – Hmotnost hadic C 52, C42 a C 38

5.2.2 Tlaková odolnost

Nalezené hodnoty pracovního, zkušebního a destrukčního tlaku jsou dnes u nově vyráběných hadic C 38, C 42 a C 52 již na stejné úrovni, viz tabulka 13. V minulosti byla u hadic C 52 nižší hodnota destrukčního tlaku (4,9 MPa).

Tab. 13 – Tlaková odolnost hadic C 38, C 42 a C 52.

označení hadice	maximální pracovní tlak [MPa]	zkušební tlak [MPa]	destrukční tlak [MPa]
C 52	1,6	2,4	6
C 42	1,6	2,4	6
C 38	1,6	2,4	6

5.2.3 Ekonomické hledisko

Hadice C 52, C 42 a C 38 mají vzhledem ke stejné konstrukci a stejným spojkám STORZ přibližně stejnou cenu. U hadic C 42 a C 38 se dá předpokládat dokonce i nižší cena z důvodu spotřebování méně materiálu na výrobu hadic, ale výsledná cena také pochopitelně závisí na obchodní strategii konkrétních výrobců.

Ze získaných dat nákupu požárních zásahových hadic u HZS Praha, zapsaných v tabulce 14, si lze vytvořit představu o každoročním počtu a ceně nakoupených požárních zásahových hadic C 52.

Tab. 14 – Přehled nákupů zásahových hadic C 52 u HZS Praha v uvedených letech.

rok	počet nakoupených kusů	cena za ks bez DPH [Kč]	celková cena [Kč]
2012	117	854,7	99 999,9
2013	230	1 220,0	280 600,0
2014	100	976,0	97 600,0
2015	256	875,0	224 000,0
2016	175	875,0	153 125,0

Vychází-li se z uvedených údajů, tak se v posledních pěti letech průměrně pořizovalo 176 zásahových hadic C 52 s průměrnou cenou 960,14 Kč za jednu hadici. Průměrný objem finančních nákladů na pořízení nových hadic je 171 064,98 Kč ročně. Pokud by se hadice C 42 nebo C 38 zařazovaly do výzbroje HZS Praha, tak nelze očekávat díky přibližně stejné ceně za jednu hadici a logickým sníženým nákupem hadic C 52 nějakou výraznou změnu ve finanční politice nákupu nových prostředků požární ochrany.

5.3 Nejistota měření

Hodnoty tlaku a průtoku byly získány přímým měřením. Ve vazbě na cíl práce se tato kapitola bude zabývat pouze standardní nejistotou typu A, viz vzorec 12 [43]. Standardní nejistota typu A je stanovena z výsledků opakovaných měření statistickou analýzou série naměřených hodnot. Kontrolní měření bylo provedeno celkem desetkrát, a tudíž nebylo potřeba nejistotu typu A rozšiřovat koeficientem k_s . Určení dalších typů nejistot by nemělo, díky použití certifikovaných měřicích prostředků TUPO s platnou kalibrační zkouškou a jejich vysoké přesnosti, zásadní vliv na výsledky měření.

$$u_{Ax} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad [-] \quad (12)$$

kde je:

- u_{Ax} standardní nejistota typu A [-]
- n počet měření [-]
- x_i naměřená hodnota [-]
- \bar{x} aritmetický průměr naměřených hodnot [-]

Pro snížení systematických a náhodných chyb bylo provedeno důkladné poučení mužstva, zpracování plánu a schématu měření v brožuře, viz příloha 18, a zavedení dvojitého zápisu naměřených hodnot.

5.3.1 Vyhodnocení nejistoty měření

Při měření přesnosti manometru čerpadla (IM 1 až 10) byla spočítána odchylka 0,003 MPa. Ze série měření IM 11 až 20 byly výpočtem zjištěny nejistoty typu A u DV 0,000 6 MPa, tlaku na Pr 0,000 8 MPa a průtoku na Pr 0,5 l.min⁻¹.

Ve vazbě na cíle práce lze konstatovat, že monometr CAS 30 je dostatečně přesný a při dalším měření lze odchylku od skutečných hodnot vypustit, protože nijak významně neovlivní hodnotu naměřených údajů pro účely vyhodnocení této diplomové práce.

5.4 Naměřené hodnoty tlaku a průtoku

Přehled všech naměřených hodnot je k dispozici v příloze 17. Do této kapitoly diplomové práce byla vybrána pouze reprezentativní část zrealizovaného měření. Ta byla rozdělena do dvou podkapitol, na dopravní a útočné požární hadicového vedení.

5.4.1 Neměřené hodnoty tlaku a průtoku dopravního vedení

V obvyklém případě, kdy je situace nastavena na jeden útočný proud, dosahuje DV 52 oproti DV 42 průměrně o 17 % lepších výsledků. Pokud by ale byla konfigurace nastavena na 2 útočné proudy, tak se účinnost DV 42 rapidně snižuje, viz tabulka 15. Pokud se jedná o použití DV 42 je potřeba dodržet pravidlo, že napojené útočné proudy musí být stejného nebo menšího průměru než je dopravní vedení, v tomto případě se jedná

o ÚP C 42 a C 38. Toto pravidlo bylo pochopitelně zohledněno i v metodice měření tlaku a průtoku.

Tab. 15 – Vypočtené rozdíly tlaku a průtoku mezi DV C 52 a DV C 42.

IM	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.min ⁻¹]	rozdíl tlaku DV 52/42 [MPa]	rozdíl tlaku DV 52/42 [%]	rozdíl průtoku DV 52/42 [l.min ⁻¹]	rozdíl průtoku DV 52/42 [%]
39	0,548	590	0,262	47,81	166	28,14
40	0,473	595	0,184	38,90	172	28,91
63	0,286	424	-0,262	-47,81	-166	-28,14
64	0,289	423	-0,184	-38,90	-172	-28,91

Použité indexy měření:

IM 39: h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP plná clona

IM 40: h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP komp. proud

IM 63: h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP plná clona

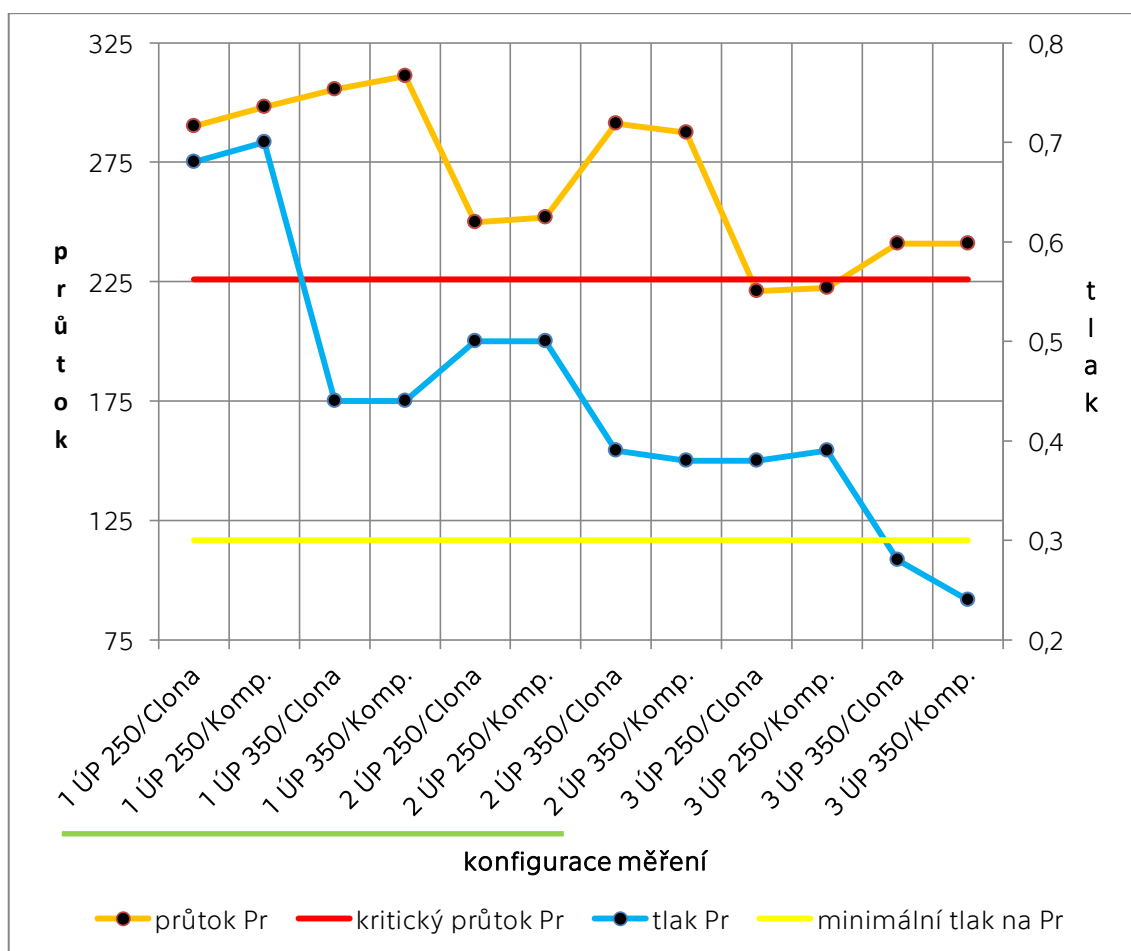
IM 64: h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP komp. proud

5.4.2 Naměřené hodnoty tlaku a průtoku útočného vedení

Autorem byly vybrány tři situace se stejným nastavením požárního hadicového vedení. Výsledky měření těchto konfigurací jsou zobrazeny v tabulkách 16,17,18, naměřené hodnoty jsou zobrazeny v grafech 4,5,6. V těchto grafech jsou zvýrazněny zelenou přímkou konfigurace měření, které splňují požadavky tlaku a průtoku pro účinný požární zásah.

Tab. 16– Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 52.

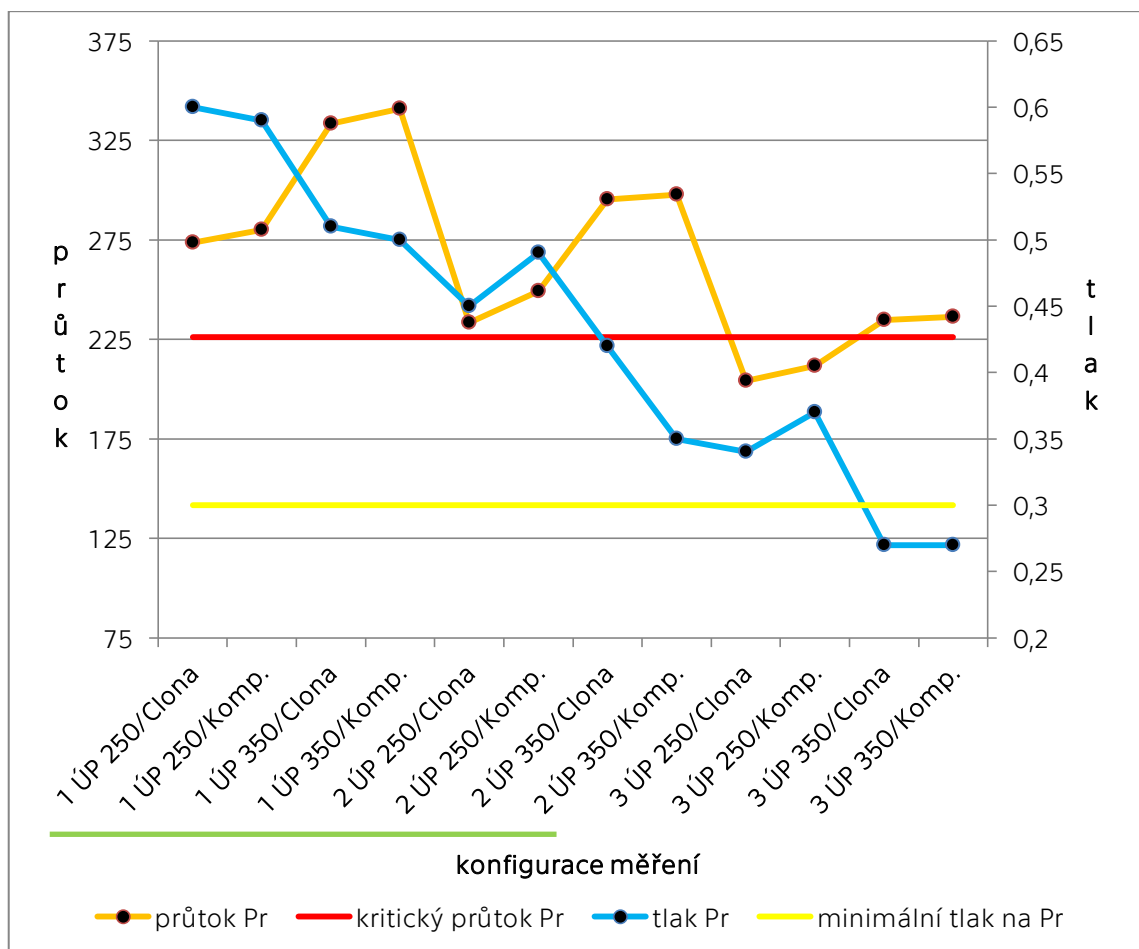
IM	situace [útoč. proud; průtok [l.min ⁻¹]; NP]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.min ⁻¹]
21	1 ÚP 250/Clona	0,68	290,1
22	1 ÚP 250/Komp.	0,70	298,0
23	1 ÚP 350/Clona	0,44	305,5
24	1 ÚP 350/Komp.	0,44	311,0
25	2 ÚP 250/Clona	0,50	249,9
26	2 ÚP 250/Komp.	0,50	251,9
27	2 ÚP 350/Clona	0,39	291,1
28	2 ÚP 350/Komp.	0,38	287,4
29	3 ÚP 250/Clona	0,38	221,0
30	3 ÚP 250/Komp.	0,39	222,4
31	3 ÚP 350/Clona	0,28	241,0
32	3 ÚP 350/Komp.	0,24	241,0



Graf 4 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 52

Tab. 17 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 42.

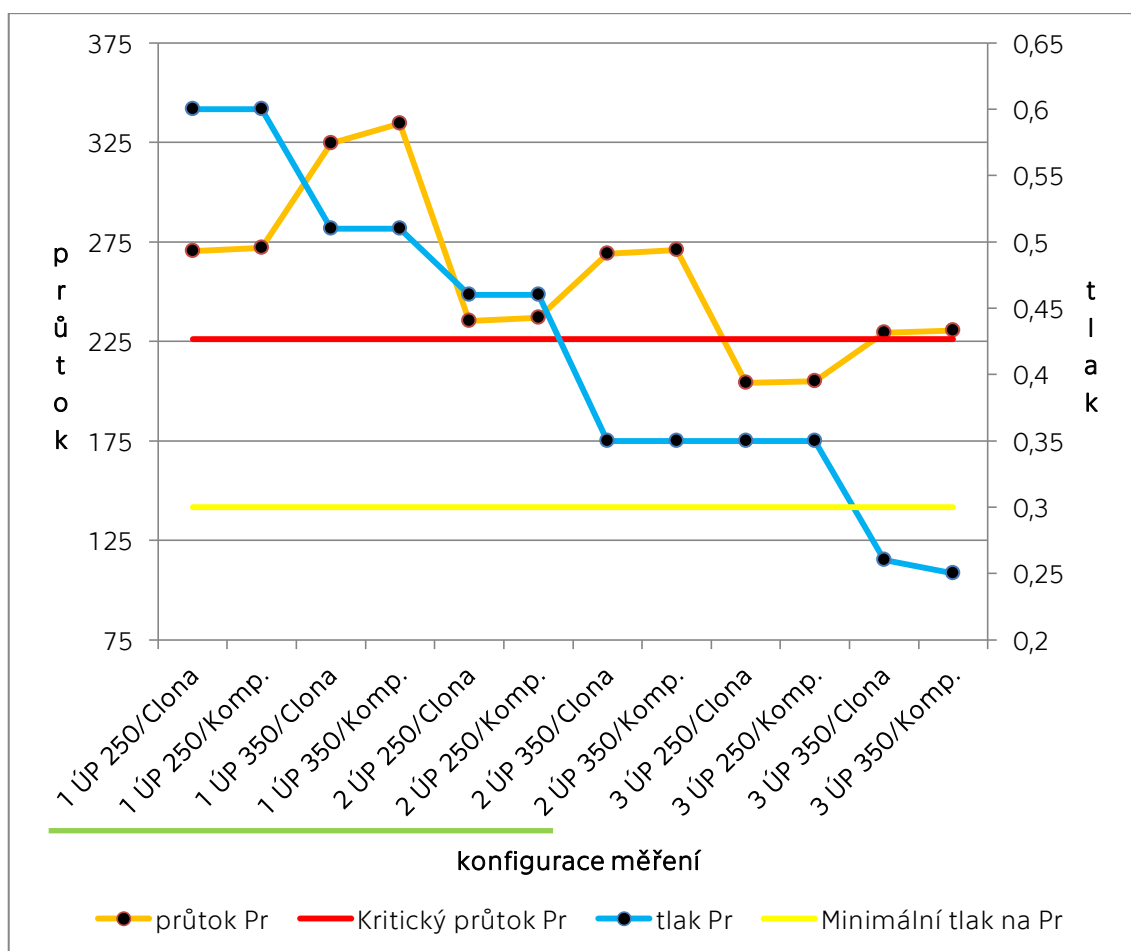
IM	situace [útoč. proud; průtok [l.min ⁻¹]; NP]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.min ⁻¹]
33	1 ÚP 250/Clona	0,60	273,5
34	1 ÚP 250/Komp.	0,59	280,1
35	1 ÚP 350/Clona	0,51	333,3
36	1 ÚP 350/Komp.	0,50	340,8
37	2 ÚP 250/Clona	0,45	233,3
38	2 ÚP 250/Komp.	0,49	249,1
39	2 ÚP 350/Clona	0,42	295,2
40	2 ÚP 350/Komp.	0,35	297,7
41	3 ÚP 250/Clona	0,34	204,2
42	3 ÚP 250/Komp.	0,37	211,7
43	3 ÚP 350/Clona	0,27	234,7
44	3 ÚP 350/Komp.	0,27	236,3



Graf 5 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 42.

Tab. 18 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 38.

IM	situace [útoč. proud; průtok [l.min ⁻¹]; NP]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.min ⁻¹]
45	1 ÚP 250/Clona	0,60	270,3
46	1 ÚP 250/Komp.	0,60	272,0
47	1 ÚP 350/Clona	0,51	324,4
48	1 ÚP 350/Komp.	0,51	334,4
49	2 ÚP 250/Clona	0,46	235,1
50	2 ÚP 250/Komp.	0,46	236,8
51	2 ÚP 350/Clona	0,35	269,1
52	2 ÚP 350/Komp.	0,35	270,9
53	3 ÚP 250/Clona	0,35	204,1
54	3 ÚP 250/Komp.	0,35	204,8
55	3 ÚP 350/Clona	0,26	229,3
56	3 ÚP 350/Komp.	0,25	230,5



Graf 6 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 38

5.4.3 Vyhodnocení naměřených hodnot tlaku a průtoku na DV a ÚP

Z vyhodnocení kapitoly 5.4.1 vyplývá, že použití DV C 42 není efektivní v důsledku velkých tlakových ztrát při dopravě vody, a proto jeho použití autor této diplomové práce nedoporučuje.

Pro zjednodušenou interpretaci výsledků měření byla vypracována tabulka 19, ze které lze odečíst, zda uvedené konfigurace hadicového vedení splňují požadavky pro účinný požární zásah.

Tab. 19 – Vyhodnocení praktického měření na ÚP s DV C 52 s nulovým převýšením.

situace [ÚP; průtok [l.min ⁻¹]; NP]	splňuje požadavky
1 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
1 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
1 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
2 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
2 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
2 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
3 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. Proud	ne
3 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. Proud	ne
3 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. Proud	ne

Z uvedených výsledků praktického měření lze konstatovat, že hadice C 42 a C 38 na útočném proudu splňují požadavky pro účinný požární zásah

s nulovým převýšením v dané situaci dle plánu cvičení stejně jako hadice C 52.

Výsledky při výškovém převýšení byly rozdílné. Při daných podmínkách vyhověly požadavkům pouze hadice na ÚP C 52 a C 38, viz tabulka 20.

Tab. 20 – Vyhodnocení praktického měření na ÚP s DV C 52.

situace [ÚP; průtok [l.min ⁻¹]; NP]	splňuje požadavky
1 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. proud	ano
1 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. proud	ne
1 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. proud	ano (pouze NP 350 l.min ⁻¹)
2 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. proud	ne
2 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. proud	ne
2 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. proud	ne
3 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. proud	ne
3 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. proud	ne
3 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. proud	ne

Pokud se zohlední možnosti nových požárních čerpadel, viz pracovní diagram v příloze 16, lze navýšením tlaku na výstupu z CAS získat procentuálně vyšší hodnoty tlaku a průtoku na proudnici, viz tabulka 21. Tato měření probíhala pod IM 81 až 92 a byla spočítána ve vazbě na výsledky jmenovitého tlaku z CAS 0,8 MPa se stejným nastavením. Ačkoliv nastavení DV při praktickém měření bylo s hadicemi C 42, jehož

použití se nedoporučuje, tak lze očekávat navýšení tlaku a průtoku také na DV C 52 a dále i na ÚP.

Tab. 21 – Navýšení hodnot tlaku a průtoku na proudnici při změně tlaku na CAS.

tlak na výstupu z CAS [MPa]	rozdíl tlaku [%]	rozdíl průtoku [%]
1,0	28,6	12,8
1,2	38,1	18,6

5.5 Stanovení zásad použití

Z výše uvedených výsledků vyplývají následující zásady použití požárních zásahových hadic nestandardních průměrů C 42 a C 38:

- použití hadic C 42 pro DV autor práce nedoporučuje,
- hadice C 42 a C 38 na ÚP splňují požadavky pro účinný zásah do 140 m od CAS s nulovým převýšením stejně jako hadice C 52. Požadavky splňují dva ÚP za rozdělovačem.
- při zásahu s výškovým převýšením vyhovují pouze hadice C 38 s nastaveným průtokem $350 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, za předpokladu použití pouze jednoho ÚP za rozdělovačem. Při délce DV C 52 100 m se nedoporučuje délka ÚP C 38 delší než 40 m.
- použití hadic C 38 a C 42 s použitím dvou ÚP u požárů v uzavřeném prostoru se doporučuje pouze do plochy 50 m^2 při dodržení celkové délky hadicového vedení menší než 140 m,
- použití hadic C 38 a C 42 na ÚP u požárů na otevřeném prostranství záleží na rozhodnutí VZ,
- při použití hadic C 38 a C 42 na ÚP autor práce doporučuje využít tlaku 1 až 1,2 MPa na požárním čerpadle, dle jeho možností.

6 DISKUZE

Ačkoliv jsou cíle požárních sborů napříč celým světem stejné, chránit život, zdraví, majetek a životní prostředí, tak i prostředky a taktika k jejich dosažení se liší. Srovnání rozdílné taktiky a prostředků požárních sborů ve světě přesahuje rozsah a cíle této diplomové práce. V této kapitole budou porovnány pouze fyzikální hodnoty tlaku a průtoku.

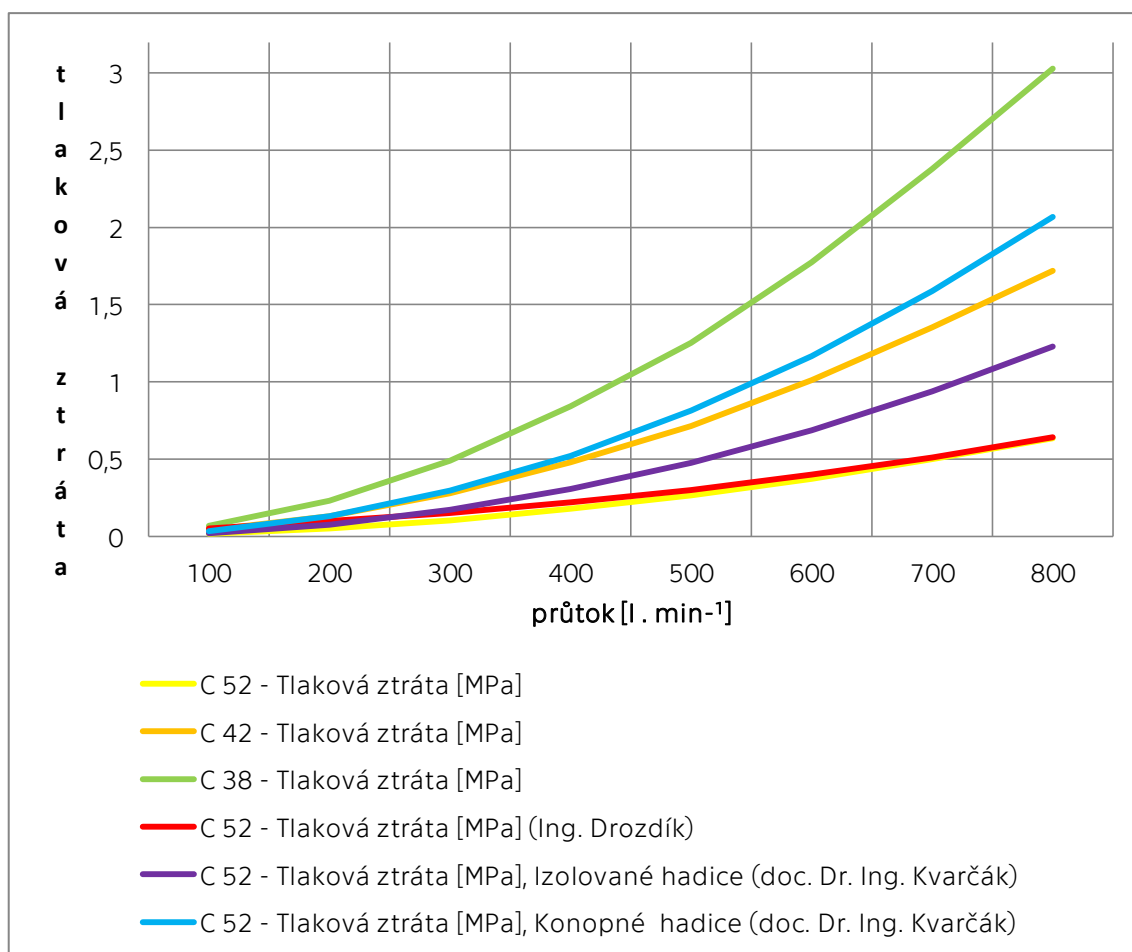
6.1 Porovnání výsledků práce s odbornou literaturou v ČR

Minimálním průtočným množstvím u zásahu se česká odborná literatura nezabývá, udává pouze tabelované hodnoty doporučené dodávky vody na plochu požáru. Tento postup klade další požadavky na již tak náročný rozhodovací proces VZ a pamatovat si tyto hodnoty není v silách velitelů PO. Z výsledků tabulky 19, při použití údajů z literatury [40] lze zjednodušeným způsobem (průtok na Pr > 226 l.min⁻¹) garantovat úspěšný požární zásah do vzdálenosti 140 m od CAS (max. 2 ÚP C 38 nebo C 42), následující skutečnosti, viz tabulka 22. Dílčím výsledkem z praktického měření bylo zjištění o nesouladu v nastaveném průtoku na proudnici a skutečným průtokem vody. Při vyhodnocení měření s IM 11 – 20 byl zjištěn průměrný nárůst objemového průtoku na proudnici o 45 l.min⁻¹. Dodávka vody při dlouhodobém zásahu, např. s nasazenými více než deseti útočnými proudy C 52 může být tímto nesouladem ovlivněna. Velitel zásahu předpokládá spotřebu vody okolo 150 000 l.hod⁻¹, ale ve skutečnosti bude dodávka vody přibližně 177 000 l.hod⁻¹. Rozdíl nastaveného průtoku na proudnici a skutečné dodávky vody na požářiště lze vyjádřit v počtu požárních aut, který odpovídá třem velkokapacitním cisternám. Zjištěná nepřesnost bude mít pravděpodobně dopady při vypracování operativní karty dokumentace zdolávání požáru (dále také DZP), kde se provádí výpočty dodávky vody pouze na základě nastaveného průtoku na proudnici [40]. Hadice C 42 a C 38 nedosahují zvýšených hodnot reálného průtoku jako hadice C 52, viz IM 33, 34 a 45, 46.

Tab. 22 – Garantovaná uhasitelná plocha požáru do vzdálenosti 140 m od CAS s nulovým převýšením s použitím 2 ÚP C 52, C 42 nebo C 38.

prostor, kde probíhá požár	intenzita dodávky vody na plochu [$l \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]	garantovaná uhasitelná plocha požáru [m^2]
lakovny	10,1	44,8
svářecí dílny	4,6	98,3
sklady paliv	7,3	61,9
obchody	10,5	43,0
kluby, kavárny	7,9	57,2
kanceláře	8,7	52,0
obytné místnosti	8,6	52,6
půdy	7,6	59,5
sklepy	8,8	51,4

Pro úspěšný požární zásah je zapotřebí nejenom dostatečný průtok, ale i minimální tlak na proudnici. Srovnání výsledků tlakových ztrát s domácí literaturou [44] [41] bylo provedeno ve formě grafu 7. Číselné hodnoty jsou k dispozici v příloze 20.

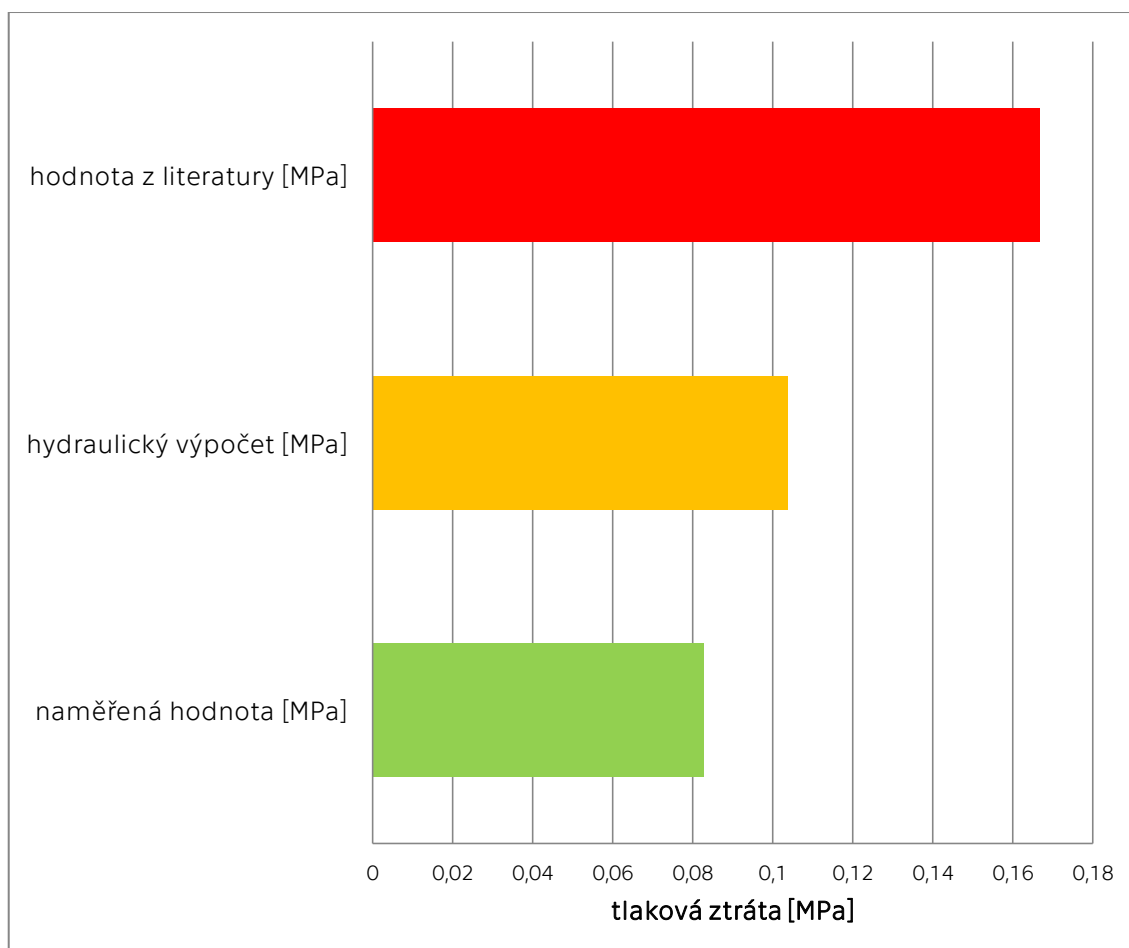


Graf 7 – Porovnání výsledků tlakových ztrát s domácí literaturou.

Přesný výsledek teoretického výpočtu u hadic C 52 byl potvrzen nezávislým výzkumem Ing. Drozdíka, viz graf 7. Hydraulické výpočty pro hadice C 42 a C 38 probíhaly stejným způsobem, a proto je lze použít pro stanovení nových tlakových ztrát. Porovnání průměrné naměřené hodnoty (IM 10 až 20) s hydraulickým výpočtem a údajem z literatury [44] [41] je použitelnost výpočtů opět potvrzena, viz tabulka 23 a graf 8. Z grafu 8 je dále patrné, že dosud stávající hodnoty tlakových ztrát pro hadice C 52 jsou výrazně nadhodnoceny a bylo by vhodné jejich laboratorní přeměření z důvodu jejich snížení.

Tab. 23 – Porovnání tlakových ztrát naměřené hodnoty, hydraulického výpočtu a údaje z literatury při průtoku 300 l.min⁻¹.(naměřená hodnota 295 l.min⁻¹)

hydraulický výpočet [MPa]	naměřená hodnota [MPa]	hodnota z literatury [MPa]
0,103 8	0,082 2	0,166 7



Graf 8 – Porovnání tlakových ztrát naměřené hodnoty, hydraulického výpočtu a údaje z literatury při průtoku 300 l.min⁻¹.(naměřená hodnota 295 l.min⁻¹)

Zvýšená hodnota tlakové ztráty hydraulického výpočtu patrná z grafu 8 je zapříčiněna bezpečnostním navýšením. Toto opatření posunuje výsledek k větším tlakovým ztrátám a bezpečnosti a je zavedeno do všech výpočtů.

6.2 Porovnání výsledků práce se zahraniční odbornou literaturou

V oblasti potřebného množství dodávky vody na požářiště se v USA a Kanadě přímo zabývají praktické výzkumy. V této kapitole jsou uvedeny rovnice, s jejichž pomocí bude provedeno srovnání s výsledky práce, viz tabulka. 24. Výzkum z Iowa State University byl zpracován na základě požárních testů a experimentálních poznatků. Rovnice 13 platí pro hašení v uzavřených prostorech pomocí vodní mlhy, kdy průběh požáru zapříčinil vyplnění celého prostoru požáru plameny[45].

$$NFF = 1,34 \cdot V \quad [\text{l} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (13)$$

kde je: NFF potřebný průtok vody $[\text{l} \cdot \text{min}^{-1}]$
 V objem prostoru zasažený požárem $[\text{m}^3]$

Na základě výzkumu univerzity National Fire Academy v Marylandu byla zpracována odlišná rovnice 14 potřebného průtoku pro účinný požární zásah. [46] Tento vztah poskytuje výrazně vyšší průtočné množství než z ostatních výpočtů a odráží tím klasický severoamerický přístup v požární taktice s vytvářením větracích otvorů. Použitím průtočného množství vypočteného touto metodou v uzavřeném prostoru bez vytvořených větracích otvorů hrozí přímé ohrožení zasahujících hasičů vzniklou párou. Autor práce použití průtočného množství z výpočtu National Fire Academy v podmínkách PO v ČR nedoporučuje.

$$NFF = \frac{A}{3} \quad [l.min^{-1}] \quad (14)$$

kde je: NFF potřebné průtočné množství [$l.min^{-1}$]
 A plocha požáru [m^2]

Vzhledem k používání jiných jednotek (GPM, feet) v USA byly rovnice upraveny pro získání údajů v jednotkách platných v ČR.

Tab. 24 – Hodnoty potřebného průtočného množství pro zdolání požáru na ploše 50 m² v uzavřeném prostoru se světlou výškou místností 2,5 m.

Iowa State University formula [$l.min^{-1}$]	National Fire Academy formula [$l.min^{-1}$]	doc. Dr. Ing Kvarčák [$l.min^{-1}$]
150,8	607,5	387,0

Aplikací Iowa State University formula na výsledky praktického měření dostaneme upravenou tabulku 25 a 26 z kapitoly 5.4.3.

Tab. 25 – Iowa State University formula aplikovaná na výsledky praktického měření s nulovým převýšením.

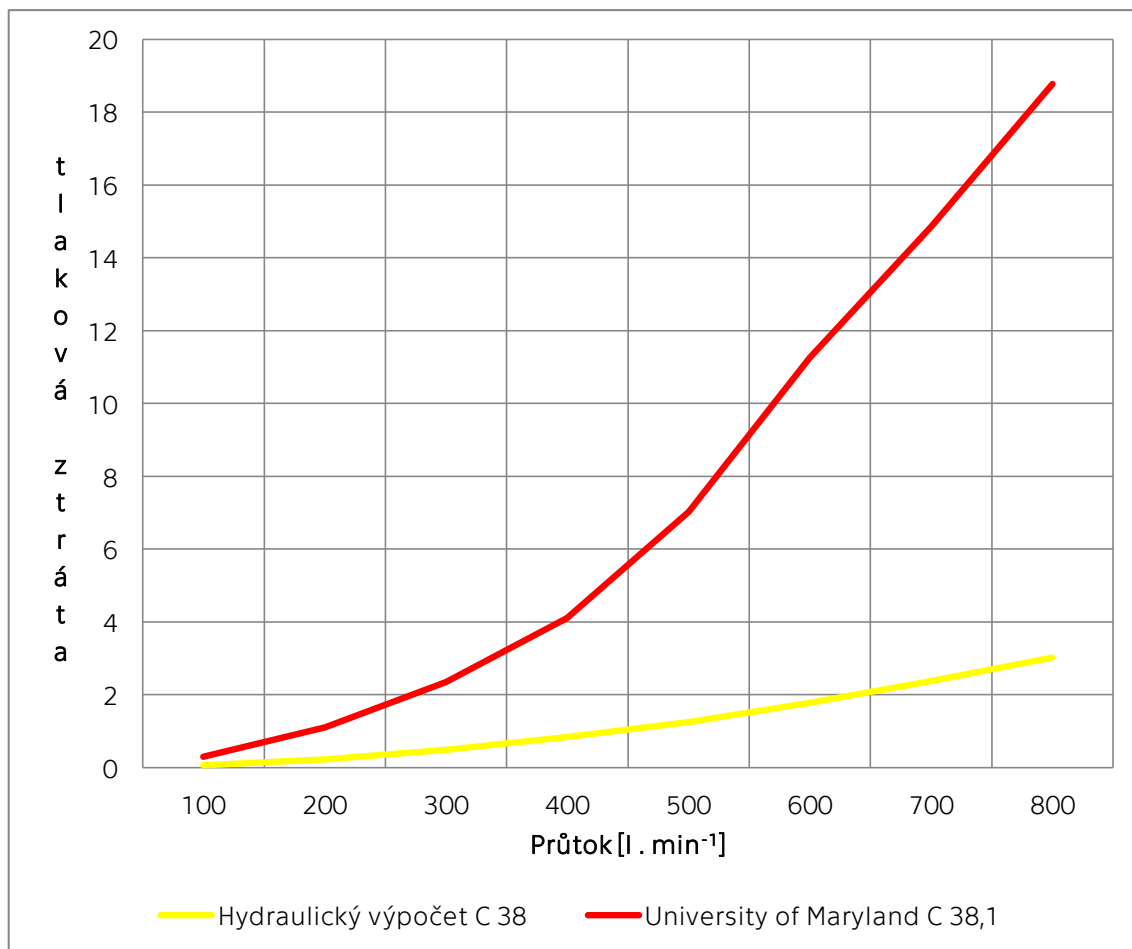
situace [ÚP; průtok [l.min ⁻¹]; NP]	splňuje požadavky
1 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
1 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
1 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
2 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
2 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
2 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
3 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano (pouze NP 250 l.min ⁻¹)
3 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano (pouze NP 250 l.min ⁻¹)
3 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano (pouze NP 250 l.min ⁻¹)

Tab. 26 – Iowa State University formula aplikovaná na výsledky praktického měření s výškovým převýšením.

situace [ÚP; průtok [l.min ⁻¹]; NP]	splňuje požadavky
1 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
1 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano (pouze NP 250 l.min ⁻¹)
1 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano
2 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano (pouze NP 250 l.min ⁻¹)
2 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. Proud	ne
2 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. Proud	ano (pouze NP 250 l.min ⁻¹)
3 ÚP C 52; 250/350; plná clona/komp. Proud	ne
3 ÚP C 42; 250/350; plná clona/komp. Proud	ne
3 ÚP C 38; 250/350; plná clona/komp. Proud	ne

Porovnáním tabulek z kapitoly 5.4.3 s výše uvedenými lze konstatovat, že důležitou roli pro úspěšné zvládnutí požáru hraje nastavení objemového průtoku proudnice. V rámci zvýšení bezpečnosti zasahujících hasičů autor nedoporučuje použití Iowa State University formula. Toto tvrzení se opírá o výstupy z mezinárodního kongresu v Kanadě, kde bylo jedním tématem diskuze podhodnocování průtoku na proudnici vedoucí k přímému ohrožení života a zdraví zasahujících hasičů. [47]

Pro porovnání tlakových ztrát byla nalezena pouze tabulka, viz příloha 19, z Fire Protection Engineering Department of the University of Maryland [48]. Porovnání bylo provedeno v grafu 9 pouze pro hadice C 38, přestože používané hadice v USA mají vnitřní průměr 38,1 mm. Z této tabulky vychází většina zahraničních přepočtů tlakových ztrát. Hodnoty tlakových ztrát byly z důvodu využívání rozdílné délky používaných hadic interpolovány [49], viz tabulka 27.



Graf 9 – Srovnání hodnot získané hydraulickým výpočtem a tlakové ztráty používané v USA při použití hadic C 38 resp. C 38,1

Tab. 27 – Interpolované hodnoty tlakové ztráty z University of Maryland.

průtok [l.min ⁻¹]	tlaková ztráta z University of Maryland [MPa]
100	0,30
200	1,11
300	2,35
400	4,11
500	7,02
600	11,26
700	14,86
800	18,77

Z grafu 9 je patrný značný rozdíl mezi získanými hodnotami z Marylandu a hydraulickým výpočtem. Autor této diplomové práce se domnívá, že rozdíl v tlakových ztrátách zapříčinila konstrukce měřených hadic. Výzkum na Fire Protection Engineering Department of the University of Maryland probíhal mezi roky 1975 – 1982. V těchto letech ještě nebyly k dispozici požární hadice vyráběné moderní technologií s nízkými tlakovými ztrátami jako v dnešní době.

Hodnota kritického průtoku z výzkumu Grimwooda a Barnetta [24] byla použita ve vyhodnocení naměřených hodnot v kapitole 5.4.3. Tento výzkum reagoval na výsledky zkoumání Svenssona a Särqvista [50], kteří navrhovali poloviční hodnotu průtoku.

6.3 Návrh formy zařazení hadic C 38 do činnosti JPO

Hydraulickými výpočty a sérií praktických měření bylo prokázáno splnění požadavku na minimální průtočné množství vody při požárním zásahu s nulovým a výškovým převýšením. Hodnota minimálního průtočného množství byla záměrně z bezpečnostního hlediska nadhodnocena, z důvodu nedostatečného výcviku hasičů HZS Praha v zařízení simulující reálné podmínky požáru (dále také ZSRPP). Garantovanou uhasitelnou plochou požáru ve výškové budově do šestého nadzemního podlaží s délkou DV C 52 (100 m) v objektech pro bydlení s ÚP hadicemi C 38 (40 m) je plocha 26,3 m². U požárů s nulovým převýšením je pak garantovaná uhasitelná plocha požárů dvojnásobná.

Přínosem hadic s průměrem 38 mm je jejich téměř poloviční hmotnost oproti dosud používaným hadicím C 52 a lze důvodně předpokládat, že manipulace s takovými hadicemi bude mnohem snazší. Zasahujícím hasičům při zásahu zejména v zakouřeném prostoru usnadní prohledávání objektu a ulehčí jim fyzickou námahu. Při zásahu na otevřeném prostranství umožní hadice C 38 mnohem snazší přesuny mezi hasebními stanovišti např. při požární obraně, lesních požárech nebo při požárech dopravních prostředků.

Použitelnost hadic C 38 na ÚP je omezena z bezpečnostních důvodů plochou požáru a délkou hadicového vedení [15] [50]. Lze konstatovat, že zmíněné hadice jsou využitelné u typových požárů do autorem stanovené maximální plochy hašení, viz tabulka 11 nebo 22. Úplné přezbrojení CAS na tento typ hadic by nebylo účelné, protože hadice C 52 mají dle názoru autora stále své místo ve výzbroji JPO kvůli svému potenciálu při požárech nad 70 m²[14], kdy již není efektivní 3D hašení.

Návrh zařazení hadic C 38 do činnosti JPO je dle názoru autora možný vyřešit vybavením CAS třemi hadicemi pro ÚP. Dvě hadice C 38 připravit pro rychlý zásah do tzv. hose bundle (Cleveland load) [51] a jednou záložní hadicí C 38 nahradit stávající C 52.

7 ZÁVĚR

Současný stav použití standardních a nestandardních průměrů hadic C u JPO HZS Praha je uveden v druhé kapitole, z jejichž výsledků se dále vycházelo při tvorbě metodiky. Vyhodnocení statistiky v hlavním městě Praze ve vazbě na četnost použití hadic pomocí grafů a výpočtů předpokládané tendence vývoje ukázal na možný pokles požárů. Průměr vytvořených útočných C proudů v letech 2012 až 2016 byl 521 a lze předpokládat, že i nadále bude taktika bojového rozvinutí s použitím C proudů tvořit nezanedbatelnou část zdolávání požárů JPO HZS Praha. Důležitou částí druhé kapitoly bylo popsání českých technických norem pro požární hadice. Právě ČSN 80 8711 je hlavní překážkou pro zařazení hadic nestandardních průměrů do výzbroje JPO. Německá průmyslová norma 14 811 by měla být nejenom inspirací v rozsahu schválených průměrů hadic, ale i v oblasti zkoušek. Průměry požárních nízkotlakých hadic schválené pouze ČSN 80 8711 a ČSN 80 8715 mohou být náchylnější na zalomení hadice, a proto autor doporučuje používat hadice schválené dle DIN 14 811. Na základě vypracované metodiky ve vazbě na cíl práce bylo realizováno praktické měření tlaku a průtoku a hydraulické výpočty. Byla navázána spolupráce s technickým ústavem požární ochrany a podařilo se zapůjčit certifikované měřicí přístroje. Měření hodnot tlaku a průtoku proběhlo s nulovým i výškovým převýšením a podařilo se získat při 152 měřeních celkem 578 potřebných údajů pro vyhodnocení použitelnosti a ověření průtočného množství vody nestandardních průměrů hadic C 38 a C 42. Při praktickém měření bylo dokázáno, že hadice C 38 dosahují účinnějších hodnot tlaku a průtoku než hadice C 42. Z výsledků teoretických výpočtů a praktických měření na dopravním hadicovém vedení C 42 byla prokázána neefektivita ve vznikajících tlakových ztrátách takto vytvořeného hadicového vedení, a jeho použití autor nedoporučuje. Důležitou roli při dodávce vody na požářiště hraje nastavení průtočného množství na proudnici. Při sérii praktických zkoušek se podařilo prokázat rozdíl mezi nastavenou hodnotou průtoku vody na proudnici a skutečnou dodávkou

vody. Tento nesoulad může mít vliv na zásobování vodou při dlouhodobých zásazích a chybně zpracované DZP. Závěrem lze konstatovat, že se podařilo splnit předmět diplomové práce získáním dostatečného množství relevantních hodnot tlaku a průtoku přístrojovým měřením a hydraulickými výpočty. Z těchto zpracovaných dat diplomové práce se potvrdily hypotézy o splnění průtočného množství vody hadic C 38 a C 42 za autorem stanovených podmínek použití u zásahu JPO. Tato diplomová práce může být podkladem pro návrh na změnu normy na ÚNMZ a po splnění normalizačního úkolu již nebude nic bránit v zavedení nestandardního průměru požárních hadic C 38 do činnosti JPO.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CAS	Cisternová automobilová stříkačka
CAS 30	CAS 30/9000/540 - S3R T815-7 6x6.1
SIAR	Sbírka interních aktů řízení
TÚPO	Technický ústav požární ochrany
JSDH	Jednotka sboru dobrovolných hasičů
HZS	Hasičský záchranný sbor
HZS Praha	Hasičský záchranný sbor hlavního města Prahy
MV-GŘ HZS ČR	Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR
MV	Ministerstvo vnitra
MU	Mimořádná událost
VZ	Velitel zásahu
ČSN	Česká technická norma
DIN	Německá průmyslová norma
DV	Dopravní vedení
ÚP	Útočný proud
C 52	Požární hadice s vnitřním průměrem 0,052 m
C 42	Požární hadice s vnitřním průměrem 0,042 m

C 38	Požární hadice s vnitřním průměrem 0,038 m
NP	Nastavení proudnice (plná clona/kompaktní proud)
Pr	Požární proudnice
P	Nastavený průtok na požární proudnici při měření
IM	Index měření
JPO	Jednotka požární ochrany
SSU	Statistické sledování událostí
GPM	US Gallon per Minute
DZP	Dokumentace zdolávání požáru
ZSRPP	Zařízení simulující reálné podmínky požáru
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ČSN EN 1028-1+A1. *Požární čerpadla - Požární odstředivá čerpadla se zařízením pro zavodnění*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
2. Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů (zákon o PO). In: *Sbírka zákonů*. 17. 12. 1985.
3. ŠIMEČEK, Pavel. Statistika požárnosti a technických zásahů jednotek požární ochrany s využitím závěrů v praxi. In: *Konference požární ochrany Červený kohout* [online]. České Budějovice: HZS Jihočeského kraje, 2005, s. 1-2 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6RMYtn4pBDQJ:www.cervenykohout.eu/cs/content/sendFile/name/d1ea7f9bb55404c7165d0d1649f272b7+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz>
4. *Statistické tabulky 2016.: Česká republika: požární ochrana, integrovaný záchranný systém, Hasičský záchranný sbor ČR*. [online] Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, [cit. 2017-04-14]. Dostupné z:
<http://www.hzscr.cz/soubor/statisticke-tabulky-2016-326688.aspx>
5. *Statistické tabulky 2015.: Česká republika: požární ochrana, integrovaný záchranný systém, Hasičský záchranný sbor ČR*. [online] Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, [cit. 2017-04-14]. Dostupné z:
<http://www.hzscr.cz/soubor/statisticke-tabulky-2015.aspx>
6. *Statistická ročenka 2014.: Česká republika: požární ochrana, integrovaný záchranný systém, Hasičský záchranný sbor ČR*. [online] Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, [cit. 2017-04-14]. Dostupné z:
<http://www.hzscr.cz/soubor/hzs-praha-rocenka-2014-pdf.aspx>

7. *Statistická ročenka 2013.: Česká republika: požární ochrana, integrovaný záchranný systém, Hasičský záchranný sbor ČR.* [online] Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/hzs-praha-rocenka-2013-pdf.aspx>
8. *Statistická ročenka 2012.: Česká republika: požární ochrana, integrovaný záchranný systém, Hasičský záchranný sbor ČR.* [online] Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/hzs-praha-rocenka-2012-pdf.aspx>
9. KRATOCHVÍL, Michal a Václav KRATOCHVÍL. *Technické prostředky požární ochrany.* V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-064-7.
10. Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství hasičského záchranného sboru ČR. *Cvičební řád jednotek požární ochrany.* 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. ISBN 978-80-7385-010-4.
11. Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství hasičského záchranného sboru ČR. *Bojový řád jednotek požární ochrany.* 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 561 s. ISBN 978-80-7385-026-5.
12. HORA, Jan. *Konspekty odborné přípravy jednotek PO: Požáry výškových budov a jejich zdolávání.* 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství.

13. BOJKO, Marian, Milada KOZUBKOVÁ a Jana RAUTOVÁ. Základy hydromechaniky a zásobování hasivy. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-033-3.
14. TRČKA, Martin. *Provádění požárního zásahu*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-135-4.
15. GRIMWOOD, P. *Euro Firefighter*. 2008. ISBN 978-1-906600-25-9.
16. GRIMWOOD, P. *Flashover & nozzle techniques*. Destelbergen: Crisis & Emergency Management Centre, 2002.
17. ČSN 80 8711 *Tlakové požární hadice*. Praha: Český normalizační institut, 1993
18. ČSN 80 8715 *Zkoušení izolovaných a oboustranně povrstvených tlakových požárních hadic*. Praha: Český normalizační institut, 1994
19. CHLEBO, Lukáš. *Požadavky na požární hadice*. Ostrava, 2012. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra požární ochrany. Vedoucí práce Ing. Ondřej Zavila, Ph.D.
20. DIN 14 811 *Fire-fighting hoses-Non-percolating layflat delivery hoses and hose assemblies for pumps and vehicles*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V., 2008
21. *Hydraulic Friction Loss in 1 1/2-in. and 2 1/2-in. Cotton Rubber-Lined Fire Hose*, Bulletin of Research, No. 12, Underwriter's Laboratories, Inc. (Sept. 1939).

22. GASKILL, James R. *Hydraulic studies of fire hose. Fire Technology* [online]. 1966, 2(1), 37-51 [cit. 2016-09-29]. DOI: 10.1007/BF02588964. ISSN 0015-2684. Dostupné z:
<http://link.springer.com/10.1007/BF02588964>
23. BENFER, Matthew E., Eric FORSELL a Joseph SCHEFFEY. *Determination of Fire Hose Friction Loss Characteristics. Fire Technology* [online]. , - [cit. 2016-09-29]. DOI: 10.1007/s10694-016-0617-z. ISSN 0015-2684. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10694-016-0617-z>
24. Grimwood, P. (2005) *Firefighting Flow Rate: Barnett (NZ) - Grimwood (UK) Formulae*. Retrieved January 26, 2008 from <http://www.fire-flows.com/FLOW-RATE%20202004.pdf>
25. LERCH, Ondřej. *Taktika zásahu s hadicemi B65 a C42*. Ostrava, 2008. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva. Vedoucí práce Ing. Radek Zeman.
26. *SIOS: MAG 1100/2100/3100 and MAG 2500/3000 Operating Instructions* [online]. Munich: Siemens, 2003 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/325/17616325/att_76904/v1/ls27v202_s.pdf
27. *Senzor SITRANS F M MAG 1100 - Digital Factory & Process Industries and Drives - Siemens* [online]. Praha: Siemens, 2006 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z:
http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/procesni_instrumentace/mereni_prutoku/brochure_sitrans_f_2006_cz.pdf

28. *Ahlborn - Snímač tlaku FDA602xx* [online]. Praha: AHLBORN měřicí a regulační technika spol., 2016 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.ahlborn.cz//out/pictures/wysiwigpro/FDA602Lxx.pdf>
29. *Ahlborn - ALMEMO 2590-4AS -datalogger s 4 univerzálními vstupy* [online]. Praha: AHLBORN měřicí a regulační technika spol., 2016 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.ahlborn.cz//out/pictures/wysiwigpro/MA25904AS.pdf>
30. *Lances Quadrafog* [online]. OCTEVILLE SUR MER: GROUPE LEADER S.A.S., 2013 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: http://www.leader-group.eu/upload/medias/ft__quadrafog-zf01.007.fr.2.pdf
31. *Výstroj-výzbroj Duffek* [online]. Praha: Martin Duffek, 2015 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.vystroj-vyzbroj.cz/cs/>
32. *Thöni Industriebetriebe - Downloads & Multimedia* [online]. Obermarktstraße 48: Thöni Industriebetriebe GmbH., 2015 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: http://www.thoeni.com/UserFiles/thoeni/Dokumente/Schlauch/Datasheets/English/db__Favorit__eng.pdf
33. *CAS 30/9000/540 - S 3 VH T815-7 6x6.1 | THT.cz* [online]. Polička: THT Polička, 2016 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.tht.cz/cs/zasahove-pozarni-automobily/cisternova-automobilova-strikacka/cas-30-9000-540-s-3-vh-t815-7-6x6-1>
34. *Renault Midlum - CAS 20 4000/250/S2Z* [online]. Praha: Sbor dobrovolných hasičů Písnice, 2016 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.sdhpisnice.cz/technika-jednotky-sdh/renault-midlum-4x4-dxi-300-cas-20-4000-250-s2z>

35. Technika jednotky SDH. *Sbor dobrovolných hasičů Písnice* [online]. Praha: Sbor dobrovolných hasičů Písnice, 2016 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://www.sdhpisnice.cz/technika-jednotky-sdh/ford-tranzit-115-t350-da12-l1z>
36. How Kinks Affect Your Fire Attack System. *Fire engineering* [online]. New York: Pennwell, 2007 [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://www.fireengineering.com/articles/print/volume-160/issue-10/features/how-kinks-affect-your-fire-attack-system.html>
37. RAČEK, Jiří. *Technická mechanika: mechanika tekutin a termomechanika*. Vyd. 6. Brno: Novpress, 2014. ISBN 978-80-2144-990-9.
38. REINBERK, Zdeněk Reinberk. Přibližný výpočet tlakové ztráty třením v potrubí. [online] *Tzbinfo* [cit. 2017-01-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1002-priblizny-vypocet-tlakove-ztraty-trenim-v-potrubi>
39. Earth Gravitational Model 2008. *National geospatial-intelligence agency* [online]. Springfield, Virginia 22150: NATIONAL GEOSPATIAL-INTELLIGENCE AGENCY, 2013 [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <http://www.wolframalpha.com/widgets/view.jsp?id=d34e8683df527e3555153d979bcda9cf>
40. HANUŠKA, Zdeněk. *Metodický návod k vypracování dokumentace zdolávání požárů*. Praha: MV GŘ HZS ČR, 1996. ISBN 80-902121-0-7.
41. KVARČÁK, Miloš. *Požární taktika v příkladech*. 2., aktualiz. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008, 175 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-062-3.

42. CHAJDA, Radek. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky: pro střední školy*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2012. ISBN 978-8074-512-22-3.
43. KOPEČNÝ, Jan. *Fyzikální měření*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 1999. ISBN 80-7078-655-8.
44. DROZDÍK, Lukáš. *Problematika dopravy vody hadicemi*. Ostrava, 2006. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Fakulta bezpečnostního inženýrství. Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Miloš Kvarčák.
45. Oster a Wiseman. *Balanced Fire Attack*. [online] Task Force Tips Fire Fighting [cit. 2016-12-20] Dostupné z:
<http://www.tft.com/literature/library/files/bfa.pdf>
46. BERNARD, J. Kleane. *Structural firefighting: Strategy and Tactics*. 3rd ed. New York: Jones & Bartlett Learning, 2016. ISBN 978-443-5000
47. Z. Liu, A. Kashef, G.D. Lougheed and N. Benichou - Review Of Three Dimensional Water Fog Techniques For Firefighting - National Research Council Canada 2002
48. CLARK, William E. *Friction loss in fire hose*. Final Research. Maryland: Fire Protection Engineering, Department of the University of Maryland. 1975 – 1982.
49. DROZDÍK, Lukáš a Miloš KVARČÁK. Nové poznatky v dopravě vody hadicemi. *112: Odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva*. 2007, VI(6), 8-9. ISSN 1213-7057.
50. Svensson & Särndqvist - *Fire tests in a large Hall* – Report LUTVDG/TVBB-1025-SE Lund University Sweden 2002.

51. STATION 1 BLPT. In: Youtube [online]. 18.03.2013 [cit. 2017-04-25].
Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Ug5iZgIRLjA>

52. Google maps. *Google* [online]. Praha: Google Czech Republic, 2017
[cit. 2017-04-28]. Dostupné z:
<https://www.google.cz/maps/@49.9887789,14.4637629,196m/data=!3m1!1e3>

53. RANGE AND TRAJECTORY DATA OF HAND HELD NOZZLES. In: *Technical Bulletin* [online]. Francie: LEADER Task for tips, 1994, s. 6
[cit. 2017-04-29]. ISBN -. ISSN -. Dostupné z:
<http://www.tft.com/literature/library/files/ltt-145.pdf>

54. *Návod k obsluze čerpadla GODIVA WT 2010*, THT Polička.

10 SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ A OBRÁZKŮ

Graf 1 – Grafické znázornění statistických dat a jejich vypočítaná tendence do následujícího období, součástí grafu je i zobrazená hodnota rovnice a hodnota spolehlivosti polynomické spojnice trendu.....	17
Graf 2 – Grafické znázornění statistických dat a jejich vypočítaná tendence do následujícího období, součástí grafu je i zobrazená hodnota rovnice a hodnota spolehlivosti polynomické spojnice trendu.....	18
Graf 3 – Hmotnost hadic C 52, C42 a C 38	56
Graf 4 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 52	61
Graf 5 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 42.	62
Graf 6 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 38.....	63
Graf 7 – Porovnání výsledků tlakových ztrát s domácí literaturou.	69
Graf 8 – Porovnání tlakových ztrát naměřené hodnoty, hydraulického výpočtu a údaje z literatury při průtoku 300 l.min ⁻¹ . (naměřená hodnota 295 l.min ⁻¹)	70
Graf 9 – Srovnání hodnot získané hydraulickým výpočtem a tlakové ztráty používané v USA při použití hadic C 38 resp. C 38,1.....	75
Obr. 1 – Bojové rozvinutí družstva 1 + 5, DV C 52 do poschodí s rozdělovačem, ÚP C 52. [10]	23
Obr. 2 – Mapa louky, kde probíhala první část praktického měření [52]	97
Obr. 3 – FOTO Hotelu Opatov, kde probíhala druhá část praktického měření	98
Obr. 4 – Prostředky použité při praktickém měření	99
Obr. 5 – MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100).....	100
Obr. 6 – MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100), detail na štítek přístroje s poslední kalibrací.....	101
Obr. 7 – Konstrukce a další rozšiřující informace o MAGLO® flowmeter MAG 3000 [26].....	102

Obr. 8 – Nejistota naměřených hodnot přístroje MAGLO® flowmeter MAG 3000 [26].....	103
Obr. 9 – Tabulka ukazuje vztah mezi rychlostí průtoku V, průtokovým množstvím Q a rozměrem snímače[26]	104
Obr. 10 – MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40) [26].....	105
Obr. 11 – MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40), detail na štítek přístroje s poslední kalibrací.....	106
Obr. 12 – MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40), technická dokumentace [26].....	107
Obr. 13 – Snímač tlaku FDA6022U a dataloger ALMEMO® 2590	108
Obr. 14 – Technické údaje Almemo 2590 [29]	109
Obr. 15 – Armatury pro připojení tlakových snímačů	110
Obr. 16 – Proudnice Quadrafog 500	111
Obr. 17 – Proudnice Quadrafog 500, informace o dostřiku vody [53]	112
Obr. 18 – Měřicí sestava při měření přesnosti manometru čerpadla CAS	113
Obr. 19 – Měřicí sestava při měření přesnosti manometru čerpadla CAS	114
Obr. 20 – Odečet hodnot při měření v čase $t = 30 \pm 2$ s.....	115
Obr. 21 – Zápis údajů při měření s IM 1 – 10.....	116
Obr. 22 – Nastavený tlak na manometru čerpadla CAS při měření.....	117
Obr. 23 – Měřicí soustava před rozdělovačem, tato soustava byla stejně nastavena po celou dobu měření.....	118
Obr. 24 – Měřicí soustava před proudnicí, tato soustava byla stejně nastavena po celou dobu měření.....	119
Obr. 25 – Trasa útočných proudů C 52 a připravené hadice C 42 a C 38.....	120
Obr. 26 – Zápis údajů na DV C 52 a dvou ÚP C 52.....	121
Obr. 27 – Pohled na vytvářené DV C 52 a DV C 42 při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov	122
Obr. 28 – Příprava měřicí soustavy při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v pátém nadzemním podlaží	123
Obr. 29 – Zápis údajů při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v pátém nadzemním podlaží.....	124

Obr. 30 – Pohled na stanoviště zápisu údajů při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v pátém nadzemním podlaží	125
Obr. 31 – Příprava měřicí soustavy na ÚP při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v šestém nadzemním podlaží	126
Obr. 32 – Příprava měřicí soustavy a zápisu dat na ÚP při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v šestém nadzemním podlaží.....	127
Obr. 33 – Detail na nastavení proudnice při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v šestém nadzemním podlaží.....	128
Obr. 34 – Záznamový arch pro praktické měření.....	129
Obr. 35 – Měření teploty vody kontaktním čidlem typu K.....	137
Obr. 36 – Pracovní diagram požárního čerpadla GODIVA WT 2010 na CAS 30/9000/540 - S3R T815-7 6x6 [54].....	143
Obr. 37 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření	155
Obr. 38 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření.....	156
Obr. 39 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření.....	157
Obr. 40 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření.....	158
Obr. 41 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření.....	159
Obr. 42 – Tabulka třecích ztrát z University of Maryland [48].....	160

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tab. 1 – Přehled zobrazených průměrných hodnot z let 2012 až 2016.....	16
Tab. 2 – Přehled statistických údajů z let 2012 až 2016.....	16
Tab. 3 – Přehled označení, průměru, použití a umístění tlakových požárních hadic. [9].....	21
Tab. 4 – Technická data tlakových požárních hadic. [17] [9].....	28
Tab. 5 – Maximální ztráta tlaku při jmenovitém průtoku. [18].....	29
Tab. 6 – Rozměry požárních hadic dle DIN 14 811.....	30
Tab. 7 – Prostředky použité při měření.....	39
Tab. 8 – Výběr objemových průtoků a vypočtená rychlost proudění vody...45	
Tab. 9 – Tlakové a výškové ztráty při objemovém průtoku 650 l.min ⁻¹ na DV 100 m.	49
Tab. 10 – Hodnoty tlakové a výškové ztráty při průtoku vody 250 l.min ⁻¹ na ÚP 40 m.	50
Tab. 11 – Maximální plocha hašení při průtoku 250 l.min ⁻¹ na ÚP 40 m s DV C 52 100 m. [40].....	53
Tab. 12 – Hmotnost hadic včetně spojek.....	55
Tab. 13 – Tlaková odolnost hadic C 38, C 42 a C 52.....	57
Tab. 14 – Přehled nákupů zásahových hadic C 52 u HZS Praha v uvedených letech.	57
Tab. 15 – Vypočtené rozdíly tlaku a průtoku mezi DV C 52 a DV C 42.....	60
Tab. 16– Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 52.....	61
Tab. 17 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 42.	62
Tab. 18 – Naměřené hodnoty s DV C 52 na ÚP s hadicemi C 38.....	63
Tab. 19 – Vyhodnocení praktického měření na ÚP s DV C 52 s nulovým převýšením.....	64
Tab. 20 – Vyhodnocení praktického měření na ÚP s DV C 52.....	65
Tab. 21 – Navýšení hodnot tlaku a průtoku na proudnici při změně tlaku na CAS.....	66
Tab. 22 – Garantovaná uhasitelná plocha požáru do vzdálenosti 140 m od CAS s nulovým převýšením s použitím 2 ÚP C 52, C 42 nebo C 38.	68

Tab. 23 – Porovnání tlakových ztrát naměřené hodnoty, hydraulického výpočtu a údaje z literatury při průtoku 300 l.min ⁻¹ . (naměřená hodnota 295 l.min ⁻¹)	70
Tab. 24 – Hodnoty potřebného průtočného množství pro zdolání požáru na ploše 50 m ² v uzavřeném prostoru se světlou výškou místností 2,5 m... 72	72
Tab. 25 – Iowa State University formula aplikovaná na výsledky praktického měření s nulovým převýšením.	73
Tab. 26 – Iowa State University formula aplikovaná na výsledky praktického měření s výškovým převýšením.	73
Tab. 27 – Interpolované hodnoty tlakové ztráty z University of Maryland.....	75
Tab. 28- Vypočtené hodnoty rychlosti proudění vody v hadicích C52 (průřez 0,00210 m ²).	130
Tab. 29- Vypočtené hodnoty rychlosti proudění vody v hadicích C42 (průřez 0,00140 m ²).....	131
Tab. 30- Vypočtené hodnoty rychlosti proudění vody v hadicích C38 (průřez 0,00110 m ²).....	132
Tab. 31 – Hodnoty Reynoldsova čísla a ztrátového součinitele při daných průtocích na hadicích C 52.....	133
Tab. 32 – Hodnoty Reynoldsova čísla a ztrátového součinitele při daných průtocích na hadicích C 42.	134
Tab. 33 – Hodnoty Reynoldsova čísla a ztrátového součinitele při daných průtocích na hadicích C 38.	135
Tab. 34 – Teplota vody při praktickém měření tlaku a průtoku.....	136
Tab. 35 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na dopravním vedení C 52 dlouhém 100 m.	138
Tab. 36 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na dopravním vedení C 42 dlouhém 100 m.	139
Tab. 37 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na útočných proudech C 52 dlouhých 40 m.....	140
Tab. 38 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na útočných proudech C 42 dlouhých 40 m.	141

Tab. 39 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na útočných prouděch C 38 dlouhých 40 m.	142
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření.	144
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	145
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	146
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	147
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	148
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	149
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	150
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	151
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	152
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	153
Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.....	154
Tab. 41 – Hydraulický výpočet hodnot tlakových ztrát na 100 m a hodnoty získané z české odborné literatury.	161

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Umístění praktického měření s nulovým převýšením	97
Příloha 2 – Objekt hotelu Opatov.....	98
Příloha 3 – Prostředky použité při praktickém měření	99
Příloha 4 – MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100).....	100
Příloha 5 – MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40).....	105
Příloha 6 – Snímač tlaku FDA6022U a dataloger ALMEMO® 2590	108
Příloha 7 – Armatury pro připojení tlakových snímačů	110
Příloha 8 – Quadrafog 500	111
Příloha 9 – Měření přesnosti manometru čerpadla CAS	113
Příloha 10 – Měřicí soustavy, pohled na DV a ÚP, zápis údajů	118
Příloha 11 – Záznamový arch	129
Příloha 12 – Hodnoty rychlosti proudění vody v hadicích	130
Příloha 13 – Hodnoty Reynoldsova čísla a ztrátového součinitele	133
Příloha 14 – Zaznamenaná teplota vody při měření.....	136
Příloha 15 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty.....	138
Příloha 16 – Pracovní diagram čerpadla <i>GODIVA WT 2010</i>	143
Příloha 17 – Naměřené hodnoty tlaku a průtoku.....	144
Příloha 18 – Brožura.....	155
Příloha 19 – Tabulka třecích ztrát z University of Maryland.....	160
Příloha 20 – Hydraulický výpočet tlakových ztrát na 100 m.....	161

13 PŘÍLOHY

13.1 Příloha 1 – Umístění praktického měření s nulovým převýšením



Obr. 2 – Mapa louky, kde probíhala první část praktického měření [52]

13.2 Příloha 2 – Objekt hotelu Opatov



Obr. 3 – FOTO Hotelu Opatov, kde probíhala druhá část praktického měření

13.3 Příloha 3 – Prostředky použité při praktickém měření



Obr. 4 – Prostředky použité při praktickém měření

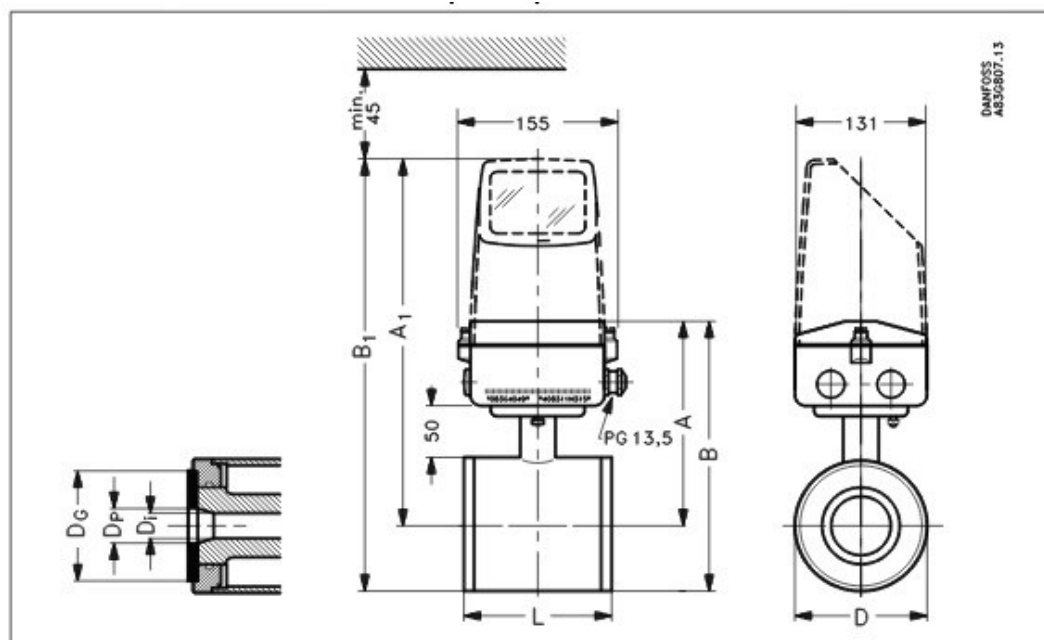
13.4 Příloha 4 – MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100)



Obr. 5 – MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100)



Obr. 6 – MAGLO® flowmeter MAG 3000 (DN 100), detail na štítek přístroje s poslední kalibrací

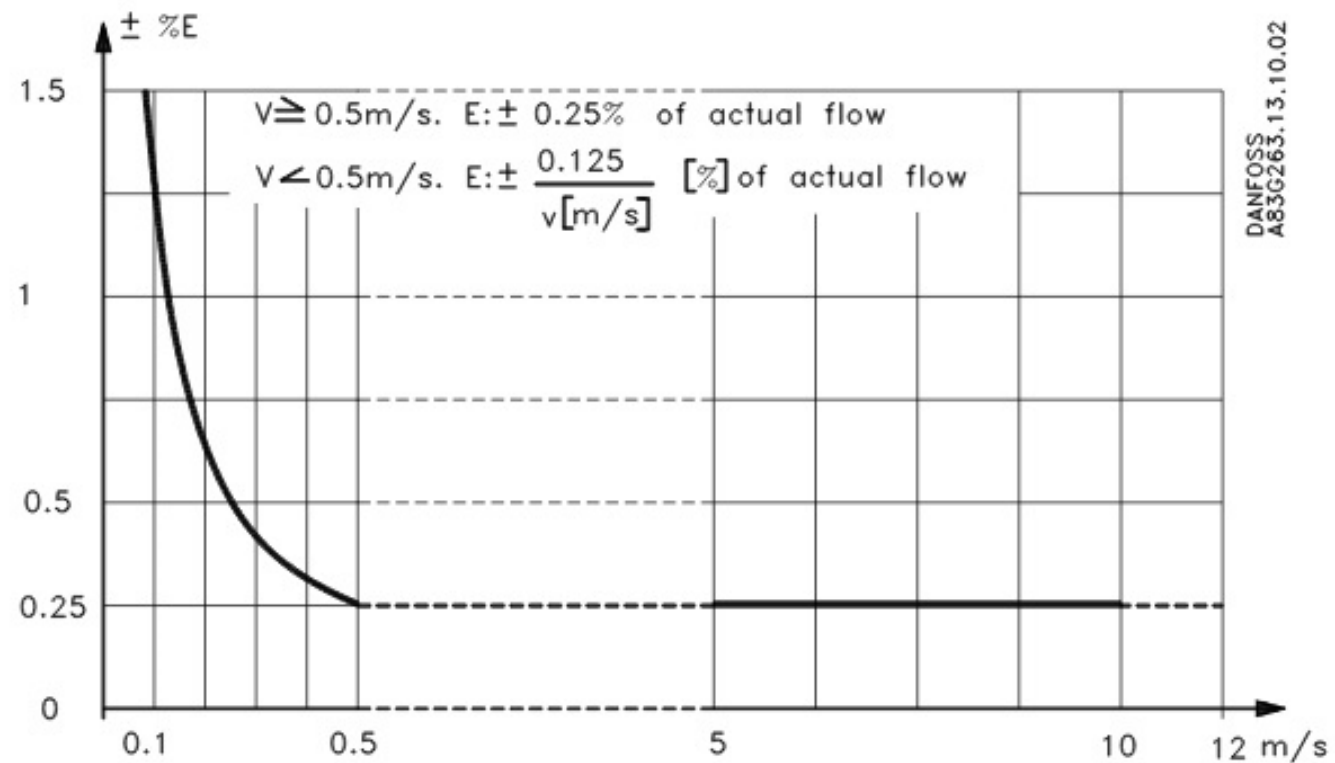


DN	A ¹⁾ [mm]	B ¹⁾ [mm]	A ₁ ¹⁾ [mm]	B ₁ ¹⁾ [mm]	D [mm]	D _i [mm]	D _p [mm]	D _k [mm]	D _G [mm]	Weight ²⁾ [kg]
6	156	181	309	334	48.3	6	17.3	25.2	34	2.2
10	156	181	309	334	48.3	10	17.3	25.2	34	2.2
15	156	181	309	334	48.3	15	17.3	30.0	40	2.2
25	164	196	317	349	63.4	25	28.5	45.0	56	2.7
40	176	218	329	371	84.0	40	43.4	60.0	75	3.4
50	184	235	337	388	101.6	50	54.5	74.5	90	4.2
65	194	254	347	407	120.0	65	62.5	93.0	112	5.5
80	200	266	353	419	133.0	80	82.5	108.0	124	7.0
100	213	292	366	445	159.0	100	107.1	130.0	150	10.0

¹⁾ 13 mm shorter when the AISI terminal box is used.

²⁾ With signal converter MAG 2500 or MAG 3000 installed, weight is increased by approx. 1 kg.

Obr. 7 – Konstrukce a další rozšiřující informace o MAGLO® flowmeter MAG 3000 [26]

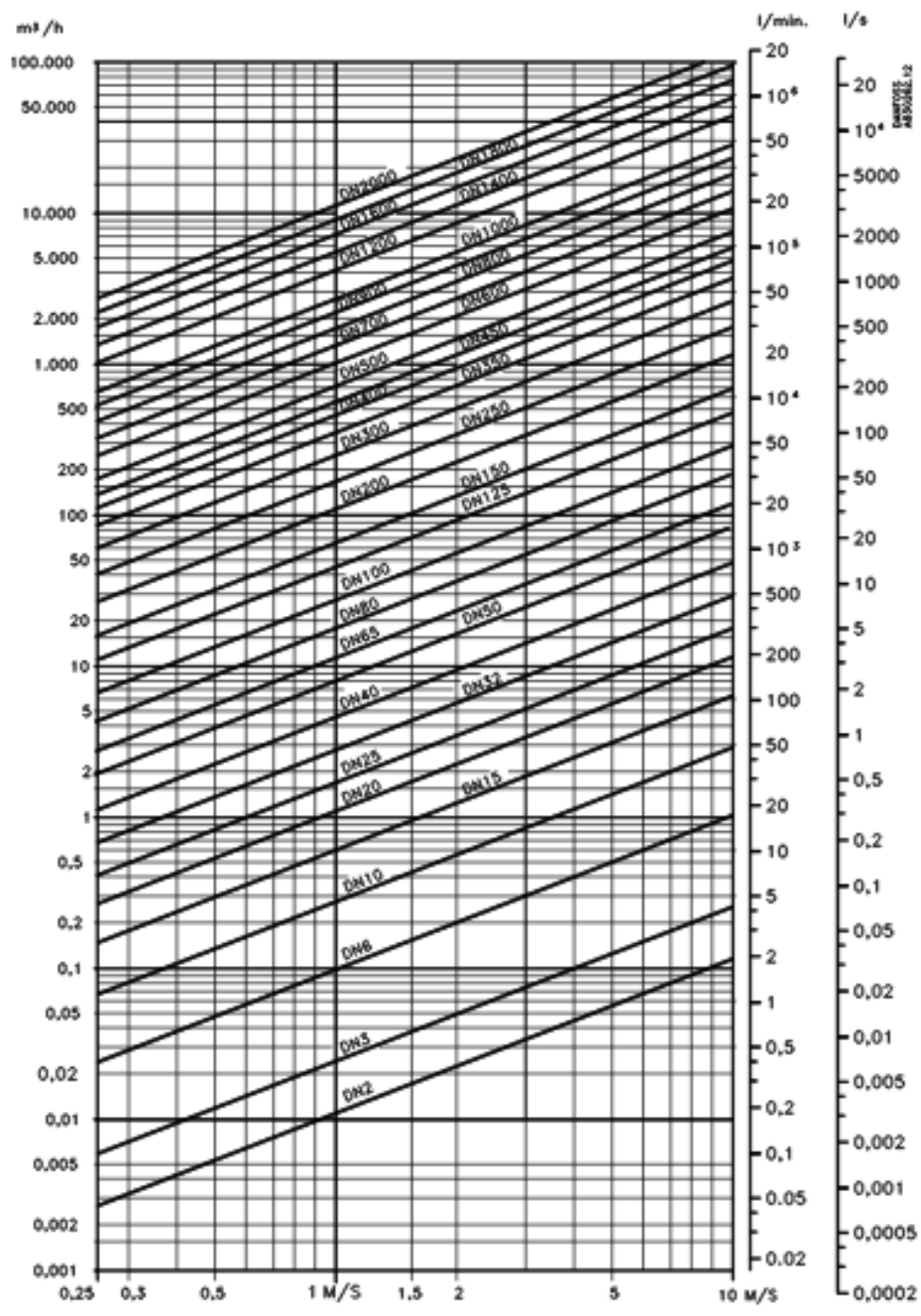


V : Actual flow velocity [m/s]

E : Meter uncertainty as a percentage of actual flow

f

Obr. 8 – Nejistota naměřených hodnot přístroje MAGLO® flowmeter MAG 3000 [26]



Obr. 9 – Tabulka ukazuje vztah mezi rychlostí průtoku V , průtokovým množstvím Q a rozměrem snímače[26]

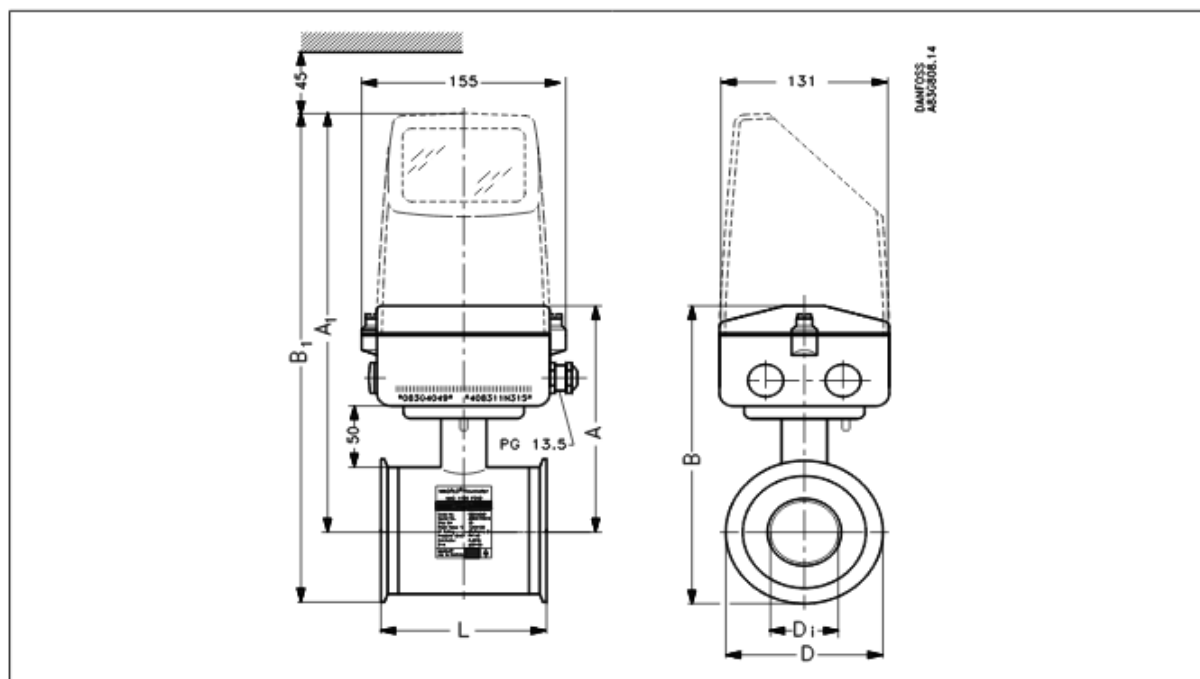
13.5 Příloha 5 – MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40)



Obr. 10 – MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40) [26]



Obr. 11 – MAGLO® flowmeter MAG 1100 (DN 40), detail na štítek přístroje s poslední kalibrací



DN	L [mm]	A [mm]	B [mm]	A ₁ [mm]	B ₁ [mm]	D [mm]	Weight ¹⁾ [kg]
10	64	156	181	309	334	64	2.2
15	64	156	181	309	334	64	2.2
25	79	164	196	317	349	77.5	2.7
40	94	176	218	329	371	91	3.4
50	104	184	235	337	388	119	4.2
65	131	194	254	347	407	130	5.5
80	156	200	266	353	419	155	7.0
100	186	213	292	366	445	183	10.0

1) With signal converter MAG 2500 or MAG 3000 installed weight is increased by approx. 1 kg.

Obr. 12 – MAGLO@ flowmeter MAG 1100 (DN 40), technická dokumentace [26]

13.6 Příloha 6 – Snímač tlaku FDA6022U a dataloger ALMEMO® 2590



Obr. 13 – Snímač tlaku FDA6022U a dataloger ALMEMO® 2590

Třída přesnosti:	A, viz strana 01.05	Zdroj napětí:	
Rychlost měření:	10 a 2,5 měření/s	Baterie:	3 alkalické baterie AA
Dodatečné kanály:	4 funkční kanály interně v přístroji	Síťový adaptér:	ZA1312NA7 230V AC na 12 V DC, 1 A galv. oddělený
Napájení senzoru napětím:	6, 9 nebo 12 V, max. 0,5 A	Kabel DC adaptéru galv. oddělený	ZA2690-UK, 10..30 V, 0,25 A
Výstupy:	2 zásuvky ALMEMO® pro všechny výstupní moduly (analogové, datové, aktivační, reléové kabely, paměť, atd.)	Spotřeba proudu bez vstupních a výstupních modulů:	aktivní režim: cca 12 mA s osvětlením: cca 32 mA režim spánku: cca 0.05 mA
Vybavení:		Kryt:	D127 x Š83 x V42 mm ABS (max. 70°C), 290 g
Displej:	grafický 128 x 64 bodů, 8 řádků osvětlení: 2 bílé LED diody		
Klávesnice:	7 silikonových tlačítek (4 softtlačítka)		
Datum a čas:	hodiny reálného času napájeny baterií přístroje		

Obr. 14 – Technické údaje Almemo 2590 [29]

13.7 Příloha 7 – Armatury pro připojení tlakových snímačů

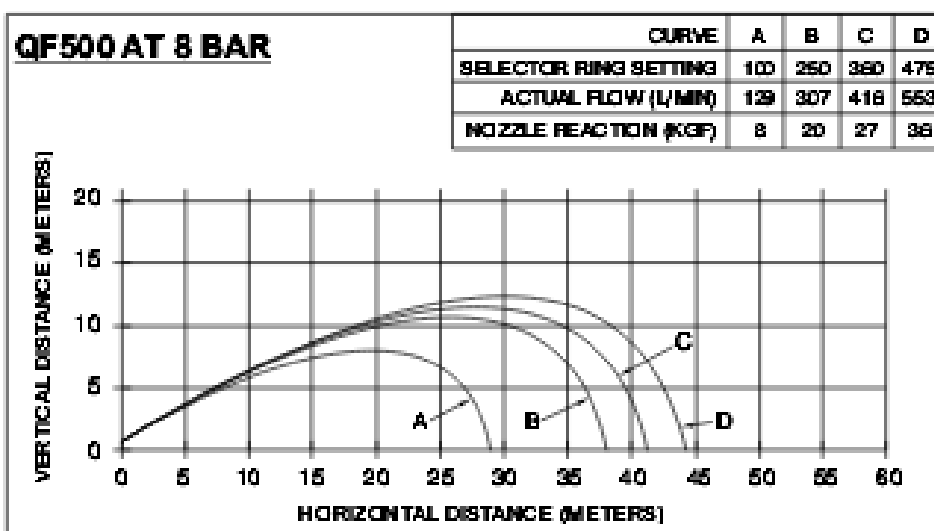
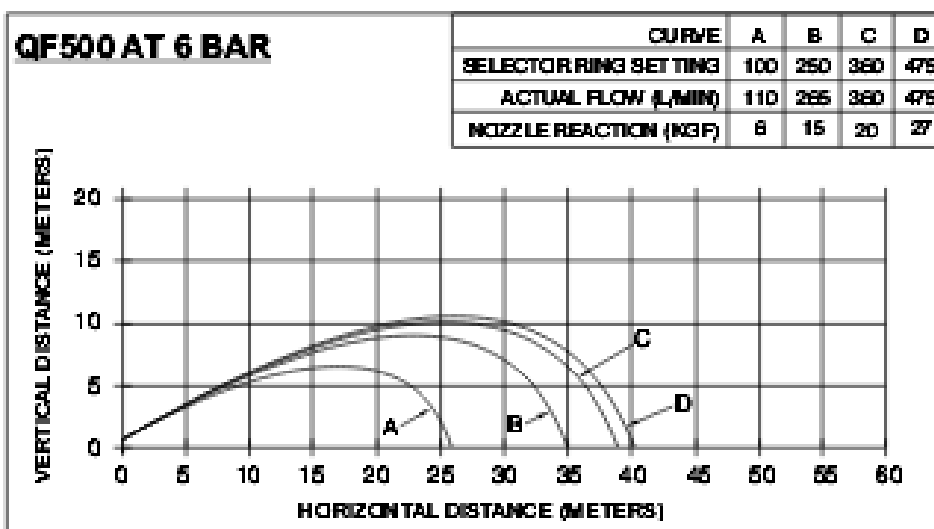
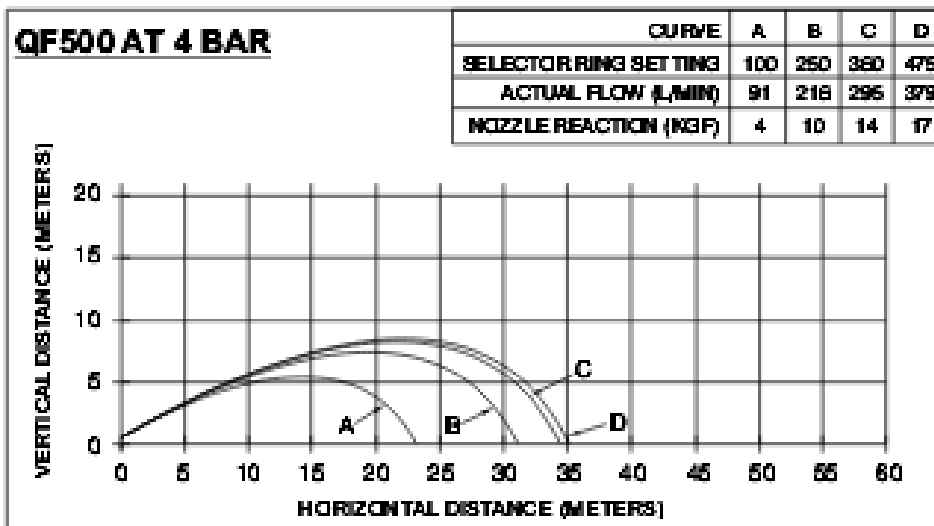


Obr. 15 – Armatury pro připojení tlakových snímačů

13.8 Příloha 8 – Quadrafog 500



Obr. 16 – Proudnice Quadrafog 500



Obr. 17 – Proudnice Quadrafog 500, informace o dostřiku vody [53]

13.9 Příloha 9 – Měření přesnosti manometru čerpadla CAS



Obr. 18 – Měřicí sestava při měření přesnosti manometru čerpadla CAS



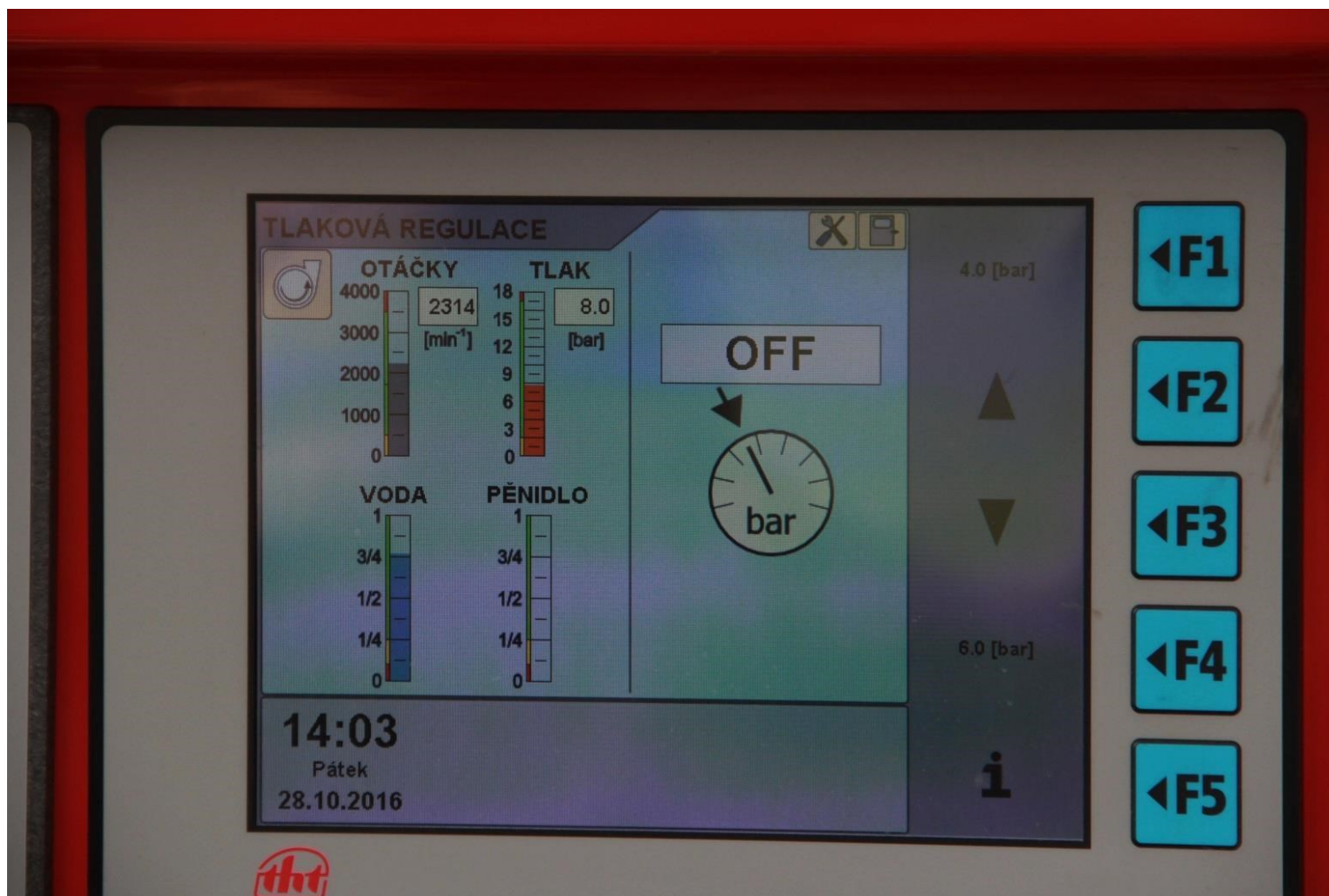
Obr. 19 – Měřicí sestava při měření přesnosti manometru čerpadla CAS



Obr. 20 – Odečet hodnot při měření v čase $t = 30 \pm 2$ s



Obr. 21 – Zápis údajů při měření s IM 1 – 10



Obr. 22 – Nastavený tlak na manometru čerpadla CAS při měření

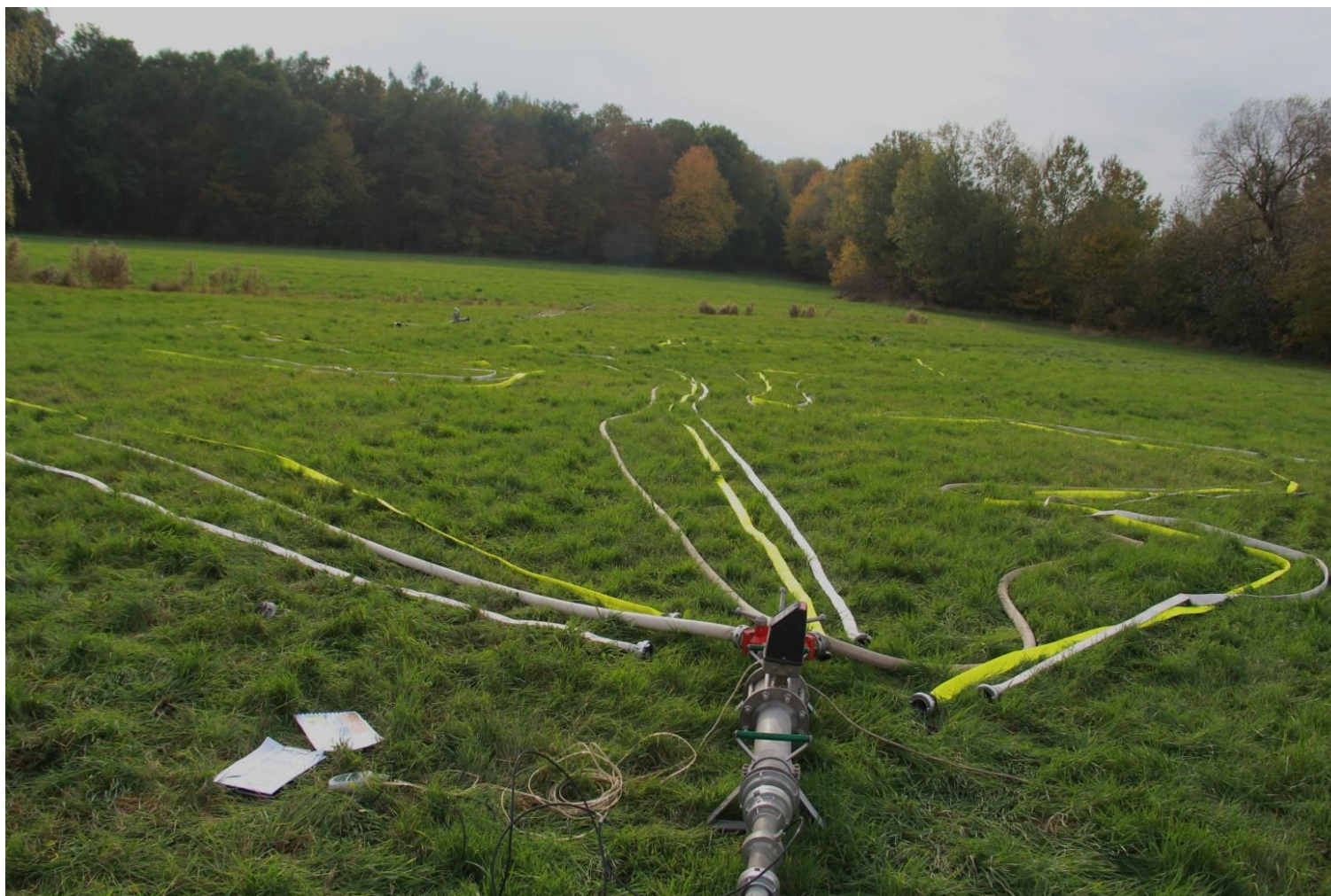
13.10 Příloha 10 – Měřicí soustavy, pohled na DV a ÚP, zápis údajů



Obr. 23 – Měřicí soustava před rozdělovačem, tato soustava byla stejně nastavena po celou dobu měření



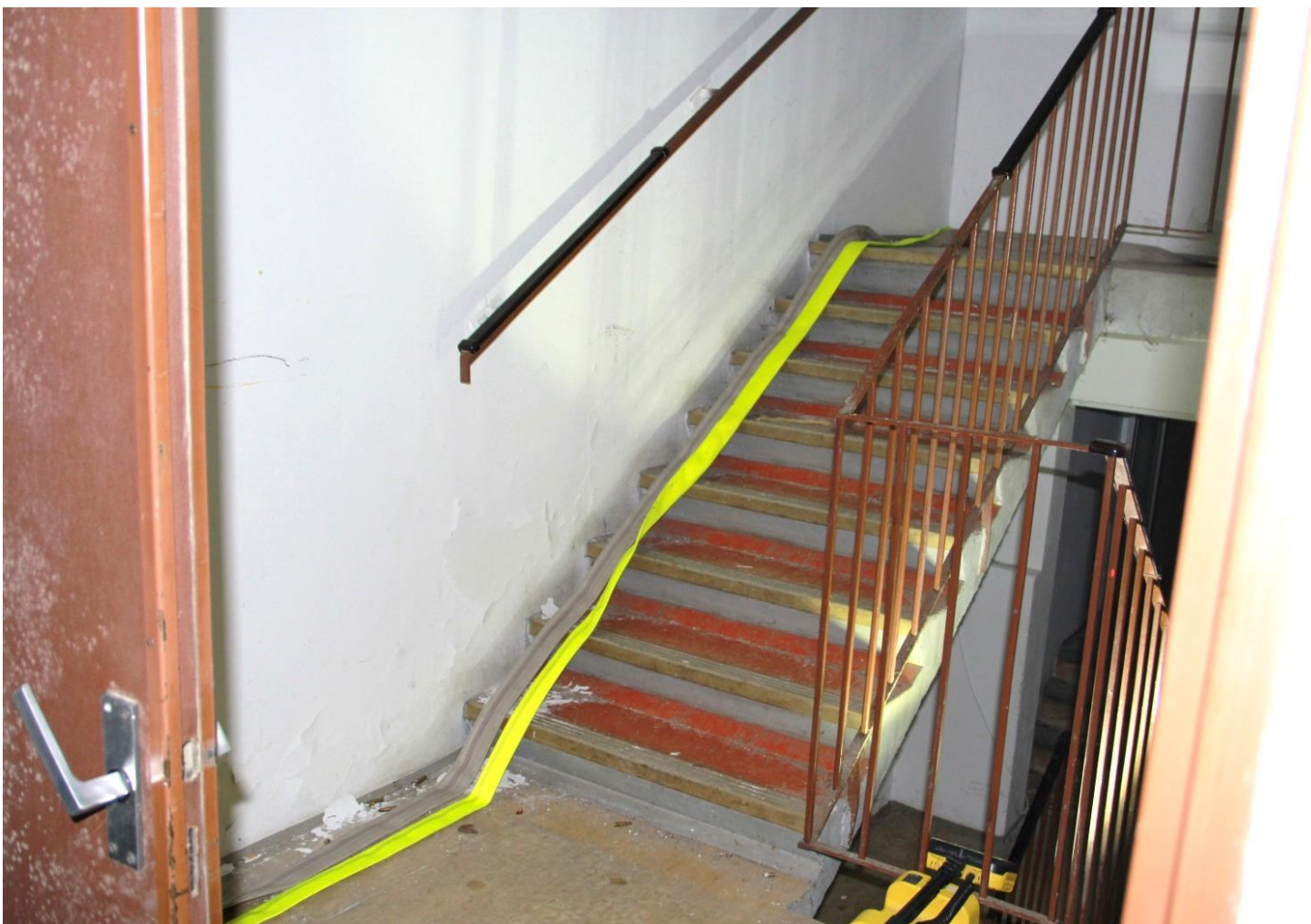
Obr. 24 – Měřicí soustava před proudnicí, tato soustava byla stejně nastavena po celou dobu měření



Obr. 25 – Trasa útočných proudů C 52 a připravené hadice C 42 a C 38



Obr. 26 – Zázpis údajů na DV C 52 a dvou ÚP C 52



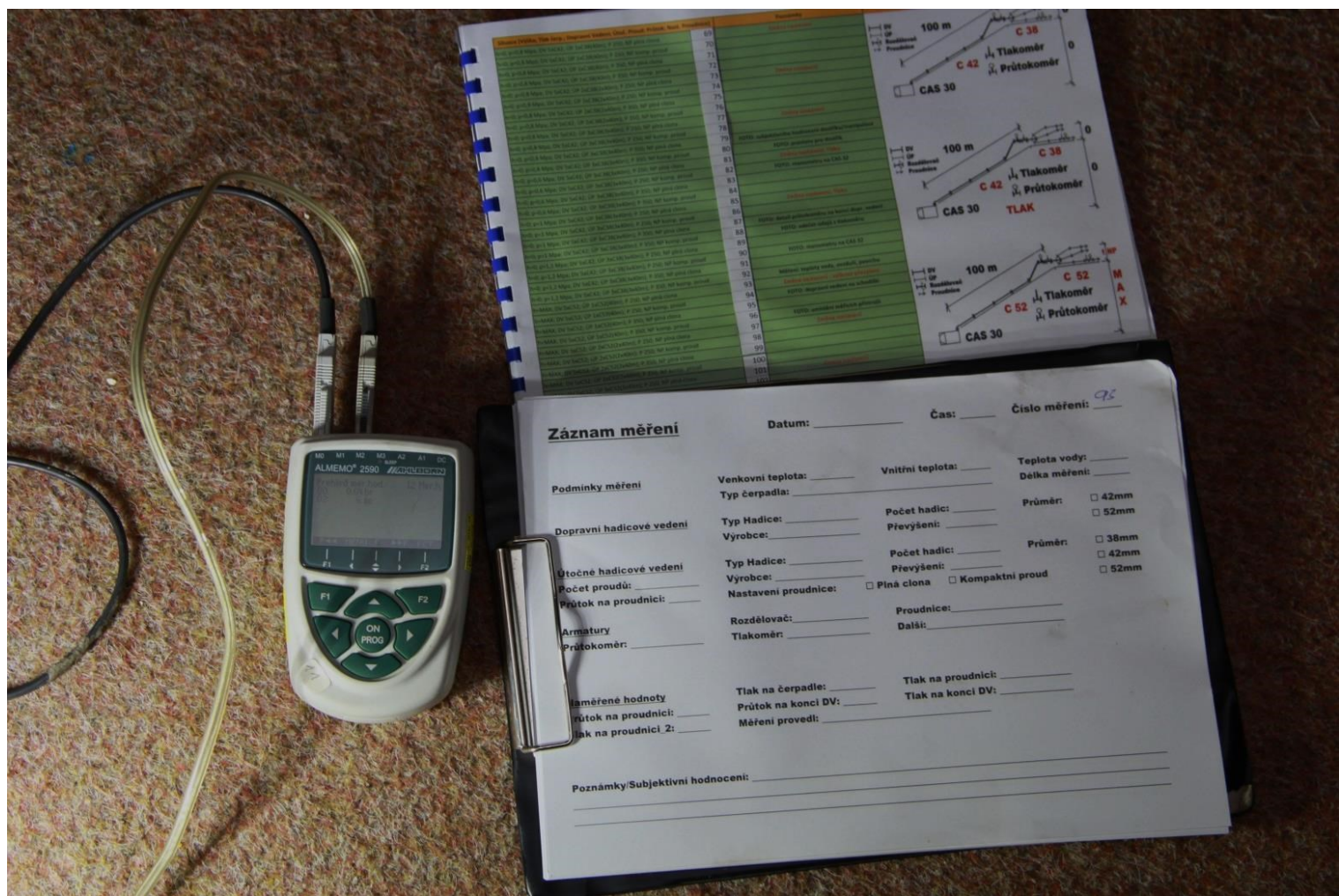
Obr. 27 – Pohled na vytvářené DV C 52 a DV C 42 při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov



Obr. 28 – Příprava měřicí soustavy při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v pátém nadzemním podlaží



Obr. 29 – Zápis údajů při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v pátém nadzemním podlaží



Obr. 30 – Pohled na stanoviště zápisu údajů při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v pátém nadzemním podlaží



Obr. 31 – Příprava měřicí soustavy na ÚP při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v šestém nadzemním podlaží



Obr. 32 – Příprava měřicí soustavy a zápisu dat na ÚP při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v šestém nadzemním podlaží



Obr. 33 – Detail na nastavení proudnice při měření s výškovým převýšením v hotelu Opatov v šestém nadzemním podlaží

13.11 Příloha 11 – Záznamový arch

Záznam měření

Datum: _____ Čas: _____ Číslo měření: _____

Podmínky měření

Venkovní teplota: _____ Vnitřní teplota: _____ Teplota vody: _____
Typ čerpadla: _____ Délka měření: _____

Dopravní hadicové vedení

Typ Hadice: _____ Počet hadic: _____ Průměr: 42mm
Výrobce: _____ Převýšení: _____ 52mm

Útočné hadicové vedení

Počet proudů: _____ Typ Hadice: _____ Počet hadic: _____ Průměr: 38mm
Průtok na proudnici: _____ Výrobce: _____ Převýšení: _____ 42mm
Nastavení proudnice: Plná clona Kompaktní proud 52mm

Armatury

Průtokoměr: _____ Rozdělovač: _____ Proudnice: _____
Tlakoměr: _____ Další: _____

Naměřené hodnoty

Průtok na proudnici: _____ Tlak na čerpadle: _____ Tlak na proudnici: _____
Tlak na proudnici_2: _____ Průtok na konci DV: _____ Tlak na konci DV: _____
Měření provedl: _____

Obr. 34 – Záznamový arch pro praktické měření

13.12 Příloha 12 – Hodnoty rychlosti proudění vody v hadicích

Tab. 28- Vypočtené hodnoty rychlosti proudění vody v hadicích C52 (průřez 0,00210 m²).

Q [l. m ⁻¹]	Q [m ³ .s ⁻¹]	v [m.s ⁻¹]	index měření
150,0	0,002 5	1,190 5	-
175,1	0,002 9	1,381 0	101
206,0	0,003 4	1,619 0	105
250,0	0,004 2	2,000 0	-
311,0	0,005 2	2,476 2	24
350,0	0,005 8	2,761 9	-
650,0	0,010 8	5,142 9	-
700,0	0,011 7	5,571 4	-
723,0	0,012 1	5,761 9	31
750,0	0,012 5	5,952 4	-
800,0	0,013 3	6,333 3	-

Tab. 29- Vypočtené hodnoty rychlosti proudění vody v hadicích C42 (průřez 0,00140 m²)

Q [l. m ⁻¹]	Q [m ³ .s ⁻¹]	v [m. s ⁻¹]	index měření
100,0	0,001 7	1,214 3	-
113,9	0,001 9	1,357 1	137
150,0	0,002 5	1,785 7	-
185,0	0,003 1	2,214 3	141
200,0	0,003 3	2,357 1	-
250,0	0,004 2	3,000 0	-
300,0	0,005 0	3,571 4	-
340,8	0,005 7	4,071 4	36
550,0	0,009 2	6,571 4	-
597,0	0,010 0	7,142 9	92
650,0	0,010 8	7,714 3	-

Tab. 30- Vypočtené hodnoty rychlosti proudění vody v hadicích C38 (průřez 0,00110 m²)

Q [l. m ⁻¹]	Q [m ³ .s ⁻¹]	v [m. s ⁻¹]	index měření
100,0	0,001 7	1,545 5	-
111,9	0,001 9	1,727 3	150
150,0	0,002 5	2,272 7	-
200,0	0,003 3	3,000 0	-
250,0	0,004 2	3,818 2	-
300,0	0,005 0	4,545 5	-
334,4	0,005 6	5,090 9	48
350,0	0,005 8	5,272 7	-
400,0	0,006 7	6,090 9	-

13.13 Příloha 13 – Hodnoty Reynoldsova čísla a ztrátového součinitele

Tab. 31 – Hodnoty Reynoldsova čísla a ztrátového součinitele při daných průtocích na hadicích C 52.

Q [l.m ⁻¹]	Re.10 ⁵ [-]	$\lambda.10^{-2}$ [-]
150,0	53 786	2,166 9
175,1	62 393	2,104 7
206,0	73 146	2,042 1
250,0	90 359	1,965 0
311,0	111 870	1,893 5
350,0	124 780	1,859 4
650,0	232 350	1,691 4
700,0	251 710	1,672 8
723,0	260 320	1,665 1
750,0	268 930	1,657 8
800,0	286 140	1,644 1

Tab. 32 – Hodnoty Reynoldsova čísla a ztrátového součinitele při daných průtocích na hadicích C 42.

Q [l. m ⁻¹]	Re. 10 ⁵ [-]	$\lambda \cdot 10^{-2}$ [-]
100,0	44 311	2,254 0
113,9	49 522	2,203 2
150,0	65 163	2,087 2
185,0	80 803	2,004 9
200,0	86 014	1,982 4
250,0	109 470	1,900 5
300,0	130 330	1,846 2
340,8	148 570	1,807 8
550,0	239 800	1,684 0
597,0	260 650	1,664 8
650,0	281 500	1,647 7

Tab. 33 – Hodnoty Reynoldsova čísla a ztrátového součinitele při daných průtocích na hadicích C 38.

Q [l.m ⁻¹]	Re.10 ⁵ [-]	$\lambda \cdot 10^{-2}$ [-]
100,0	51 026	2,189 9
111,9	57 028	2,141 9
150,0	75 035	2,032 4
200,0	99 048	1,933 5
250,0	126 060	1,856 2
300,0	150 070	1,805 0
334,4	168 080	1,773 6
350,0	174 080	1,764 1
400,0	201 100	1,726 7

13.14 Příloha 14 – Zaznamenaná teplota vody při měření

Tab. 34 – Teplota vody při praktickém měření tlaku a průtoku.

index měření	teplota vody [°C]
21	16,1
31	16,0
41	15,7
51	15,4
61	14,8
71	14,7
81	15,2
91	14,9
93	15,6
103	14,6
113	14,6
123	14,7
136	14,3
141	13,8
151	13,8



Obr. 35 – Měření teploty vody kontaktním čidlem typu K

13.15 Příloha 15 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty

Tab. 35 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na dopravním vedení C 52 dlouhém 100 m.

Q [l. min ⁻¹]	h_z [m]	Δp [MPa]
150,0	3,009 0	0,029 5
175,1	3,932 8	0,038 5
206,0	5,244 4	0,051 4
250,0	7,701 0	0,075 5
311,0	11,375 7	0,111 5
350,0	13,896 7	0,136 2
650,0	43,833 2	0,429 5
700,0	50,873 9	0,498 5
723,0	54,163 1	0,530 8
750,0	57,549 8	0,563 9
800,0	64,613 2	0,633 2

Tab. 36 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na dopravním vedení C 42 dlouhém 100 m.

Q [l. min ⁻¹]	h_z [m]	Δp [MPa]
100,0	4,031 8	0,039 5
113,9	4,922 2	0,048 2
150,0	8,073 5	0,079 1
185,0	11,925 0	0,116 9
200,0	13,360 6	0,130 9
250,0	20,749 1	0,203 3
300,0	28,565 2	0,279 9
340,8	36,352 3	0,356 2
550,0	88,215 4	0,864 4
597,0	103,038 5	1,009 7
650,0	118,945 9	1,165 6

Tab. 37 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na útočných prouděch C 52 dlouhých 40 m.

Q [l. min ⁻¹]	h_z [m]	Δp [MPa]
150,0	1,203 6	0,011 8
175,1	1,573 1	0,015 4
206,0	2,097 8	0,020 6
250,0	3,080 4	0,030 2
311,0	4,550 3	0,044 6
350,0	5,558 7	0,054 5
650,0	17,533 3	0,171 8
700,0	20,349 5	0,199 4
723,0	21,665 2	0,212 3
750,0	23,019 9	0,225 6
800,0	25,845 3	0,253 3

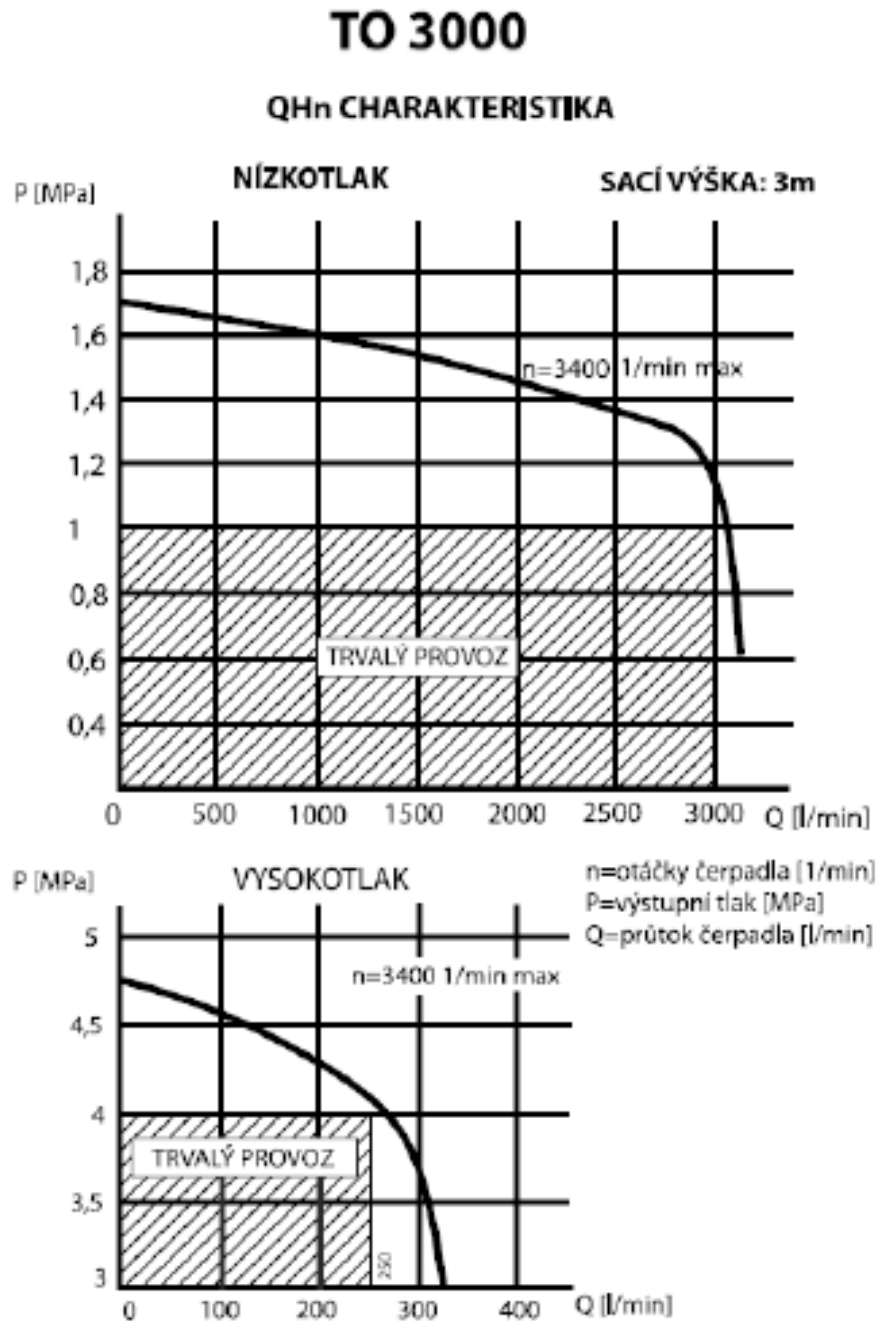
Tab. 38 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na útočných prouděch C 42 dlouhých 40 m.

Q [l. min ⁻¹]	h_z [m]	Δp [MPa]
100,0	1,612 7	0,015 8
113,9	1,968 9	0,019 3
150,0	3,229 4	0,031 6
185,0	4,770 0	0,046 7
200,0	5,344 2	0,052 4
250,0	8,299 6	0,081 3
300,0	11,426 1	0,112 0
340,8	14,540 9	0,142 5
550,0	35,286 2	0,345 8
597,0	41,215 4	0,403 9
650,0	47,578 3	0,466 2

Tab. 39 – Vypočtené hodnoty ztrátové výšky a tlakové ztráty při uvedených průtocích na útočných prouděch C 38 dlouhých 40 m.

Q [l. min ⁻¹]	h_z [m]	Δp [MPa]
100,0	2,805 3	0,027 5
111,9	3,427 3	0,033 6
150,0	5,630 0	0,055 2
200,0	9,332 5	0,091 5
250,0	14,513 3	0,142 2
300,0	20,000 7	0,196 0
334,4	24,651 7	0,241 6
350,0	26,303 1	0,257 7
400,0	34,355 8	0,336 7

13.16 Příloha 16 – Pracovní diagram čerpadla *GODIVA WT 2010*



Obr. 36 – Pracovní diagram požárního čerpadla *GODIVA WT 2010* na CAS 30/9000/540 - S3R T815-7 6x6 [54]

13.17 Příloha 17 – Naměřené hodnoty tlaku a průtoku

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
1	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,80	-
2	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,80	-
3	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,79	-
4	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,79	-
5	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,78	-
6	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,78	-
7	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,78	-
8	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,80	-
9	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,79	-
10	h=0; p=0,8 MPa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud	-	-	0,79	-
11	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,718	297	0,67	297,0
12	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,715	293	0,67	292,4
13	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,718	296	0,66	296,1

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
14	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,719	295	0,67	294,8
15	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,713	294	0,68	294,4
16	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,720	296	0,68	295,7
17	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,717	292	0,67	292,0
18	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,716	294	0,65	293,5
19	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,718	296	0,68	295,5
20	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,718	295	0,67	294,9
21	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP plná clona	0,700	289	0,68	290,1
22	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,748	298	0,70	298,0
23	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 350; NP plná clona	0,494	306	0,44	305,5
24	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 350; NP komp. proud	0,501	311	0,44	311,0
25	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 250; NP plná clona	0,543	499	0,50	249,9
26	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,539	504	0,50	251,9
27	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 350; NP plná clona	0,443	583	0,39	291,1
28	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,430	575	0,38	287,4

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
29	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 250; NP plná clona	0,422	663	0,38	221,0
30	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,427	667	0,39	222,4
31	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 350; NP plná clona	0,290	723	0,28	241,0
32	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,288	722	0,24	241,0
33	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP plná clona	0,709	274	0,60	273,5
34	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP komp. proud	0,701	280	0,59	280,1
35	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP plná clona	0,666	334	0,51	333,3
36	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP komp. proud	0,651	341	0,50	340,8
37	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP plná clona	0,524	466	0,45	233,3
38	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,589	498	0,49	249,1
39	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP plná clona	0,548	590	0,42	295,2
40	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,473	595	0,35	297,7
41	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP plná clona	0,404	612	0,34	204,2
42	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,437	635	0,37	211,7
43	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP plná clona	0,354	706	0,27	234,7

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
44	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,353	708	0,27	236,3
45	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP plná clona	0,739	271	0,60	270,3
46	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP komp. proud	0,739	273	0,60	272,0
47	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP plná clona	0,693	324	0,51	324,4
48	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP komp. proud	0,698	334	0,51	334,4
49	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP plná clona	0,570	470	0,46	235,1
50	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,567	474	0,46	236,8
51	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP plná clona	0,492	539	0,35	269,1
52	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,492	542	0,35	270,9
53	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plná clona	0,434	612	0,35	204,1
54	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,429	614	0,35	204,8
55	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plná clona	0,364	687	0,26	229,3
56	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,357	693	0,25	230,5
57	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP plná clona	0,616	245	0,50	245,0
58	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP komp. proud	0,611	247	0,49	247,3

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
59	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP plná clona	0,549	287	0,39	286,7
60	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP komp. proud	0,528	293	0,41	293,5
61	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP plná clona	0,372	390	0,32	195,0
62	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,368	390	0,31	194,9
63	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP plná clona	0,286	424	0,22	212,9
64	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,289	423	0,22	212,1
65	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP plná clona	0,231	450	0,19	150,2
66	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,248	462	0,20	154,1
67	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP plná clona	0,170	479	0,13	159,7
68	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,170	483	0,13	160,9
69	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP plná clona	0,638	251	0,52	250,4
70	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP komp. proud	0,669	251	0,52	251,1
71	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP plná clona	0,567	291	0,41	291,8
72	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP komp. proud	0,567	293	0,41	293,7
73	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP plná clona	0,390	384	0,31	192,2

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
74	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,382	387	0,31	193,4
75	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP plná clona	0,301	424	0,21	212,2
76	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,301	424	0,21	212,5
77	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plná clona	0,264	475	0,21	158,3
78	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,261	480	0,21	160,4
79	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plná clona	0,214	520	0,15	173,3
80	h=0; p=0,8 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,211	521	0,15	173,7
81	h=0; p=0,6 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plná clona	0,201	412	0,16	137,3
82	h=0; p=0,6 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,197	413	0,16	137,5
83	h=0; p=0,6 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plná clona	0,161	449	0,11	149,7
84	h=0; p=0,6 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,161	448	0,11	149,6
85	h=0; p=1 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plná clona	0,325	535	0,27	178,5
86	h=0; p=1 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,323	530	0,26	177,5
87	h=0; p=1 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plná clona	0,259	503	0,18	193,2
88	h=0; p=1 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,236	577	0,18	192,4

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
89	h=0; p=1,2 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plná clona	0,365	564	0,29	187,8
90	h=0; p=1,2 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,364	563	0,29	187,8
91	h=0; p=1,2 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plná clona	0,279	596	0,20	198,9
92	h=0; p=1,2 MPa; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,276	597	0,20	199,6
93	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP plná clona	0,600	249	0,51	248,2
94	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud	0,590	252	0,51	251,2
95	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 350; NP plná clona	0,539	303	0,44	303,1
96	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC52(40m); P 350; NP komp. proud	0,551	304	0,44	304,4
97	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 250; NP plná clona	0,461	425	0,38	212,6
98	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,454	424	0,38	212,1
99	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 350; NP plná clona	0,374	481	0,29	240,2
100	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,368	497	0,30	248,8
101	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 250; NP plná clona	0,334	525	0,27	175,1
102	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,332	530	0,27	176,4
103	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 350; NP plná clona	0,261	578	0,19	192,5

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
104	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,259	579	0,19	193,0
105	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC42; P 250; NP plná clona	0,617	206	0,37	205,5
106	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP komp. proud	0,614	210	0,36	209,2
107	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP plná clona	0,604	232	0,27	232,1
108	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP komp. proud	0,601	234	0,27	233,5
109	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP plná clona	0,489	342	0,26	171,0
110	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,486	341	0,25	170,2
111	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP plná clona	0,445	345	0,16	173,0
112	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,442	351	0,16	175,4
113	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP plná clona	0,378	425	0,18	141,6
114	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,372	425	0,18	140,7
115	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP plná clona	0,324	411	0,10	136,8
116	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,318	404	0,10	134,6
117	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP plná clona	0,595	214	0,39	213,6
118	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP komp. proud	0,601	215	0,38	214,9

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
119	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP plná clona	0,566	250	0,31	249,0
120	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP komp. proud	0,572	251	0,31	251,3
121	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP plná clona	0,449	372	0,30	185,8
122	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,451	374	0,30	186,7
123	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP plná clona	0,398	412	0,22	206,0
124	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,397	412	0,21	206,2
125	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plná clona	0,341	472	0,22	157,2
126	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,342	473	0,22	157,9
127	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plná clona	0,250	489	0,16	162,7
128	h=MAX; DV 5xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,259	488	0,16	162,7
129	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP plná clona	0,510	201	0,34	200,4
130	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP komp. proud	0,509	203	0,34	203,0
131	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP plná clona	0,452	228	0,26	226,4
132	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP komp. proud	0,456	227	0,26	226,6
133	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP plná clona	0,302	296	0,20	147,7

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

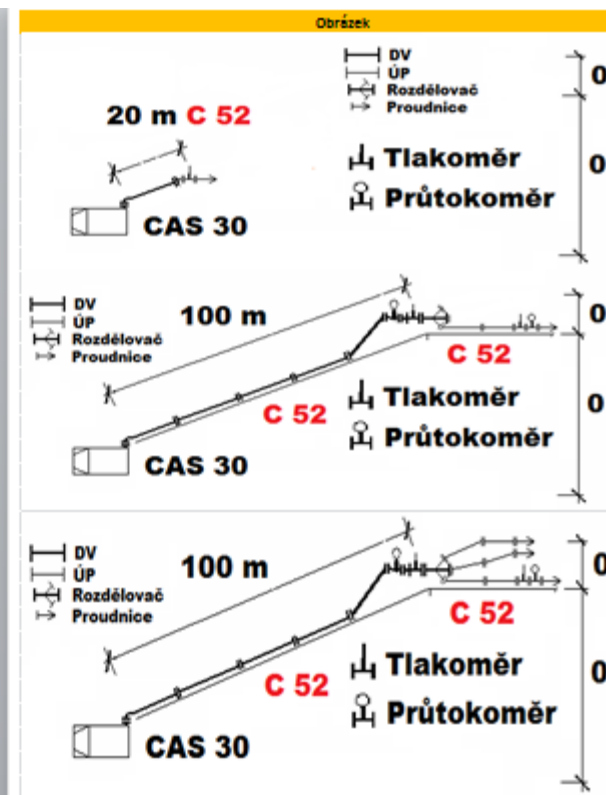
IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
134	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,300	298	0,20	148,6
135	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP plná clona	0,245	308	0,13	154,2
136	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,244	318	0,13	158,5
137	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP plná clona	0,193	342	0,12	113,9
138	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,200	343	0,12	114,4
139	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP plná clona	0,162	349	0,08	116,7
140	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,162	348	0,08	116,4
141	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP plná clona	0,500	185	0,30	185,0
142	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP komp. proud	0,470	185	0,29	184,7
143	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP plná clona	0,448	208	0,22	208,0
144	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP komp. proud	0,461	210	0,22	209,6
145	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP plná clona	0,306	278	0,17	139,1
146	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP komp. proud	0,305	275	0,17	138,6
147	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP plná clona	0,259	289	0,11	144,4
148	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP komp. proud	0,258	290	0,11	144,8

Tab. 40 – Naměřené hodnoty získané při praktickém měření, pokračování.

IM	situace [výška; tlak čerp.; dopravní vedení; útoč. proud; průtok; NP]	tlak DV [MPa]	průtok DV [l.m ⁻¹]	tlak Pr [MPa]	průtok Pr [l.m ⁻¹]
149	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plná clona	0,221	339	0,12	112,9
150	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud	0,214	336	0,11	111,9
151	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plná clona	0,187	350	0,08	116,6
152	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud	0,187	351	0,08	117

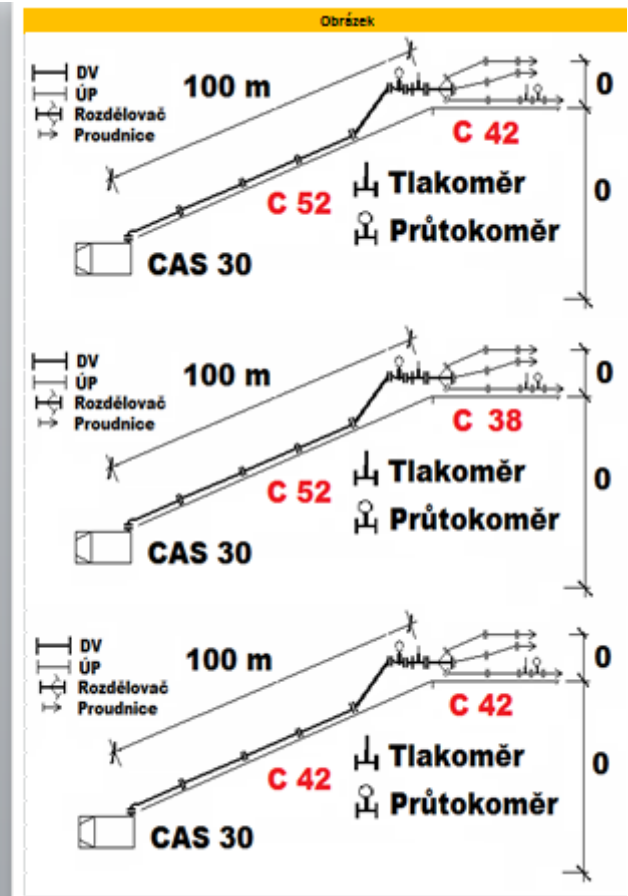
13.18 Příloha 18 – Brožura

IM	Situace [Výška; Tlak čerp.; Dopravní Vedení; Útoč. Proud; Průtok; Nast. Proudnice]	Výsledek	Poznámky
1	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		Měření přesnosti (odchytky) manometru čerpadla
2	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		Měření: teploty vody, ovzduší, povrchu
3	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		FOTO: čerpadla
4	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		
5	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		FOTO: tlakoměru
6	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		
7	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		
8	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		
9	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		
10	h=0; p=0,8 Mpa; DV=0; ÚP=1xC52(20m); P=250; NP komp. proud		
11	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		Měření nejistoty (chyby) měření - Změna nastavení
12	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		
13	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		FOTO: tlakoměru, průtokoměru na konci dopr. vedení
14	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		
15	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		
16	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		FOTO: průtokoměru na konci útoč. vedení
17	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		
18	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		FOTO: prostoru pro dostřik
19	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		FOTO: subjektivního hodnocení dostřiku/manipulace
20	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		
21	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP piné clona		Vlastní měření - nulové výšky (VŽDY ZAVOONIT)
22	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		
23	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 350; NP piné clona		
24	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 350; NP komp. proud		
25	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení
26	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 250; NP komp. proud		
27	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 350; NP piné clona		
28	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 350; NP komp. proud		
29	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení
30	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 250; NP komp. proud		
31	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 350; NP piné clona		
32	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 350; NP komp. proud		FOTO: konfigurace s 3 útoč. Proudů (KONEC BLOKU)



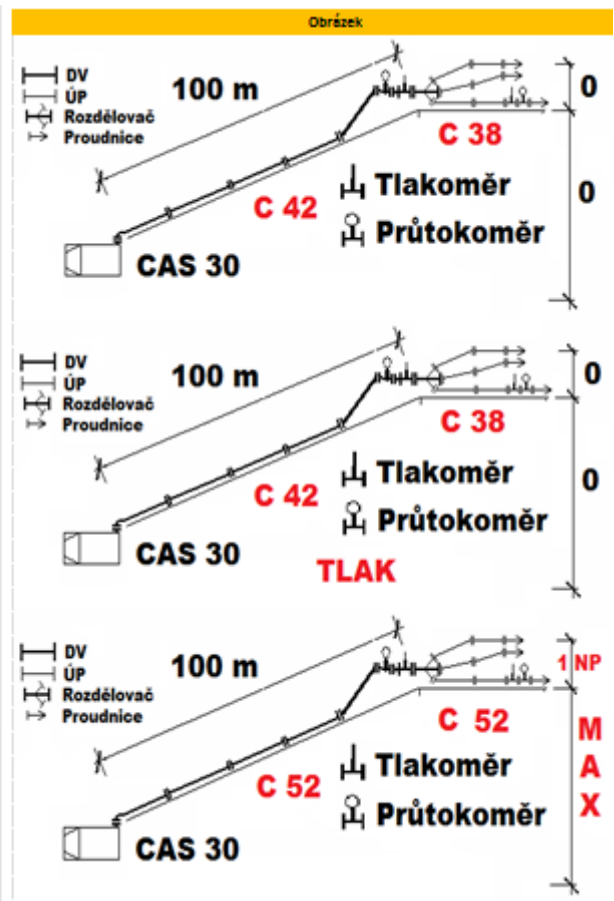
Obr. 37 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření

IM	Situace [Výška; Tlak čerp.; Dopravní Vedení; Útoč. Proud; Průtok; Nest. Proudnice]	Výsledek	Poznámky
33	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 1x42(40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení - ÚP 42 mm
34	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 1x42(40m); P 250; NP komp. proud		
35	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 1x42(40m); P 350; NP piné clona		FOTO: detail nastavení proudnice
36	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 1x42(40m); P 350; NP komp. proud		
37	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 2x42(2x40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení
38	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 2x42(2x40m); P 250; NP komp. proud		FOTO: detail nastavení proudnice
39	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 2x42(2x40m); P 350; NP piné clona		
40	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 2x42(2x40m); P 350; NP komp. proud		FOTO: konfigurace s 2 útoč. proudy
41	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 3x42(3x40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení
42	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 3x42(3x40m); P 250; NP komp. proud		
43	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 3x42(3x40m); P 350; NP piné clona		
44	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 3x42(3x40m); P 350; NP komp. proud		FOTO: odečet údajů z tlakoměru
45	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 1x38(40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení - ÚP 38 mm
46	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 1x38(40m); P 250; NP komp. proud		
47	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 1x38(40m); P 350; NP piné clona		FOTO: konfigurace s útoč. Proudem
48	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 1x38(40m); P 350; NP komp. proud		
49	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 2x38(2x40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení
50	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 2x38(2x40m); P 250; NP komp. proud		
51	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 2x38(2x40m); P 350; NP piné clona		FOTO: odečet údajů z průtokoměru
52	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 2x38(2x40m); P 350; NP komp. proud		
53	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 3x38(3x40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení
54	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 3x38(3x40m); P 250; NP komp. proud		
55	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 3x38(3x40m); P 350; NP piné clona		Změřit výšku výletku
56	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x32; ÚP 3x38(3x40m); P 350; NP komp. proud		
57	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 1x42(40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení - DV 42 mm
58	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 1x42(40m); P 250; NP komp. proud		
59	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 1x42(40m); P 350; NP piné clona		
60	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 1x42(40m); P 350; NP komp. proud		
61	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 2x42(2x40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení
62	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 2x42(2x40m); P 250; NP komp. proud		
63	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 2x42(2x40m); P 350; NP piné clona		
64	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 2x42(2x40m); P 350; NP komp. proud		
65	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 3x42(3x40m); P 250; NP piné clona		Změna nastavení
66	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 3x42(3x40m); P 250; NP komp. proud		
67	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 3x42(3x40m); P 350; NP piné clona		FOTO: detail průtokoměru na konci dopr. vedení
68	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3x42; ÚP 3x42(3x40m); P 350; NP komp. proud		



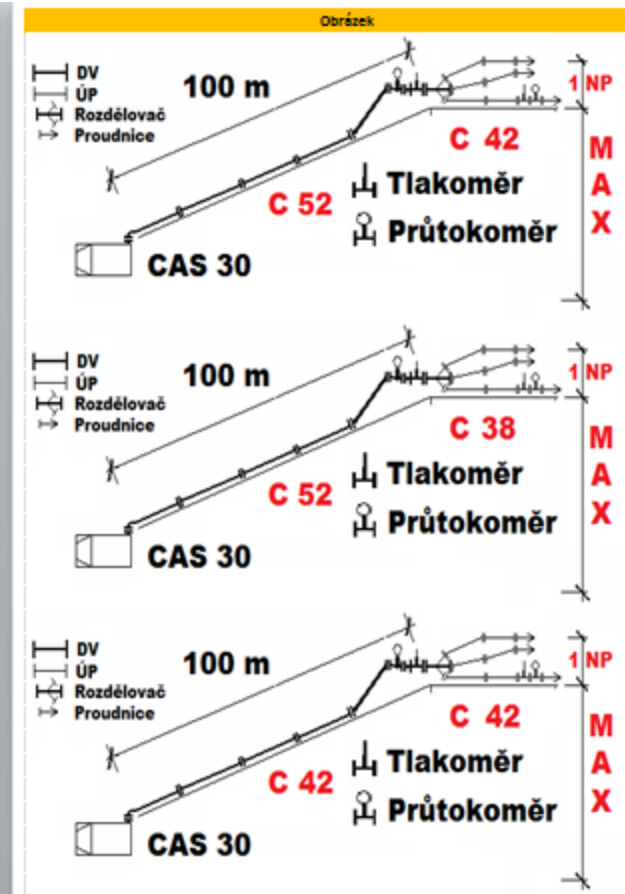
Obr. 38 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření

IM	Situace [Výška; Tlak čerp.; Dopravní Vedení; Útoč. Proud; Průtok; Nast. Proudnice]	Výsledek	Poznámky
69	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP plně clone		Změna nastavení
70	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP komp. proud		
71	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP plně clone		
72	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP komp. proud		
73	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP plně clone		Změna nastavení
74	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP komp. proud		
75	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP plně clone		
76	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP komp. proud		
77	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plně clone		Změna nastavení
78	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud		
79	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plně clone		FOTO: subjektivního hodnocení dostřiku/manipulace
80	h=0; p=0,8 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud		FOTO: prostoru pro dostřik
81	h=0; p=0,6 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plně clone		Změna nastavení; Tlaku
82	h=0; p=0,6 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud		FOTO: manometru na CAS 32
83	h=0; p=0,6 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plně clone		
84	h=0; p=0,6 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud		
85	h=0; p=1 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plně clone		Změna nastavení; Tlaku
86	h=0; p=1 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud		
87	h=0; p=1 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plně clone		FOTO: detail průtokoměru na konci dopr. vedení
88	h=0; p=1 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud		FOTO: odečet údajů z tlakoměru
89	h=0; p=1,2 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plně clone		
90	h=0; p=1,2 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud		FOTO: manometru na CAS 32
91	h=0; p=1,2 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plně clone		
92	h=0; p=1,2 Mpa; DV 3xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud		Měření: teploty vody, ovzduší, povrchu
93	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP plně clone		Změna nastavení - výškové převýšení
94	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 250; NP komp. proud		FOTO: dopravní vedení na schodišti
95	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 350; NP plně clone		
96	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC52(40m); P 350; NP komp. proud		FOTO: umístění měřících přístrojů
97	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 250; NP plně clone		Změna nastavení
98	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 250; NP komp. proud		
99	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 350; NP plně clone		
100	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC52(2x40m); P 350; NP komp. proud		
101	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 250; NP plně clone		Změna nastavení
102	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 250; NP komp. proud		
103	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 350; NP plně clone		FOTO: výstřik z okna
104	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC52(3x40m); P 350; NP komp. proud		FOTO: výstřik z okna



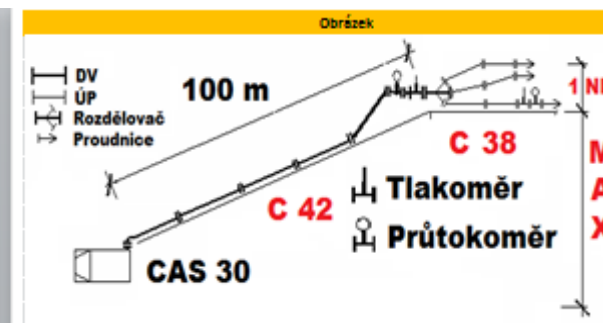
Obr. 39 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření

IM	Situace [Výška; Tlak čerp.; Dopravní Vedení; Útoč. Proud; Průtok; Nast. Proudnice]	Výsledek	Poznámky
105	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC42; P 250; NP plná clone		Změna nastavení
106	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP komp. proud		
107	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP plná clone		Změřit výšku patra
108	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP komp. proud		
109	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP plná clone		Změna nastavení
110	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP komp. proud		
111	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP plná clone		Změřit výšku/délku ke schodišti
112	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP komp. proud		
113	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP plná clone		Změna nastavení
114	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP komp. proud		
115	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP plná clone		Příprava DV C 42
116	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP komp. proud		
117	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP plná clone		Změna nastavení
118	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP komp. proud		
119	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP plná clone		Zajistit doplňování vody z hydrantu
120	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP komp. proud		
121	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP plná clone		Změna nastavení
122	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP komp. proud		
123	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP plná clone		
124	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP komp. proud		
125	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP plná clone		Změna nastavení
126	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud		
127	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP plná clone		
128	h=MAX; DV 3xC52; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud		
129	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP plná clone		Změna nastavení - DV C 42
130	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 1xC42(40m); P 250; NP komp. proud		
131	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP plná clone		
132	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 1xC42(40m); P 350; NP komp. proud		
133	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP plná clone		Změna nastavení
134	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 250; NP komp. proud		
135	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP plná clone		
136	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 2xC42(2x40m); P 350; NP komp. proud		
137	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP plná clone		Změna nastavení
138	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 250; NP komp. proud		
139	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP plná clone		
140	h=MAX; DV 3xC42; ÚP 3xC42(3x40m); P 350; NP komp. proud		



Obr. 40 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření

IM	Situace [Výška; Tlak čerp.; Dopravní Vedení; Útoč. Proud; Průtok; Nest. Proudnice]	Výsledek	Poznámky
141	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP piná clona		Změna nastavení
142	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 250; NP komp. proud		
143	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP piná clona		
144	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 1xC38(40m); P 350; NP komp. proud		
145	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP piná clona		Změna nastavení
146	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 250; NP komp. proud		
147	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP piná clona		
148	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 2xC38(2x40m); P 350; NP komp. proud		
149	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP piná clona		Změna nastavení
150	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 250; NP komp. proud		
151	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP piná clona		
152	h=MAX; DV 5xC42; ÚP 3xC38(3x40m); P 350; NP komp. proud		Měření: teploty vody, ovzduší, povrchu



Obr. 41 – Brožura, pomůcka vytvořená pro praktické měření

13.19 Příloha 19 – Tabulka třecích ztrát z University of Maryland.



MARYLAND FIRE AND RESCUE INSTITUTE
UNIVERSITY OF MARYLAND



FRICTION LOSS CHART

GPM	3/4"	1"	1½"	1 3/4"	2"	2½"	3"(2½")	3"	3½"	4"	5"
10	13.5	3.5									
20	50.0	12.3	1.2								
30	105.0	26.0	2.5								
40	180.0	44.0	4.3								
60		89.0	9.2	4.3	2.2	.71					
90			19.5	9.0	4.6	1.5					
100			25.5	11.8	6.1	2.0					
120			33.0	15.3	7.8	2.6					
150			68.2	31.5	16.2	5.3					
175			90.2	41.8	21.4	7.0					
200			114.5	53.0	27.2	8.9	4.0	3.8	1.7		
220			135.0	62.5	32.0	10.5	4.6	4.5	2.0		
240			160.8	74.4	38.2	12.5	5.8	5.4	2.4		
250				79.6	40.8	13.4	6.3	5.9	2.6		
260						14.3	6.8	6.3	2.8		
280						16.5	7.8	7.2	3.3		
300						18.6	9.0	8.2	3.7		
350						25.4	12.3	11.0	5.0		
400						33.5	16.0	14.1	6.3		

Obr. 42 – Tabulka třecích ztrát z University of Maryland [48]

13.20 Příloha 20 – Hydraulický výpočet tlakových ztrát na 100 m

Tab. 41 – Hydraulický výpočet hodnot tlakových ztrát na 100 m a hodnoty získané z české odborné literatury.

průtok [l.min ⁻¹]	C 38 [MPa]	C 42 [MPa]	C 52 [MPa]	doc. Dr. Ing. Kvarčák [MPa]	Ing. Drozdík [MPa]
100	0,068 7	0,039 5	0,014 8	0,019	0,050 0
200	0,228 6	0,130 9	0,048 7	0,076	0,100 0
300	0,490 0	0,279 9	0,103 8	0,170	0,150 0
400	0,841 6	0,480 0	0,177 5	0,305	0,220 0
500	1,253 0	0,713 9	0,263 6	0,475	0,300 0
600	1,774 0	1,009 7	0,372 3	0,685	0,400 0
700	2,380 2	1,353 6	0,498 5	0,940	0,510 0
800	3,027 6	1,720 7	0,633 2	1,230	0,640 0